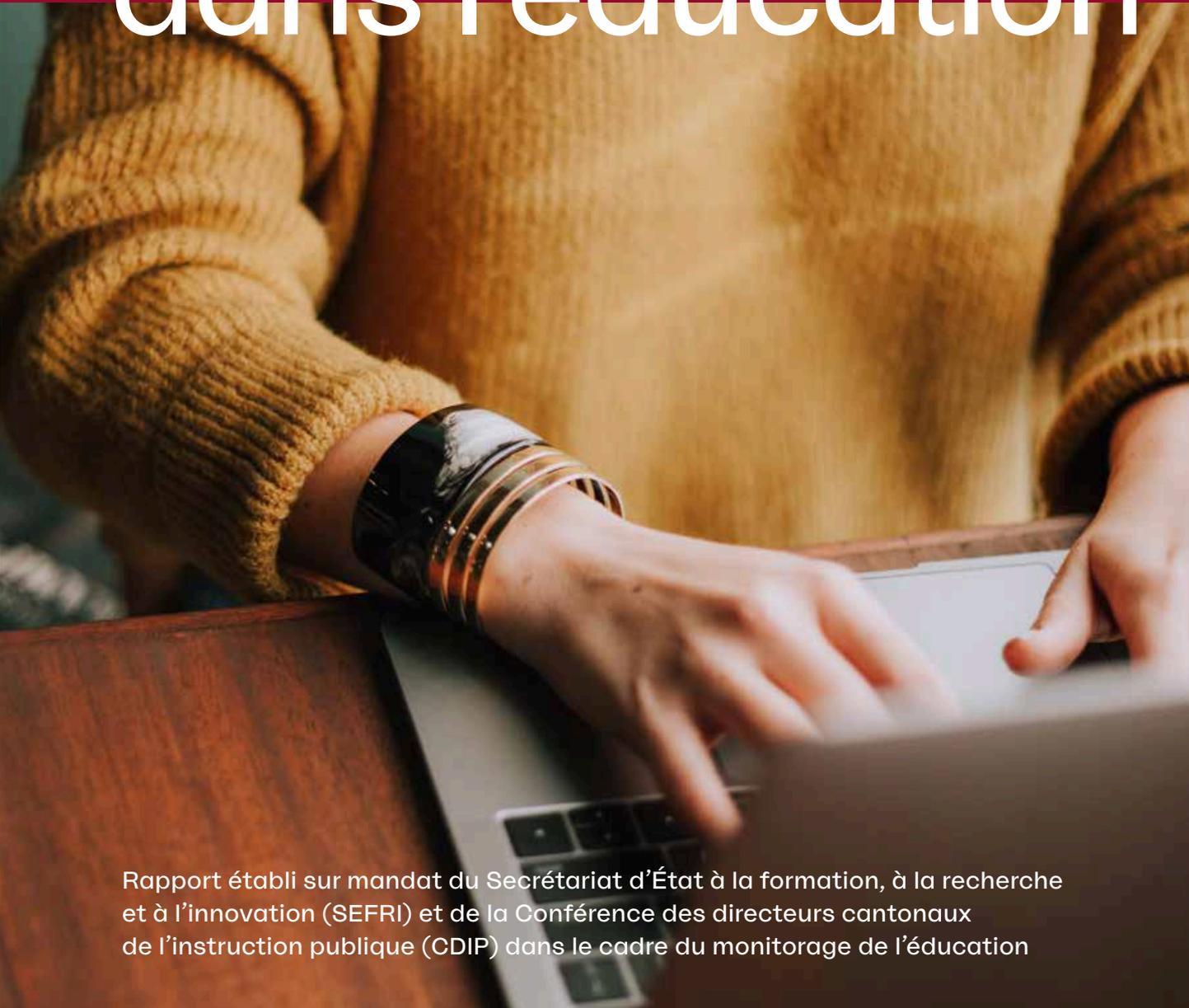


educa

La numérisation dans l'éducation



Rapport établi sur mandat du Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI) et de la Conférence des directeurs cantonaux de l'instruction publique (CDIP) dans le cadre du monitoring de l'éducation

Digitaler Bildungsraum Schweiz
Espace numérique suisse de formation
Spazio formativo digitale svizzero
Spazi da furmazium digital svizzer
Swiss digital education space

agents novateurs

Équipe de projet Educa

Benjamin Volland
Karl Wimmer
Martina Weber
Nelly Buchser-Heer
Michael Jeitziner
Andreas Klausling
Irene Ziörjen
Martin Eric Ritz
Simon Graber

Groupe d'accompagnement scientifique

Stephanie Burton Monney
Alberto Cattaneo
Emanuel von Erlach
Alexander Gerlings
Samuel Lüthi
Ines Trede



Préface

des mandants

La transformation numérique du système éducatif est à la fois une chance à saisir et un défi à relever. Conscients des enjeux, la Confédération, les cantons et les communes n'ont pas ménagé leurs efforts ces dernières années, et ce à tous les niveaux de formation. Nombre de stratégies et de programmes ont ainsi vu le jour, et de gros investissements ont été consentis dans l'infrastructure et les applications, sans oublier la formation et la formation continue. La crise du COVID-19 est venue accélérer cette transition. Plus encore, elle a montré combien il était important d'associer l'individu à une évolution aux multiples répercussions politiques, sociales, culturelles et économiques et de lui donner les moyens d'évoluer dans un monde de plus en plus connecté.

Pour que l'espace éducatif suisse se numérise de manière ciblée, il importe que les décisions des autorités compétentes s'appuient sur des données fiables et scientifiquement étayées. L'efficacité des mesures prises n'en sera que plus aisément mesurable et les étapes à venir pour atteindre les objectifs de formation seront plus faciles à définir. Le recours aux nouvelles technologies et l'utilisation des outils numériques doit reposer sur des concepts pédagogiques parfaitement adaptés. Ce n'est qu'à cette condition que la numérisation pourra déployer son plein potentiel et que les risques inhérents aux profondes mutations en cours seront minimisés. Quant à la planification, elle doit s'envisager sur la durée, car seule une démarche à long terme assurera l'adéquation entre infrastructure technique et méthodes d'enseignement.

Dans le cadre du monitoring de l'éducation, le Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI) et la Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique (CDIP) ont chargé l'agence spécialisée Educa de dresser un état des lieux de la littérature scientifique sur la numérisation du système éducatif afin de faire le point sur l'usage des technologies de l'information et de la communication (TIC). Il en est résulté le présent rapport, qui propose un tour d'horizon des compétences TIC des principaux acteurs concernés, détaille les conséquences de la numérisation sur le système éducatif et identifie

certaines données non relevées jusqu'ici mais qui seraient précieuses à la recherche et à l'établissement de statistiques.

Les changements induits par la numérisation croissante de notre société et de notre économie seront bientôt une réalité pour notre système éducatif. La tâche est exigeante, mais de nouveaux horizons s'ouvrent à nous. L'occasion nous est ainsi donnée d'optimiser la qualité et la perméabilité de l'espace suisse de formation et, à l'avenir, de mieux l'appréhender dans sa globalité. Pour toutes ces raisons, il nous paraît indiqué d'inscrire la surveillance de la numérisation du système éducatif dans une perspective à longue échéance. Le présent document fait donc plus que sous-tendre *L'éducation en Suisse – rapport 2023*. Véritable ouvrage de référence à l'intention des organes compétents, il plaide pour un renforcement du monitoring fondé sur l'exploitation systématique des données pertinentes – une approche propice au suivi régulier de la numérisation et de ses effets, mais aussi au développement continu de la qualité, à une meilleure planification des mesures et à une prise en compte adéquate des objectifs stratégiques.

Nous sommes convaincus que la numérisation est pleine de promesses. Tirons profit des opportunités qu'offrent les technologies numériques !

Un grand merci à toutes les personnes qui ont contribué à la richesse de ce rapport.

Berne, août 2021

Monitoring de l'éducation en Suisse

Pour les mandants

Susanne Hardmeier
Secrétaire générale
Conférence suisse des directeurs
cantonaux de l'instruction publique

Josef Widmer
Directeur suppléant
Secrétariat d'État à la formation,
à la recherche et à l'innovation

Table de matières

I.	Management Summary	I
II.	Pour la lectrice et le lecteur pressés	IV
II.I	Mandat et objectifs du présent rapport	VI
II.II	Cadre conceptuel	VI
II.III	Leçons clés du rapport	VII
II.IV	Pistes de développement et options d'actions	XIII
1	Introduction	1
1.1	Mandat et objectifs du présent rapport	3
1.2	Structure du rapport	4
2	Le monitoring de la numérisation dans le contexte international	6
2.1	Enquêtes standardisées sur les performances scolaires	9
2.2	Enquêtes qui mettent l'accent sur l'intégration des ressources numériques	12
2.3	Outils informatiques d'auto-évaluation	13
2.4	Comparaison entre les enquêtes internationales	15
3	Cadre conceptuel	26
3.1	Décrire la numérisation: utilisation des ressources numériques dans l'enseignement et à l'école	28
3.2	Expliquer la numérisation: conditions préalables au niveau des enseignantes, des enseignants et des écoles et au niveau systémique	32
3.3	Évaluer la numérisation: « outputs » et « outcomes »	46
3.4	Résumé et ensemble du cadre conceptuel	56
3.5	Critères d'évaluation de la numérisation dans le rapport	58
4	Conditions cadres pour le système éducatif suisse	75
4.1	Les terminaux numériques et leur utilisation dans les ménages privés	76
4.2	Structure du marché des terminaux numériques et des logiciels	92
4.3	Les effets de la numérisation sur le marché du travail	94
4.4	Conditions cadres politiques de l'utilisation de ressources numériques dans le système éducatif suisse	98
4.5	La formation et la formation continue dans le domaine des médias et de l'informatique dans les hautes écoles pédagogiques (HEP)	124
5	Thèmes communs à tous les degrés de scolarité	129
5.1	Enquête « Moniteur sur la numérisation de l'éducation du point de vue des élèves »	132
5.2	L'effet de l'utilisation de ressources numériques sur les performances scolaires	137
5.3	Potentiel de distraction en cas d'utilisation à des fins privées dans l'enseignement	147
5.4	Utilisation de moyens de communication numériques afin d'impliquer les parents et les personnes investies de l'autorité parentale	149

5.5	Effizienz in der Nutzung von Ressourcen in der Bildung	151
5.6	Skalierbarkeit von Anwendungen in der Bildung	155
5.7	Nutzen von Robotern in der Bildung und der Entwicklung von Fähigkeiten	156
5.8	Selbstbewertung, Wahrnehmung der Selbstwirksamkeit und effektive Fähigkeiten bei der Nutzung von Geräten und Inhalten	158
5.9	Fortbildungsbemühungen von Lehrkräften und Lehrern	161
6	Degre primaire	163
6.1	Beschreiben der Digitalisierung: Nutzung von Ressourcen in der Bildung und der Ausbildung	164
6.2	Erklären der Digitalisierung: Voraussetzungen für die Nutzung von Ressourcen in der Bildung	170
6.3	Bewerten der Digitalisierung: Wirksamkeit, Effizienz und Gerechtigkeit	171
7	Degre secondaire I	186
7.1	Beschreiben der Digitalisierung: Nutzung von Ressourcen in der Bildung und der Ausbildung	187
7.2	Erklären der Digitalisierung: Voraussetzungen für die Nutzung von Ressourcen in der Bildung	201
7.3	Bewerten der Digitalisierung: Wirksamkeit, Effizienz und Gerechtigkeit	216
8	Degre secondaire II	241
8.1	Beschreiben der Digitalisierung: Nutzung von Ressourcen in der Bildung und der Ausbildung	245
8.2	Erklären der Digitalisierung: Voraussetzungen für die Nutzung von Ressourcen in der Bildung	251
8.3	Bewerten der Digitalisierung: Wirksamkeit, Effizienz und Gerechtigkeit	255
9	Effets cumulatifs	267
9.1	Finanzielle Vorteile von digitalen Fähigkeiten	270
9.2	Nicht-finanzielle Vorteile von digitalen Fähigkeiten	278
10	Pistes de développement	286
10.1	Bereich 1: Gezielte Verstärkung der Digitalisierung in der Bildung	287
10.2	Bereich 2: Vorsichtiger Ausbau der Digitalisierung in der Bildung	295
	Références	300
	Bibliographie	301
	Graphiques	340
	Tableaux	344
	Annexe A: Répertoire des abréviations	345
	Annexe B: Glossaire	347
	Annexe B: Jeux de données utilisés	353
	Remerciements	359

I. Management Summary

Intitulé « La numérisation dans l'éducation », le présent rapport présente les connaissances disponibles sur l'état actuel ainsi que sur les effets de la numérisation dans l'espace éducatif suisse. Il s'agit d'un travail complémentaire relatif au monitoring de l'éducation en Suisse. Il a été élaboré par l'agence spécialisée Educa sur mandat des comités de coordination de la direction des processus en matière de collaboration dans l'éducation de la Confédération et des cantons. Rédigé entre janvier 2020 et mai 2021, ce rapport a été établi en étroite concertation avec le Secrétariat général de la CDIP et le Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI).

Ce rapport fournit deux contributions clés: d'une part, il définit quelles sont les informations pertinentes pour un monitoring de la numérisation dans l'éducation sur la base d'un passage en revue des enquêtes et recensements internationaux existants. Il en déduit un cadre conceptuel destiné à la partie empirique du présent document. D'autre part, en recourant à ce cadre conceptuel, il apporte des connaissances sur l'utilisation des ressources numériques, leurs effets, et les conditions à remplir pour qu'elles soient exploitées avec succès dans le système éducatif suisse, et ce, du degré primaire au degré secondaire II inclus. Ces connaissances sont structurées, évaluées et traitées de telle sorte que la numérisation dans les institutions des différents degrés d'enseignement puisse être décrite et expliquée, et qu'elle puisse être appréciée sous l'angle des trois critères d'évaluation du « Rapport sur l'éducation en Suisse » (à savoir: efficacité, efficience et équité). Ce rapport repose exclusivement sur l'analyse de la littérature scientifique et de jeux de données secondaires, étant précisé qu'il examine de manière critique la pertinence de la statistique sur l'éducation et de la recherche en éducation du point de vue des problématiques choisies.

La structure et la logique de la partie empirique du rapport sont conformes à celles du « Rapport sur l'éducation en Suisse » du Centre suisse de coordination pour la recherche en éducation (CSRE). Dans un premier temps, il décrit les conditions cadres sociétales et économiques qui ont une influence directe ou indirecte sur la numérisation dans le système éducatif. Figurent parmi elles, p. ex., le changement des compétences demandées sur le marché du travail, des informations sur des habitudes d'utilisation des médias numériques au sein de la population, ou leurs conséquences sur la santé physique et le bien-être psychique des enfants et adolescents. Nous traitons ensuite d'autres thèmes qui, en raison de leur validité pour la totalité des degrés d'enseignement, de la complexité de la littérature y afférente, ou de limitations dans les données disponibles, ne peuvent pas être clairement attribués à un degré d'enseignement déterminé. En font partie des questions sur la contribution des ressources numériques au succès de l'apprentissage. Puis nous présentons des informations spécifiques aux différents degrés d'enseignement. Enfin,

nous décrivons ce que l'on sait déjà sur les effets de l'acquisition des compétences numériques sur la vie des élèves, à savoir des effets qui se font sentir au-delà de la période de scolarité, p. ex. des effets sur la participation au marché du travail ou sur le salaire réalisé plus tard.

Les leçons clés du rapport nous permettent d'en déduire des pistes de développement possibles pour l'aménagement ultérieur de l'intégration des technologies et ressources numériques à l'école et dans l'enseignement (champ d'action 1) ainsi que pour l'amélioration du monitoring de la numérisation (champ d'action 2). Ces pistes de réflexion résultent directement des résultats statistiques, tout comme de l'ajustement entre les informations effectivement disponibles et la typologie de l'état actuel des informations sur la numérisation dans l'éducation définie par le cadre conceptuel.

Ce rapport est conçu en priorité comme une source d'informations destinée aux milieux de la politique de l'éducation, de l'administration de l'éducation, ainsi qu'au grand public intéressé par la politique de l'éducation. Pour ces parties prenantes, il présente pour la première fois de manière complète l'état actuel du savoir sur la numérisation dans l'éducation et fournit des renseignements sur d'éventuelles connaissances lacunaires. Il aimerait ainsi soutenir également l'extension du système de prise de décision basé sur des preuves au sein du système éducatif à des questions d'utilisation et d'exploitation des ressources numériques pour l'enseignement, l'apprentissage et l'organisation des écoles.

II. Pour la lectrice et le lecteur pressés

II.I	Mandat et objectifs du présent rapport	VI
II.II	Cadre conceptuel	VI
II.III	Leçons clés du rapport	VII
II.IV	Pistes de développement et options d'actions	XIII

Intitulé «La numérisation dans l'éducation», le présent rapport traite des connaissances scientifiques existantes sur l'état actuel et les effets de la numérisation dans l'éducation. Il met l'accent sur le système éducatif suisse. Ce rapport relatif au monitoring de l'éducation en Suisse est un travail complémentaire établi par l'agence spécialisée Educa. Sa forme et sa structure s'inspirent fortement du «Rapport sur la formation en Suisse» du Centre suisse de coordination pour la recherche en éducation (CSRE). Le rapport procède de manière séquentielle sur la base d'un passage en revue des systèmes existants de monitoring de la numérisation étudiés dans un contexte international (chapitre 2). Nous définissons tout d'abord les aspects de la numérisation dans l'éducation qui sont pertinents pour le présent rapport (chapitre 3). Le chapitre 4 discute ensuite les conditions cadres sociétales et économiques qui ont une influence directe ou indirecte sur la numérisation dans le système éducatif. Les thèmes qui, en raison de leur validité pour la totalité des degrés d'enseignement, de la complexité de la littérature y afférente, ou des limitations dans les données disponibles, ne peuvent pas être clairement attribués à un degré de scolarité déterminé, sont présentés au chapitre 5. Puis des informations spécifiques aux différents degrés de scolarité sont traitées dans les trois chapitres suivants (du chapitre 6 au chapitre 8). Les avantages d'ordre privé dus à l'acquisition des compétences numériques dont les effets se font sentir au-delà de la période de scolarité, p. ex. leur impact sur les revenus et les rentes des consommateurs, sont discutés dans le chapitre intitulé «Effets cumulatifs» (chapitre 9).

Les informations figurant dans tous les chapitres sont en principe de nature descriptive, c.-à-d. qu'elles présentent ce qui peut être énoncé au sujet de la situation dans le système éducatif sur la base des données disponibles et de la littérature scientifique y afférente. Le rapport s'abstient de toute évaluation normative.

II.I Mandat et objectifs du présent rapport

Dans le cadre de leur collaboration en matière d'éducation, la Confédération (Département fédéral de l'économie, de la formation et de la recherche, DEFR) et les cantons (Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique, CDIP) traitent des questions qui concernent la qualité et la perméabilité de l'espace éducatif suisse. À cet effet, ils ont conjointement fait appel aux comités de coordination « Monitoring de l'éducation » et « Numérisation dans l'éducation ». Ces deux comités ont confié à l'agence spécialisée Educa le mandat consistant à élaborer un rapport intitulé « La numérisation dans l'éducation ». Les objectifs du présent rapport sont les suivants:

- 1) Offrir une vue d'ensemble de l'état actuel de la diffusion des technologies et compétences numériques en Suisse ainsi que des effets liés à ces dernières sur le système éducatif.
- 2) Identifier des informations manquantes dans la recherche scientifique et la statistique, et nommer les lacunes consécutives qui existent dans le système actuel de monitoring de l'éducation.

Rédigé entre janvier 2020 et mai 2021, le présent rapport a été établi en étroite concertation avec le Secrétariat général de la CDIP et le SEFRI.

II.II Cadre conceptuel

Sur la base d'un passage en revue des systèmes existants de monitoring de la numérisation étudiés dans un contexte international (chapitre 3) ainsi que de la littérature scientifique correspondante, le rapport élabore en premier lieu un cadre conceptuel. Ce dernier définit les aspects de la numérisation dans le domaine de l'éducation qui sont pertinents pour le présent rapport. Le cadre conceptuel part du principe qu'une typologie du monitoring de la numérisation dans le système éducatif devrait fournir des réponses aux trois questions essentielles suivantes:

- 1) **Décrire la numérisation:** premièrement, un système de monitoring de la numérisation devrait être en mesure de décrire l'état réel de l'intégration des ressources numériques (à savoir les technologies et les contenus numériques) dans l'enseignement et l'apprentissage, ainsi que l'état réel des ressources numériques destinées à l'organisation de l'enseignement et des activités scolaires quotidiennes. Ce système devrait pouvoir représenter la fréquence selon

laquelle les enseignantes et les enseignants intègrent ces ressources numériques dans leur enseignement, tout comme la finalité et les objectifs du recours à ces ressources.

- 2) **Expliquer la numérisation:** deuxièmement, dans cet état réel, il faut pouvoir éclairer et expliquer les différences existantes entre les enseignantes et les enseignants, les institutions et les systèmes éducatifs. Cela permet de comprendre l'ampleur selon laquelle des caractéristiques et des décisions au niveau du corps enseignant, des écoles et de l'administration de l'éducation ont une influence sur l'utilisation des ressources numériques destinées à l'enseignement et à l'apprentissage.
- 3) **Évaluer la numérisation:** troisièmement, un système de monitoring de ce genre devrait pouvoir fournir des renseignements sur la valeur ajoutée individuelle et sociale qu'apporte l'intégration des ressources numériques dans l'enseignement. Outre des questions d'ordre général sur la contribution des ressources numériques à la mise en place des compétences numériques et à l'efficacité des ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage, ce système devrait aussi évaluer les effets attendus de l'acquisition des compétences numériques en dehors du système éducatif.

L'ensemble de ce cadre conceptuel (« framework ») est présenté visuellement de manière condensée dans le graphique 5. Il reprend en grande partie des éléments des enquêtes et recensements nationaux et internationaux existants.

II.III Leçons clés du rapport

Jeux de données et littérature scientifique

- Il existe des différences considérables entre les degrés de scolarité, les thèmes et les acteurs de l'éducation en ce qui concerne la disponibilité des informations ou des données relatives à la description, à l'explication et à l'évaluation de la numérisation. En particulier pour le degré de scolarité primaire et pour le degré de scolarité secondaire II, on ne dispose guère actuellement d'informations valides. Partant, sur la base des jeux de données existants, il n'est possible de formuler que dans une ampleur limitée des énoncés sur l'état de la numérisation dans les écoles. Cela concerne aussi des problématiques comparativement simples, p. ex. la question de savoir quel est le nombre d'ordinateurs qui existent dans les écoles primaires, quel est le degré de diffusion de ressources d'apprentissage spécifiques, ou quel est le montant des dépenses occasionnées par leur acquisition et leur maintenance.

- Des enquêtes sur l'efficacité des ressources d'apprentissage numériques proviennent presque exclusivement de pays asiatiques ou anglo-saxons. Dès lors qu'on ignore, pour l'essentiel, dans quelle mesure ces informations sont valides et peuvent s'appliquer mutatis mutandis à d'autres systèmes éducatifs, il n'est guère possible de formuler des assertions sur des liens de cause à effet entre l'utilisation de ressources numériques d'enseignement et d'apprentissage et les performances scolaires d'élèves dans le système éducatif suisse. En outre, même dans un contexte international, des enquêtes sur l'hétérogénéité des effets des ressources numériques sur le succès de l'apprentissage font défaut.
- Les informations disponibles relatives aux compétences numériques des apprenantes et des apprenants et des enseignantes et des enseignants proviennent presque exclusivement d'auto-évaluations. Ces informations sont problématiques car les résultats de ces auto-évaluations divergent du niveau de compétences effectivement acquis (voir chapitre 5). Dès lors, ces auto-évaluations n'offrent qu'un tableau fortement déformé de la répartition effective des compétences numériques et ne conviennent que de manière limitée à une analyse des facteurs d'influence possibles sur la formation et l'acquisition de compétences numériques.

Décrire la numérisation

- Ces dernières années, le recours aux ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage a connu une croissance continue. Ainsi, par exemple, le nombre des élèves du degré secondaire I qui, lors d'un jour de la semaine normal, n'utilisent pas l'Internet à des fins scolaires, a presque reculé de moitié entre 2012 et 2018 (voir chapitre 7.1.1).
- Néanmoins, un pourcentage encore non négligeable d'élèves de tous les degrés n'utilisent jamais de terminaux ou appareils numériques à l'école ou pour l'école. En 2020, c'était le cas de près de 20 % de toutes les apprenantes et de tous les apprenants, et ce, pour tous les degrés de scolarité (voir chapitre 5.1).
- L'ampleur du recours aux ressources numériques à l'école et pour l'école dépend fortement de l'âge et du degré de scolarité. Du degré primaire au degré secondaire II, cette utilisation est en continue progression (voir chapitre 5.1). Parallèlement, le degré de motivation des élèves pour le travail avec des appareils numériques diminue au fur et à mesure qu'ils avancent en âge.

- Il existe des différences marquantes selon les régions linguistiques en matière d'utilisation d'appareils numériques par les élèves à l'école. Les écoles de Suisse alémanique ont tendance à utiliser plus fréquemment des contenus numériques axés sur l'enseignement que les écoles de Suisse latine (voir chapitres 5.1 ; 6.1.1 ; 7.1.2). Ces différences se manifestent également dans les cantons plurilingues (voir chapitre 7.1.2).
- Il arrive souvent – particulièrement en Suisse latine – que des appareils numériques soient utilisés en tant que moyens servant à soutenir l'enseignement frontal, par exemple pour la présentation de contenus de l'enseignement (voir chapitre 7.1.3).
- Il arrive souvent que des appareils numériques et des contenus numériques soient utilisés en tant que moyens de motivation et d'encouragement individuel pour des élèves dont les performances sont a priori plus faibles (voir chapitres 6.1.2 ; 7.3.1.5).

Expliquer la numérisation

- En moyenne, le volume d'équipement des écoles en terminaux et appareils numériques a augmenté ces dernières années. Dans le même temps, les différences entre les écoles se sont accrues (voir chapitres 6.2 ; 7.2.2).
- Les écoles qui se trouvent en Suisse latine ont tendance à disposer d'un moindre volume d'équipement en terminaux et appareils numériques (voir chapitre 7.3.3.2).
- Les directrices et les directeurs d'école ont tendance à qualifier de « bonnes » les compétences numériques des enseignantes et des enseignants. Toutefois, selon les données de l'enquête PISA de 2018, dans un tiers environ de toutes les écoles du degré secondaire I, les enseignantes et les enseignants ne disposaient pas des compétences techniques et pédagogiques requises pour être en mesure d'utiliser des appareils numériques dans l'enseignement (voir chapitre 7.2.4).
- Pour ce qui est de la culture scolaire numérique, la Suisse figure légèrement derrière les autres pays membres de l'OCDE. Ainsi, la plupart des écoles du degré secondaire I disposent certes d'une réglementation écrite sur l'utilisation d'appareils numériques, mais seul un tiers environ du corps enseignant consacre explicitement du temps à l'échange et à l'évaluation des supports et méthodes d'enseignement pour lesquels des appareils numériques sont utilisés. Ce pourcentage est nettement inférieur à la moyenne des pays de l'OCDE (voir chapitre 7.2.6).

Évaluer la numérisation

Efficacité

- Le recours aux ressources numériques peut accélérer et améliorer les processus et performances d'apprentissage. Ce constat est valable en particulier si ces ressources apportent leur appui aux élèves lorsqu'ils apprennent de manière autonome, et lorsqu'ils exercent ou élaborent de manière autonome certaines situations de fait (voir chapitre 5.2).
- Si des ressources numériques sont utilisées dans l'interaction entre les apprenantes et les apprenants et les enseignantes et les enseignants, le critère décisif pour l'efficacité de l'enseignement est la question de savoir si oui ou non et comment des méthodes d'enseignement traditionnelles sont remplacées ou complétées par des ressources numériques. Tendanciellement, il semble que des ressources numériques qui soutiennent l'enseignante et l'enseignant, p. ex. en enrichissant des explications par des visualisations supplémentaires ou par des exemples pratiques supplémentaires, induisent un effet de gain positif pour les performances d'apprentissage des élèves. En revanche, si des ressources numériques sont utilisées pour remplacer un membre du corps enseignant, p. ex. en externalisant la tâche consistant à fournir des explications et un encadrement individuel et en la confiant à un ordinateur ou à un programme informatique d'apprentissage, les performances des élèves ont plutôt tendance à se détériorer (voir chapitre 5.2).
- Les résultats de différentes évaluations de ressources numériques d'apprentissage montrent aussi qu'il existe des différences considérables dans le niveau de qualité d'applications informatiques techniquement similaires (voir chapitre 5.2). Il faudrait donc procéder à une évaluation des ressources numériques au niveau de l'application informatique individuelle.
- Dans les jeux de données provenant de la Suisse, on constate qu'il existe tendanciellement une corrélation négative entre la fréquence d'utilisation des ressources numériques et les performances des élèves. Mais ce constat est imputable (du moins en partie) à la sélection d'élèves dont les performances sont a priori plus faibles dans les données sur une utilisation plus fréquente des ressources numériques (voir chapitres 6.3.1.3 ; 7.3.1.4).
- Parallèlement, il existe des écoles dont les résultats s'écartent de manière significative de cette corrélation. Les élèves de ces écoles utilisent de manière intensive les appareils numériques dans l'enseignement et réalisent des perfor-

mances scolaires de niveau élevé (voir chapitres 6.3.1.3 ; 7.3.1.4). Une problématique d'importance centrale pour des recherches scientifiques ultérieures est celle de savoir pourquoi ces écoles ont des résultats qui divergent aussi nettement de la tendance globale observable (voir chapitre 10.2.2).

- Les résultats d'études internationales indiquent que jusqu'à présent, des compétences numériques sont acquises essentiellement en dehors de l'école (voir chapitre 7.3.1.3).
- En Suisse également, les compétences numériques auto-évaluées varient surtout entre les apprenantes et les apprenants. Les différences existantes en matière de compétences numériques et d'intérêt pour le travail avec les technologies de l'information et de la communication (TIC) s'expliquent plutôt par l'existence de différences individuelles entre les apprenantes et les apprenants, et moins par l'existence de différences structurelles entre les cantons ou entre des régions linguistiques (voir chapitres 6.3.1.1 ; 7.3.1.2).
- Un accès sans restriction à l'Internet dans des institutions d'éducation entraîne fréquemment une utilisation privée intensive dans l'enseignement, ce qui peut se traduire, à moyen et long terme, par des performances d'apprentissage plus faibles (voir chapitre 5.3).
- Dans le contexte international, on ne constate qu'une faible corrélation entre le volume d'équipement des écoles, la transmission de compétences numériques dans l'enseignement, et les compétences numériques des apprenantes et des apprenants mesurées sur la base des performances (voir chapitre 7.3.1.3).

Efficiences

- En raison de l'absence d'études relatives à l'impact des ressources numériques sur le succès de l'apprentissage, et en l'absence d'informations fiables sur le montant des dépenses des écoles, des communes et des cantons consacrées à ces ressources, on ne peut formuler aucun énoncé sur l'efficacité des ressources numériques (voir chapitre 3.5).
- Toutefois, des évaluations internationales montrent que l'efficacité en matière de coûts de l'utilisation des ressources numériques, en raison de l'impact important d'une formation scolaire formelle sur le niveau ultérieur des revenus des personnes concernées, est déterminée en priorité par l'impact sur les performances d'apprentissage. Dès lors, même en cas d'améliorations minimales des performances d'apprentissage dues à l'utilisation de ressources

numériques, on peut s'attendre pour cette raison à une augmentation du revenu moyen portant intérêts dont le niveau sera nettement supérieur aux dépenses initiales consenties pour l'acquisition et la maintenance de ces ressources (voir chapitre 5.5).

Équité

- L'équipement des écoles en terminaux et appareils numériques ne constitue pas un problème d'équité au sens traditionnel du terme. En effet, cet équipement ne dépend pas de la situation socio-économique des apprenantes et des apprenants (voir chapitre 7.3.3.2).
- En revanche, l'équipement des ménages privés en appareils numériques présente clairement des gradients socio-économiques. Les ménages situés dans la partie inférieure de la courbe de répartition des revenus disposent nettement plus rarement d'un nombre d'appareils numériques suffisant pour permettre à chaque enfant en cours de formation d'accéder sans restrictions à un tel appareil. Ce sous-approvisionnement en appareils numériques concerne moins de 4 % des ménages les plus aisés, mais plus de 20 % des ménages les plus modestes (voir chapitres 4.1.1 ; 6.3.3.2 ; 7.3.3.3).
- On ne constate guère d'indications qui laisseraient à penser que la disponibilité et l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement déploieraient des effets différents en fonction de sous-groupes d'élèves concernés. Toutefois, l'âge des élèves constitue une exception. En effet, les apprenantes plus âgées et les apprenants plus âgés ont plutôt tendance à être en mesure de maîtriser avec succès l'usage des ressources numériques lors de l'apprentissage (voir chapitres 5.2 ; 7.3.3.1).
- Les élèves garçons présentent un intérêt significativement plus élevé pour les technologies numériques et sont nettement plus motivés à les utiliser pour l'apprentissage que les élèves filles (voir chapitres 5.1 ; 6.3.1.1 ; 8.3.3.1). En outre, les garçons évaluent leurs compétences en technologies numériques à un niveau nettement plus élevé que les filles. Toutefois, les résultats de tests standardisés montrent que, dans de nombreux cas, les performances effectivement mesurées ne confirment pas de la même façon ces différences dans l'auto-évaluation. Bien au contraire, dans les évaluations de compétences numériques basées sur les performances, les filles font mieux que les garçons, notamment dans la recherche, le traitement et la communication d'informations (voir chapitres 5.8 ; 6.3.1.2).

- Jusqu'à présent, ce sont surtout les personnes qui sont au bénéfice d'une formation tertiaire qui profitent de l'offre croissante de formations continues disponibles en ligne. C'est pourquoi, à l'heure actuelle, les offres de formation continue en ligne contribuent plutôt à un approfondissement qu'à un nivellement des gradients socio-économiques existants dans l'éducation et la formation (voir chapitre 9.2.2).

Effets cumulatifs

- Les compétences numériques apportent à la fois des avantages financiers et des avantages non financiers, et ce, tant sur le plan individuel qu'au niveau de la société dans son ensemble (voir chapitre 9).
- Sur le plan international, on estime que l'avantage salarial lié au fait que des employées et des employés disposent de compétences numériques est d'environ +8% (voir chapitre 9.1.1).

II.IV Pistes de développement et options d'actions

Les leçons clés du rapport permettent d'en déduire une série de pistes de développement possibles pour la structuration ultérieure de l'intégration des technologies et ressources numériques à l'école et dans l'enseignement (champ d'action 1) ainsi que pour l'amélioration du système de monitoring de la numérisation (champ d'action 2). Ces pistes de réflexion découlent directement des résultats statistiques, mais résultent aussi indirectement de l'ajustement entre la typologie du monitoring de la numérisation décrite par le cadre conceptuel et les informations effectivement disponibles à ce sujet. Elles sont présentées dans le détail au chapitre 10.

Champ d'action 1: renforcer de manière ciblée la numérisation dans l'éducation

- a) Consolider et étendre la position des écoles en tant qu'actrices d'importance décisive pour la transmission des compétences numériques: la transmission institutionnalisée des compétences numériques est un critère d'importance cruciale qui permet à tous les enfants et adolescents d'avoir les mêmes chances d'acquérir ces compétences. Afin de soutenir le mieux possible cette transmission, il faut instaurer les conditions préalables suivantes:

- i. Faire progresser le développement déjà prévu du cadre de compétences valable pour toute la Suisse applicable aux compétences numériques des acteurs du système éducatif.
 - ii. Contrôler les compétences numériques à l'échelle de toute la Suisse, et ce, sur une base comparable et fondée sur les performances.
 - iii. Renforcer la coordination et la mise en réseau de projets en cours portant sur la définition des compétences numériques dans les différentes régions du pays et pour les différents degrés de scolarité.
- b) Renforcer et évaluer la formation et la formation continue des enseignantes et des enseignants: la formation et la formation continue du corps enseignant joue un rôle central pour l'utilisation des ressources numériques générant une valeur ajoutée dans l'apprentissage et l'enseignement. Pour pouvoir tirer parti de l'hétérogénéité existante dans la formation des enseignantes et des enseignants afin d'identifier des exemples de meilleures pratiques (« best practice ») et pour pouvoir les utiliser lors du développement ultérieur de l'offre axée sur la demande, il est nécessaire de disposer d'informations sur les effets des offres de formation et de formation continue existantes:
- i. Il s'agit d'évaluer de manière systématique les offres existantes dans la formation du corps enseignant dans le domaine de la numérisation.
 - ii. Il faut étudier de manière systématique la littérature spécialisée sur les effets des ressources numériques destinée aux responsables de la formation du corps enseignant ainsi qu'aux enseignantes elles-mêmes et aux enseignants eux-mêmes.
- c) Observer et adapter les conditions cadres dans les écoles: il existe d'importantes différences, toujours croissantes, dans l'équipement en appareils numériques ainsi que dans la « culture scolaire numérique » entre les écoles de Suisse. Afin de corriger le tir, les options d'action suivantes doivent être examinées:
- i. Faire progresser la définition de standards d'équipement destinés aux écoles.
 - ii. Accorder des ressources en temps aux enseignantes et enseignants pour le développement, l'échange et l'évaluation des ressources numériques.
 - iii. Programmer à long terme l'introduction de ressources numériques.

- iv. Pour l'enseignement à distance et pour les approches « Bring Your Own Device » (BYOD), tenir compte des différences qui existent dans l'équipement des ménages.
- d) Évaluer l'efficacité des ressources numériques d'apprentissage au niveau de la ressource individuelle: il existe des différences considérables dans l'efficacité des ressources numériques d'apprentissage, même pour des produits techniquement similaires. Partant, il faudrait procéder à une évaluation de l'efficacité d'une technologie d'apprentissage au niveau du produit individuel. Pour y parvenir, il existe différentes options:
- i. Créer des systèmes d'incitation qui pousseront les fabricants à apporter la preuve de l'efficacité de leur produit.
 - ii. Mettre à disposition des écoles et du corps enseignant des outils qui leur seront utiles lors de l'évaluation autonome de l'efficacité des ressources d'apprentissage numériques.
 - iii. Rassembler techniquement des informations sur les fréquences d'utilisation des ressources numériques et les mettre en lien avec des données de performance standardisées.
- e) Tenir compte du potentiel de distraction élevé des médias numériques: en raison du potentiel de distraction élevé de certains contenus numériques, l'accès sans restrictions à l'Internet dans des institutions d'éducation peut avoir un effet négatif sur les performances scolaires. Pour l'éviter, il est nécessaire de disposer de règles claires et, le cas échéant, de restrictions d'accès.

Champ d'action 2: étendre de manière judicieuse le monitoring de la numérisation dans l'éducation

- a) Comblent des lacunes d'information: pour ce qui est de la disponibilité d'informations permettant de décrire et d'expliquer la numérisation dans l'éducation, il existe actuellement des différences considérables entre les degrés de scolarité, les thèmes et les acteurs de l'éducation. Afin de compenser ces différences et de compléter de manière judicieuse la base de données existante, plusieurs possibilités sont envisageables:

- i. Permettre une gestion plus intensive des jeux de données existants.
 - ii. Saisir, cataloguer, standardiser et rendre accessibles des jeux de données administratives (communales, cantonales et institutionnelles).
 - iii. Participer à des recensements de données internationaux existants.
 - iv. Compléter des recensements de données nationaux existants.
 - v. Lancer un ou des recensement(s) de données autonome(s), ou étendre, consolider et pérenniser des projets existants.
 - vi. Exploiter de « nouvelles » sources de données.
- b) Encourager la recherche sur les effets en faisant appel à des données provenant du système éducatif suisse: c'est précisément dans l'optique de l'étude des liens de cause à effet entre des facteurs dus à l'école, des caractéristiques propres aux enseignantes et enseignants, et les performances des élèves qu'il existe de grandes incertitudes. Afin d'obtenir des informations valides sur les effets des ressources numériques dans l'espace éducatif suisse, il est nécessaire de renforcer les efforts de recherche sur ces relations de causalité (et sur leur hétérogénéité) dans l'espace suisse de formation:
- i. Il faut encourager la recherche scientifique réalisée directement et indirectement avec des données provenant de Suisse (à savoir: via la mise à disposition de jeux de données qui rendent possibles l'analyse de chaînes de cause à effet).
 - ii. Il s'agit d'évaluer scientifiquement l'introduction de ressources numériques dans l'espace suisse de formation.

1 Introduction

1.1	Mandat et objectifs du présent rapport	1
1.2	Structure du rapport	4

La numérisation n'a pas attendu le printemps 2020 et la fermeture des classes due au COVID-19 pour changer la manière d'apprendre, d'enseigner et de vivre dans les écoles. Depuis des années, l'importance des technologies numériques (ou « Technologies d'Information et de Communication » [TIC]) ne fait que croître. Elle détermine la structuration et l'organisation d'institutions, de contenus et d'interactions dans le système d'éducation. Elle découle, d'une part, des changements liés à la numérisation qui touchent la société et le marché du travail, et du changement consécutif des exigences posées au système éducatif. D'autre part, elle résulte du potentiel (attendu) des technologies numériques qui permet de contribuer à une structuration efficace, efficiente et équitable de l'espace suisse de formation.

Le recours aux technologies numériques ouvre de nouvelles possibilités à l'organisation de l'école et de l'enseignement, à l'accès aux contenus et informations d'apprentissage, à l'individualisation des objectifs et voies d'apprentissage, à l'aménagement de l'apprentissage coopératif, mais également au monitoring et au pilotage du système éducatif suisse, de ses institutions et de ses acteurs. Dans le même temps, certains redoutent de manière accrue que l'utilisation de ces technologies puisse entraîner d'importants effets secondaires indésirables, p. ex. pour le bien-être psychique, pour la sécurité des données ou pour les performances d'apprentissage des élèves.¹

Intitulé « La numérisation dans l'éducation », le présent rapport rassemble des connaissances sur l'utilisation des ressources numériques, sur les effets de cette utilisation, et sur les conditions préalables au succès de leur utilisation dans le système éducatif suisse, et ce, du degré primaire au degré secondaire II. Ces connaissances sont structurées, évaluées et traitées afin de pouvoir décrire et expliquer la numérisation dans les différents degrés de scolarité et de pouvoir apprécier les critères d'évaluation du monitoring de l'éducation en Suisse (sous l'angle de l'efficacité, de l'efficience et de l'équité). Ce faisant, le rapport se fonde exclusivement sur l'analyse de la littérature scientifique et des jeux de données secondaires, étant précisé qu'il examine de manière critique la pertinence de la statistique sur l'éducation et de la recherche en éducation en ce qui concerne les problématiques choisies.

Ce rapport est conçu en priorité comme une source d'informations destinée aux milieux de la politique de l'éducation, de l'administration de l'éducation, ainsi

¹ Contrairement à ce qui prévaut dans d'autres rapports, le présent rapport utilise le terme « élèves » en le considérant comme un système du terme « apprenantes et apprenants ». Ces concepts désignent tous deux des élèves issus de tous les degrés de scolarité.

qu'au grand public intéressé par la politique de l'éducation. Pour ces parties prenantes, il présente pour la première fois de manière complète l'état actuel du savoir sur la numérisation dans l'éducation et fournit des renseignements sur d'éventuelles connaissances lacunaires. Il aimerait ainsi soutenir également l'extension du système de prise de décision basé sur des preuves au sein du système éducatif suisse à des questions d'utilisation et d'exploitation des ressources numériques pour l'enseignement, l'apprentissage et l'organisation des écoles.

1.1 Mandat et objectifs du présent rapport

Dans le cadre de leur collaboration en matière d'éducation, la Confédération (Département fédéral de l'économie, de la formation et de la recherche, DEFR) et les cantons (Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique, CDIP) traitent des questions qui concernent la qualité et la perméabilité de l'espace suisse de formation. À cet effet, ils ont conjointement fait appel aux comités de coordination « Monitoring de l'éducation » et « Numérisation dans l'éducation ». Ces deux comités ont confié à l'agence spécialisée Educa le mandat consistant à élaborer un rapport intitulé « La numérisation dans l'éducation ». Les objectifs du présent rapport sont les suivants:

- 1) Fournir une représentation actuelle de l'utilisation des ressources numériques dans le système éducatif suisse, dresser un tableau des compétences des acteurs clés du système éducatif suisse dans la gestion de ces ressources, et mettre à disposition des informations sur les effets de la numérisation dans le système éducatif suisse dans la mesure où cela s'avère possible avec les connaissances disponibles tirées de la recherche et de la statistique en éducation. Le présent rapport offre à la lectrice et au lecteur une vue d'ensemble de l'état actuel de la diffusion des compétences et technologies numériques ainsi que des changements dans le domaine de la scolarité obligatoire liés à cette diffusion, et ce, jusqu'au degré secondaire II (du niveau ISCED 1 au niveau ISCED 3). Les données prises pour base à cet effet résident uniquement dans l'étude de sources statistiques de données secondaires, dans l'analyse de la littérature scientifique pertinente ainsi que dans l'examen de documents politiques. En revanche, on n'a pas procédé à des recensements de données autonomes.
- 2) Il y a lieu d'identifier dans la recherche et la statistique des informations importantes, mais qui font défaut à ce jour, tout comme les lacunes qui en résultent dans la fixation actuelle du système de monitoring de l'éducation. À

cette fin, il convient d'étudier les systèmes internationaux existants de monitoring de la numérisation du point de vue de leur orientation conceptuelle, thématique et méthodologique et de les présenter sous la forme d'un résumé. Sur la base de cette analyse, en recourant à des experts issus des milieux de la politique, de la statistique et de la recherche en éducation, il s'agit ensuite de formuler des propositions sur la manière dont on pourrait combler les lacunes de connaissances identifiées.

Rédigé entre janvier 2020 et mai 2021, le présent rapport a été établi en étroite concertation avec le Secrétariat général de la CDIP et le SEFRI.

1.2 Structure du rapport

Ce rapport procède de manière séquentielle. Dans un premier temps, il étudie et résume des systèmes internationaux existants de monitoring de la numérisation (chapitre 2). Les résultats de l'évaluation de ces monitorages sont intégrés dans l'élaboration d'un cadre conceptuel (chapitre 3). Ce cadre définit les aspects de la numérisation dans le domaine de l'éducation qui sont pertinents pour le présent rapport. Ensuite, le chapitre 4 discute les conditions cadres sociétales et économiques qui ont une influence directe ou indirecte sur la numérisation dans le système éducatif suisse. En font partie, p. ex., des questions sur les changements dans la demande de compétences sur le marché du travail, des informations sur les habitudes d'utilisation des médias numériques au sein de la population, ainsi que sur les conséquences de cette utilisation pour la santé physique et le bien-être psychique des enfants et des adolescents. D'autres thèmes qui, en raison de leur validité pour la totalité des degrés d'enseignement, de la complexité de la littérature y afférente, ou des limitations dans les données disponibles, ne peuvent pas être clairement attribués à un degré d'enseignement déterminé, sont présentés au chapitre 5. En font partie des questions sur la contribution des ressources numériques au succès de l'apprentissage. Des informations spécifiques aux différents degrés d'enseignement sont traitées dans les trois chapitres suivants (chapitres 6 à 8). Les avantages d'ordre privé des compétences numériques allant au-delà du seul système éducatif, par exemple leurs effets sur les revenus et les rentes des consommateurs, sont discutés dans le chapitre intitulé « Effets cumulatifs » (chapitre 9).

Les leçons clés du rapport nous permettent d'en déduire des pistes de développement possibles pour la structuration ultérieure de l'intégration des technologies et ressources numériques à l'école et dans l'enseignement (champ d'action 1) ainsi que pour l'amélioration du monitoring de la numérisation (champ d'action

2). Ces pistes de réflexion résultent directement des résultats statistiques, tout comme de l'ajustement entre les informations effectivement disponibles et la typologie de l'état actuel des informations sur la numérisation dans l'éducation définie par le cadre conceptuel.

Les parties du rapport spécifiques aux différents degrés de scolarité font suite au cadre conceptuel élaboré au chapitre 3. Elles contiennent chaque fois les éléments suivants:

- 1) **Décrire la numérisation:** dans ce paragraphe, on présente ce que l'on sait de la diffusion et de l'utilisation des ressources numériques dans l'enseignement, dans l'apprentissage et dans l'organisation des activités scolaires quotidiennes à ce degré de scolarité, resp. ce qu'on peut déduire des jeux de données disponibles. On enregistre la fréquence à laquelle les enseignantes et les enseignants intègrent des ressources numériques dans leur enseignement, avec quelle finalité et pour quels objectifs et on précise comment ces éléments permettent aux élèves de travailler avec ces ressources.
- 2) **Expliquer la numérisation:** cet alinéa contient des informations sur la répartition des conditions préalables structurelles et individuelles à l'utilisation des ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage. Il met en évidence les différences observables entre les écoles s'agissant de l'équipement en appareils numériques, ainsi que la pertinence pédagogique et institutionnelle qui est accordée à ces terminaux numériques pour les activités scolaires quotidiennes et pour l'enseignement. Ce paragraphe contient en outre des informations sur les attitudes, les compétences et les efforts de formation continue des enseignantes et enseignants.
- 3) **Évaluer la numérisation:** ce paragraphe réunit des informations disponibles sur la contribution de l'école à la mise en place des compétences numériques, sur l'efficacité du recours aux ressources numériques pour l'acquisition des compétences de manière générale, des indications sur l'équité en matière d'accès et d'utilisation des ressources numériques, ainsi que des renseignements sur les caractéristiques socio-démographiques des élèves (équité).

Les informations figurant dans tous les paragraphes précités sont en principe de nature descriptive. Cela signifie qu'elles ne représentent que ce qu'on peut énoncer sur la base des données disponibles et de la littérature scientifique sur la situation dans le système éducatif suisse. Elles s'abstiennent de formuler une évaluation normative de cette situation.

2 Le monitoring de la numérisation dans le contexte international

2.1	Enquêtes standardisées sur les performances scolaires	9
2.2	Enquêtes qui mettent l'accent sur l'intégration des ressources numériques	12
2.3	Outils informatiques d'auto-évaluation	13
2.4	Comparaison entre les enquêtes internationales	15

Sur la plan international, une série d'instruments qui permettent de recenser les informations sur l'intégration des technologies numériques dans l'éducation ont été développés à la fin des années 1980. En règle générale, ces enquêtes et recensements ont pris naissance en réaction aux questions posées sur les effets des technologies sur les performances scolaires des élèves, et ils sont donc étroitement liés aux études comparatives internationales des performances scolaires telles que les enquêtes PISA ou les enquêtes PIRLS. L'objectif de ces enquêtes réside dans la mise à disposition d'informations standardisées et comparables à l'échelle internationale portant sur l'intégration des technologies numériques à l'école et dans l'apprentissage. La rapidité de l'évolution technologique et la complexité de ce thème ont toutefois entraîné des adaptations répétées dans les axes prioritaires, la conception et l'opérationnalisation de ces instruments (Fraillon, et al., 2019b). Ces changements sont étroitement liés aux changements dans la perception de la société à l'égard de ces technologies. Caeli & Bundsgaard (2019) décrivent, par exemple, sur une période de 70 ans subdivisée en quatre décennies, le déplacement des axes prioritaires de la discussion politique au Danemark sur le thème du recours aux technologies numériques à l'école primaire. Ils identifient quatre phases différentes: la première phase commence avec des questions sur les effets de la diffusion des ordinateurs sur la société, et sur les connaissances en programmation nécessaires dont devrait disposer la population. Au cours des années 1990, cette phase initiale laisse la place à une deuxième phase qui met au premier plan la formation informatique des élèves pour qu'ils soient en mesure de maîtriser l'utilisation de programmes d'applications, p. ex. pour le traitement de texte et le calcul dans des tableurs. La troisième phase, à savoir les années 2000, en revanche, a été plutôt caractérisée par des questions sur l'intégration pédagogiquement judicieuse des ressources numériques dans l'enseignement des branches, alors que pendant la dernière décennie, la quatrième phase s'est fortement focalisée sur les questions ayant trait aux compétences spécifiques en matière de médias, à la compétence informationnelle et au « Computational Thinking ». On constate des changements similaires également pour l'évolution des instruments de recensement et d'enquête (Fraillon, et al., 2019b).

En outre, du côté des organisations internationales, des outils informatiques d'auto-évaluation ont été récemment lancés pour les écoles (Kampylis, Punie, & Devine, 2015). Ces outils essaient, eux aussi, de rendre quantitativement saisissables des aspects de la numérisation à l'école. Toutefois, l'objectif prioritaire de ces outils n'est pas d'obtenir des statistiques internationalement comparables, mais au contraire d'apporter un appui aux écoles individuelles pour l'intégration des ressources numériques dans l'enseignement et dans les processus d'apprentissage.

En s'inspirant d'une étude de l'Institut de statistique de l'UNESCO (UIS, 2009), on peut distinguer cinq types différents d'enquêtes internationales, plus précisément d'instruments d'enquêtes, à savoir:

- Les enquêtes standardisées sur les performances scolaires (Large-Scale Assessment Studies, LSA), comme les enquêtes PISA ou les enquêtes TIMSS, qui mettent l'accent sur la comparaison et l'évaluation des processus et des résultats de l'éducation.
- Les enquêtes et les programmes d'enquêtes qui se focalisent en priorité sur des questions d'intégration des technologies numériques à l'école et dans l'enseignement ainsi que sur les compétences TIC des écoles, des enseignantes et des enseignants, des apprenantes et des apprenants. Très souvent, ces enquêtes sont mises en œuvre par les mêmes organisations supranationales qui assument également la responsabilité des enquêtes LSA. Historiquement, la plupart du temps, sur le plan organisationnel, ces enquêtes ont pris naissance en tant que structures dérivées (« spin-offs ») de ces enquêtes LSA.
- Les outils informatiques d'auto-évaluation (« self-assessment tools ») développés par des organisations internationales comme l'outil « Self-reflection on Effective Learning by Fostering the use of Innovative Educational Technologies » (SELFIE) de l'Union européenne. Ces types d'outils basés sur des questionnaires sont prioritairement conçus comme des moyens de développement de l'école.
- Des recueils d'études de cas d'une sélection d'écoles choisies dans différents pays, comme le recueil d'études de cas « SITES-M2 » (Kozma, 2003).
- Des directives (« guidelines ») et modèles internationaux existants qui ont pour but de mesurer l'utilisation des technologies dans l'éducation, comme les directives et modèles de l'Institut de statistique de l'UNESCO (2009).

Dans les lignes qui suivent, nous étudions brièvement de manière un peu plus concrète les trois types d'enquêtes les plus importants.

2.1 Enquêtes standardisées sur les performances scolaires

Depuis la première étude comparative internationale en mathématiques, qui a été mise en œuvre en 1959 dans 12 systèmes d'éducation et de formation différents, les études comparatives standardisées font partie intégrante de la coopération internationale dans la recherche scientifique sur l'éducation. Depuis lors, le nombre des études comparatives internationales et régionales a connu une progression rapide (voir Cresswell, Schwantner, & Waters, 2015). Ces études couvrent aujourd'hui une multitude de niveaux scolaires et de catégories d'âge,² et incluent une série croissante d'orientations et problématiques spécialisées.³ Leurs résultats servent en priorité à la comparaison internationale et à l'évaluation mutuelle des différents systèmes éducatifs, ainsi qu'à l'étude de l'évolution de ces données au fil du temps si ces enquêtes sont réalisées de manière répétée. De plus, elles permettent une analyse de la corrélation entre les performances mesurées et les conditions scolaires ainsi qu'entre les caractéristiques individuelles des élèves, même s'il n'est pas forcément possible de déduire de ces corrélations des chaînes de cause à effet (voir Consortium PISA.ch, 2019).⁴

Des questions sur l'utilisation des technologies numériques ont fait leur entrée à partir du début des années 2000 dans les questionnaires des études comparatives internationales. La raison déterminante de l'inclusion de ce type de questions était l'hypothèse selon laquelle les technologies numériques entraîneraient une augmentation de productivité considérable pour les processus d'apprentissage, et que cela se traduirait par des niveaux plus élevés de compétences et de performances scolaires (voir Cuban, 2001).

Du point de vue méthodologique, de nombreuses études internationales se ressemblent puisqu'elles saisissent les performances et compétences des élèves sur la base de jeux de tâches standardisés. Pour pouvoir mettre en lien les données de performance ainsi acquises avec des informations contextuelles, on enregistre à titre supplémentaire des informations d'arrière-plan à différents niveaux (au

2 Par exemple, les enquêtes « Progress in International Reading Literacy Study (PIRLS) » et les enquêtes « Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) » sont parfois déjà réalisées à la fin du degré primaire lorsque les élèves participant à ces enquêtes atteignent l'âge de 10 ans environ. En revanche, ce sont des adultes entre 16 et 65 ans qui participent aux enquêtes du « Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC) ».

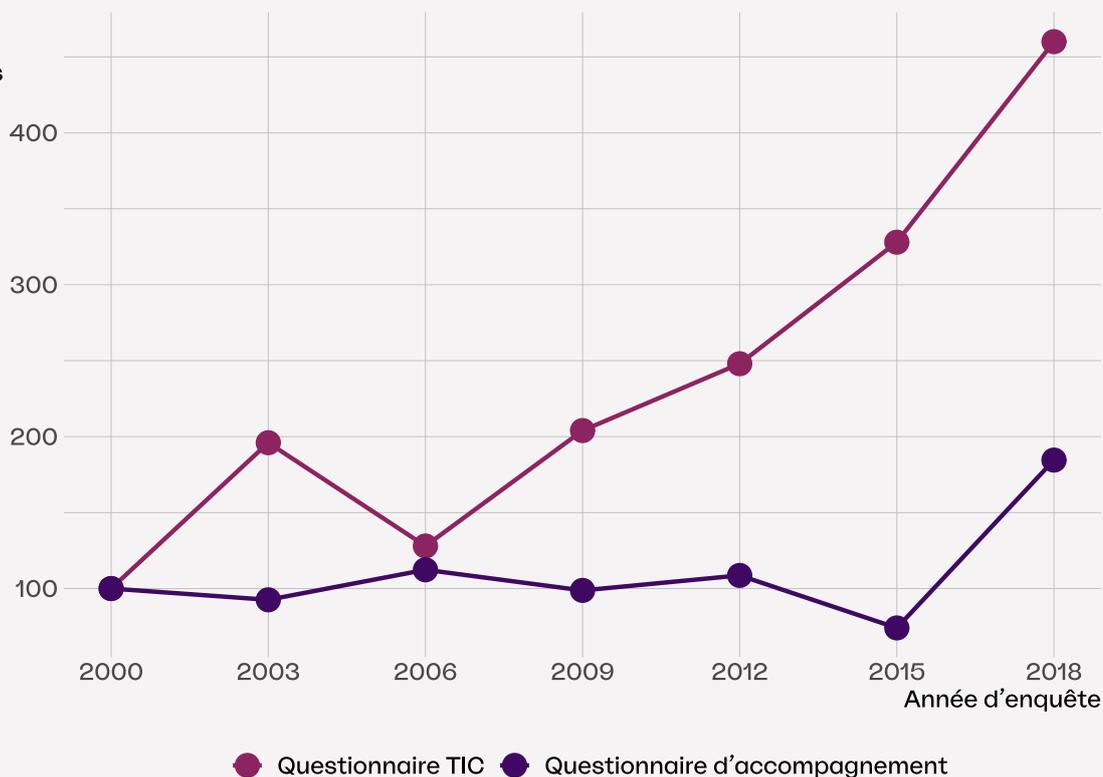
3 Ces aspects spécialisés vont des compétences fondamentales comme les capacités en mathématiques ou en lecture (p. ex. en tant que cœur du « Programme for International Student Assessment (PISA) ») à des concepts et thèmes liés à la citoyenneté et à l'éducation civique (« International Civic and Citizenship Education Study (ICCS) »), en passant par la formation financière de base (la « Financial Literacy » en tant que domaine faisant partie des options PISA 2012 et 2015) ou la créativité (dans le cadre de l'enquête PISA 2021 à venir).

4 La validité, la fiabilité, et surtout l'interprétation des résultats des études internationales sur les performances scolaires et, partant, également la validité des comparaisons reposant sur ces résultats, sont contestées dans la littérature scientifique (Rutkowski & Rutkowski, 2016 ; Kreiner & Christensen, 2013 ; Sjøberg, 2019).

niveau des élèves, des parents, du corps enseignant, des directions des écoles, et au niveau systémique) en faisant appel à des questionnaires. En règle générale, on fixe dans un cadre de questionnaire (« context questionnaire framework ») à quel niveau quels types de dispositifs doivent être recensés. Ce cadre de questionnaire définit les types d'informations qui doivent être considérés comme pertinents, et à quel niveau du système éducatif ils doivent être pris en compte pour l'explication des compétences mesurées. Font également partie de ces informations contextuelles des questions sur l'accès aux médias numériques ainsi que sur l'utilisation de ces médias à l'école et dans la vie quotidienne.

Ces dernières années, dans le cadre des enquêtes standardisées sur les performances scolaires, l'intérêt pour les questions relatives à l'utilisation des médias numériques dans l'enseignement a continuellement progressé. Ainsi, au fil du temps, le nombre des items figurant dans le questionnaire TIC de l'enquête PISA a augmenté de manière presque linéaire (voir graphique 1). Lors de la dernière enquête PISA (2018), ce questionnaire contenait plus de quatre fois plus d'items sur le sujet que lors de la première enquête (2000). En revanche, sur une longue période, le nombre des items figurant dans le questionnaire d'accompagnement est, pour l'essentiel, resté constant, et ce n'est qu'en 2018 que ce nombre a augmenté. Cela témoigne d'un accroissement considérable du degré de pertinence de ces items attribué par le Consortium PISA aux technologies et médias numériques.

Changements relatifs du nombre d'items



Graphique 1: Changements relatifs dans le nombre d'items des questionnaires de l'enquête PISA, de 2000 à 2018
Remarques: propres calculs effectués sur la base des questionnaires des enquêtes PISA 2000 à 2018. Dans le graphique, la ligne (supérieure) plus claire illustre l'évolution relative du nombre des items de questionnaire dans le questionnaire TIC. La ligne (inférieure) plus sombre représente l'évolution relative des items dans le questionnaire d'accompagnement destiné aux élèves. Ces séries temporelles sont toutes deux normées de façon que le nombre figurant dans la première enquête PISA (2000) corresponde à la valeur 100.

Il faut partir du principe que cette tendance se poursuivra à l'avenir. Ainsi, l'OCDE a remanié son questionnaire TIC pour son enquête 2021 à venir. À cette fin, en collaboration avec la Commission européenne, on a élaboré pour la première fois un cadre conceptuel (un « framework ») pour ce questionnaire (Lorenceau, Marec, & Mostafa, 2019 ; OECD, 2019b).

L'intérêt principal de ce « framework » réside dans le fait de documenter l'utilisation des ressources numériques par les élèves.

2.2 Enquêtes qui mettent l'accent sur l'intégration des ressources numériques

Les responsables de la recherche internationale sur l'éducation ont déjà lancé relativement tôt des enquêtes et des programmes de recensement pour saisir l'intégration des technologies numériques à l'école et dans l'enseignement. Les objectifs de ces enquêtes étaient et sont encore les suivants:

- mettre à disposition des informations internationalement comparables sur l'ampleur et le type d'intégration des technologies numériques dans les systèmes éducatifs nationaux
- décrire les effets des technologies de l'information et de la communication (TIC) sur les processus d'éducation et de formation
- saisir et évaluer de manière systématique des facteurs qui soutiennent ou entravent l'usage pédagogique de ces technologies.

Ces derniers temps, des enquêtes sur les résultats de l'éducation axées sur les TIC ont été étendues, notamment en y ajoutant des questions sur les compétences. En raison de leur focalisation spécifique sur l'utilisation et l'intégration des technologies numériques dans l'éducation, et compte tenu de leur approche conceptuelle et de la grande étendue des informations recensées, ces études sont devenues nettement plus complexes et plus détaillées que les comparaisons des performances scolaires conçues de manière plus large. En effet, les comparaisons de performances scolaires se focalisent sur l'utilisation par les élèves des technologies numériques. À la différence de ces dernières, des enquêtes spécialisées mettent l'accent en priorité sur l'intégration de ces technologies à l'école. Dès lors, ce sont surtout les directrices et directeurs d'écoles ainsi que le corps enseignant qui sont interrogés dans ce type d'enquêtes.

Du point de vue méthodologique, ces enquêtes spécialisées présentent une grande similarité avec des comparaisons standardisées de performances scolaires. Il s'agit d'enquêtes représentatives par sondages basées sur des questionnaires qui sont réalisées en parallèle avec les mêmes outils ou avec des outils d'enquêtes très semblables dans plusieurs systèmes de éducatifs.

Figurent parmi les représentants les plus connus de ce type d'enquêtes les séries d'enquêtes de l'International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), telles que « Computers in Education » (Pelgrum & Plomp, 1991 ; Pelgrum & Plomp, 1993 ; Pelgrum, Janssen Reinen, & Plomp, 1993), les trois en-

quêtes de la série « Second Information Technology in Education Studies » (Plomp, Pelgrum, & Carstens, 2009 ; Pelgrum & Anderson, 2001a ; Kozma, 2003), ainsi que les deux enquêtes de l'« International Computer and Information Literacy Study » (Fraillon, et al., 2014 ; 2019b). Au niveau européen également, depuis le début des années 2000, des informations systématiquement comparables sur l'intégration des ressources numériques à l'école et dans l'enseignement sont mises à disposition avec les « Survey of Schools: ICT in Education » (European Commission, 2013b ; Wastiau, et al., 2013 ; Deloitte & Ipsos MORI, 2019) et les rapports Eurydice (European Commission/EACEA/Eurydice, 2019 ; 2011).

2.3 Outils informatiques d'auto-évaluation

Au cours de cette dernière décennie, on assiste à un renforcement du développement et à une introduction accrue d'outils d'auto-évaluation de la situation institutionnelle s'agissant de l'intégration des ressources numériques dans l'enseignement et les activités scolaires quotidiennes, ou d'outils d'auto-évaluation ayant pour but d'évaluer les compétences individuelles, et ce, tant sur le plan national qu'international (Kampylis, Punie, & Devine, 2015). L'objectif de ces tools d'auto-évaluation consiste à fournir des informations aux écoles ou aux enseignantes et enseignants pour qu'ils connaissent l'ampleur de l'intégration des ressources numériques dans l'enseignement et les activités scolaires quotidiennes, et pour qu'ils connaissent leur degré d'expertise dans leur mode d'utilisation de ces ressources numériques. Ces tools permettent aux acteurs concernés d'identifier leurs forces et faiblesses sur la base de critères précis et d'évaluer ainsi leurs potentiels de développement.

En règle générale, ces outils d'auto-évaluation se basent sur des questionnaires qui sont remplis en ligne par les participantes et les participants. L'évaluation fournit des renseignements sur le niveau d'expertise de la personne interrogée ou de l'école participante comparé à un niveau d'expertise de référence théorique défini à l'avance. En outre, ces outils donnent des informations sur le niveau de résultat obtenu par une participante et un participant par comparaison avec d'autres unités interrogées présentant des caractéristiques similaires (p. ex. matière spécialisée enseignée ou degré de scolarité concerné). À la différence des enquêtes et comparaisons de performances scolaires usuelles, la participation à ces études par questionnaires est généralement facultative et se fait à la propre initiative des intéressés. Sur la base des résultats de ces tools d'auto-évaluation, on ne peut formuler que de manière limitée des énoncés comparatifs sur la diffusion de certains modèles de pratique ou de certaines compétences entre toutes les écoles ou entre toutes les enseignantes et tous les enseignants. Il n'en

demeure pas moins que ces outils définissent ce qu'on entend par « intégration des ressources numériques » dans l'enseignement et à l'école. Ces tools mettent ainsi à disposition des informations supplémentaires pour l'opérationnalisation de ce concept. Rien qu'au niveau européen, il existe plusieurs projets internationaux de ce genre, notamment le « Future Classroom Maturity Model » (European Schoolnet, 2010) ou le « Technology-Enhanced Teaching – Self-Assessment Tool » (Abbiati, et al., 2018).

2.3.1 SELFIE

Le tool d'auto-évaluation « Self-reflection on Effective Learning by Fostering the Use of Innovative Educational Technologies (SELFIE) » de la Commission européenne est un exemple d'outil d'auto-évaluation qui a été développé en tant qu'instrument ayant pour but de soutenir l'évolution de l'école dans l'utilisation des technologies numériques à des fins d'apprentissage. Cet outil est le fruit d'un programme de recherche scientifique qui s'est déroulé sur trois ans, au cours duquel on a d'abord élaboré un cadre de référence destiné aux établissements de formation disposant de bonnes compétences en matière d'utilisation de ressources numériques (DigCompOrg) (Kampylis, Punie, & Devine, 2015). Ce cadre de référence constitue l'arrière-plan conceptuel de SELFIE. Au final, sept domaines ont été identifiés qui permettent de décrire et d'évaluer, pour l'ensemble des degrés de scolarité, l'utilisation des technologies numériques dans les écoles. Chacun de ces sept domaines met l'accent sur un autre aspect du processus complexe d'intégration et d'utilisation effective des technologies numériques d'apprentissage. Mais tous ces éléments sont considérés comme mutuellement liés et constitutifs d'un même ensemble (Kampylis, et al., 2016).

Ces sept éléments du cadre de référence sont subdivisés en 15 sous-éléments, qui sont à leur tour subdivisés en 74 énoncés élémentaires ou « descripteurs ». Ces descripteurs forment la base de l'opérationnalisation du cadre de référence par l'outil SELFIE (Devine, 2019). Il est composé de questionnaires disponibles de manière légèrement différente selon les degrés de scolarité allant du degré primaire au degré secondaire II (ces questionnaires peuvent être remplis à l'école de manière générale, mais aussi en cours d'emploi). Ces questionnaires couvrent trois niveaux (direction de l'école, corps enseignant, élèves) pour lesquels ont été fixées des étendues de sondages différentes en fonction de la taille de l'école concernée.

2.4 Comparaison entre les enquêtes internationales

Au niveau des organisations internationales, pendant cette dernière décennie, un nombre considérable d'outils et de dispositifs de mesure ont été développés pour saisir l'intégration des ressources numériques dans l'éducation. Le Tableau 1 résume les caractéristiques structurelles clés des enquêtes mentionnées dans le paragraphe précédent. Qu'il s'agisse d'une partie d'une comparaison globale de performances scolaires ou d'une enquête spécifique relative aux technologies numériques, les enquêtes standardisées sont celles qui sont de loin les plus répandues. Tous ces instruments ont pour but de fournir des informations aux acteurs du système éducatif sur l'état actuel de l'intégration et de l'utilisation de ces ressources, et d'identifier ainsi de manière ciblée des exemples de bonnes pratiques (« good practice ») et des potentiels d'amélioration.

Toutefois, l'intérêt concret à obtenir ces connaissances – à savoir le but d'utilisation de l'instrument concerné – ainsi que le public cible de ce dernier varient considérablement. Les enquêtes standardisées et les directives (« guidelines ») internationales se considèrent en priorité comme des outils de monitoring. Dès lors, elles servent à informer les responsables de la politique et du pilotage de l'éducation. En revanche, les outils d'auto-évaluation s'adressent en priorité aux écoles individuelles ou aux enseignants individuels. Par conséquent, ces instruments diffèrent dans la manière dont sont sélectionnées les personnes et les institutions en vue d'une participation à l'enquête. Les enquêtes standardisées par sondages travaillent en faisant appel à des panels (échantillons représentatifs). Ces groupes représentatifs de personnes ou institutions sont donc sélectionnés pour faire en sorte qu'à partir des indications qu'ils fournissent, on puisse tirer des conclusions pour l'ensemble des acteurs (p. ex. pour la totalité du système éducatif). Pour leur part, les outils d'auto-évaluation sont ouverts en principe à toute personne ou institution intéressée. De ce fait, en règle générale, ce sont les intéressées et intéressés qui se sélectionnent elles-mêmes et eux-mêmes pour participer à l'enquête. Partant, il n'est pas possible de formuler des énoncés, ou seulement dans des conditions préalables déterminées, sur l'ensemble concerné dont proviennent les participantes et les participants (p. ex. sur toutes les écoles d'un même degré de scolarité) (Imbens & Rubin, 2015 ; Mercer, et al., 2017).

Il existe également des différences du point de vue des problématiques clés choisies par ces outils. Ainsi, par exemple, l'objectif prioritaire du questionnaire TIC de l'enquête PISA consiste à rassembler des informations sur l'utilisation des TIC par les élèves (Lorenceau, Marec, & Mostafa, 2019). En revanche, la série

d'enquêtes ICILS a pour but de recenser les compétences de ce groupe axées sur les ordinateurs et l'information (Fraillon, Ainley, Schulz, Duckworth, & Friedman, 2019). Le but du tool d'auto-évaluation SELFIE est de fournir un aperçu global sur l'utilisation des technologies numériques dans l'enseignement et à des fins d'apprentissage au niveau de la totalité de l'école (Kampylis, et al., 2016).

Malgré les différences considérables précitées, leurs hypothèses conceptuelles de base ont de très nombreux points communs. Tous ces instruments partent de la prémisse (qui n'est pas toujours explicitement formulée) selon laquelle tant le type d'intégration des ressources numériques que les effets de cette intégration sur l'enseignement et l'apprentissage sont le fruit d'une interaction complexe entre des facteurs qui existent à plusieurs niveaux du système éducatif. Font partie de ces niveaux, dans la quasi-totalité des cas: la politique de l'éducation, l'école, les enseignantes et les enseignants et les élèves. Les facteurs situés à chaque niveau influencent directement ou indirectement la manière dont sont utilisées les ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage. Des paramètres d'influence indirects sont souvent considérés comme des « facteurs marquants et limitants » (Eickelmann, et al., 2014a, p. 47). Ils ne déploient pas directement leurs effets sur l'intégration des ressources numériques, mais déterminent l'ampleur selon laquelle cette intégration est possible. Par exemple, l'équipement des écoles en ordinateurs et terminaux techniques est souvent considéré comme une condition préalable décisive pour l'utilisation de ces appareils dans l'enseignement. Mais leur effet est indirect, car un bon équipement en ordinateurs n'entraîne pas automatiquement une utilisation effective de ces appareils par le corps enseignant. Cela dépend d'autres paramètres d'influence directs. Le choix de la problématique qui oriente les connaissances qu'on souhaite obtenir, à savoir le contexte d'un instrument donné déterminent en effet la question de savoir si l'on peut attribuer une influence directe ou plutôt une influence indirecte à certains facteurs individuels. Par exemple, en règle générale, on présume que des expériences préalables faites par des élèves dans l'utilisation de terminaux numériques facilitent l'intégration de ces appareils dans les activités scolaires quotidiennes. Les expériences préalables influencent ainsi indirectement le degré d'intégration de ces technologies dans l'enseignement. Parallèlement, un degré d'expérience plus élevé dans ce domaine va de pair avec une familiarité accrue avec ces technologies et avec leurs possibilités d'utilisation. Par conséquent, elles influencent directement les compétences axées sur les ordinateurs et l'information (Fraillon, et al., 2019b).

Pour ce qui est des méthodes de mesure utilisées, on peut aussi constater clairement qu'il existe des parallèles entre différents instruments d'enquête. Ainsi, à l'exception des études basées sur des cas, tous les instruments d'enquête trouvés

reposent sur le recensement d'une situation actuelle par le biais de questionnaires. Conformément à la logique de leurs hypothèses conceptuelles de base, en règle générale, ces questionnaires s'adressent à des personnes situées à plusieurs niveaux du système éducatif. Le Tableau 1 montre, pour les instruments d'enquête décrits précédemment, à quel niveau du système éducatif des informations sont recensées. Ainsi, sur les 15 instruments d'enquête étudiés dans ce tableau, 11 saisissent des informations au niveau de l'école.⁵ De même, de nombreux instruments d'enquête contiennent des questionnaires axés sur les enseignantes et les enseignants. En revanche, ce sont les parents ou les personnes investies de l'autorité parentale qui sont interrogées presque exclusivement dans des enquêtes comparatives internationales sur les performances scolaires (dans 4 des 15 instruments d'enquête étudiés dans le tableau 1).

Tableau 1: Enquêtes internationales sur l'intégration des ressources numériques

Enquête	Année de la dernière enquête	Type ^d	Organisation	Degrés scolaires (ISCED)	Nombre de questionnaires au niveau:				
					Politique de l'éducation	École	Corps enseignant	Élèves	Parents
PISA	2018	LSA	OECD	2	0	1	1	2	1
PIRLS	2016	LSA	IEA	2	1	1	1	2	1
TIMSS ^a	2015	LSA	IEA	1,2	2	2	2	2	1
CompEd	1989&1992	SPE	IEA	1,2,3	0	2	1	1	0
SITES-M1	2001	SPE	IEA	2	0	2	0	0	0
SITES 2006	2006	SPE	IEA	2	1	2	1	0	0
ICILS	2013	SPE	IEA	2	1	2	1	1	0
ICILS	2018	SPE	IEA	2	1	2	1	1	0
ESSIE 1	2013	SPE	EU	1,2,3	0	1	1	1	0
ESSIE 2	2019	SPE	EU	1,2,3	0	1	1	1	1
UIS	2009	GL	UIS	1,2,3	1	0	0	0	0
SELFIE ^b	2018 ^c	SBT	EU	1,2,3	0	1	1	1	0
TET-SAT	2008 ^c	SBT	EUN	1,2,3	0	0	1	0	0

- a L'enquête TIMSS 2015 a été réalisée pour deux degrés scolaires et deux groupes de matières différentes (mathématiques et sciences). Pour l'évaluation, un questionnaire par degré scolaire et par groupe de matières a été pris en compte.
- b L'outil SELFIE met à disposition des questionnaires pour trois degrés scolaires (primaire, secondaire I et secondaire II - formation générale, secondaire II - formation professionnelle). Puisque les écarts sont minimes entre les degrés scolaires, seuls les outils d'enquête destinés aux écoles des degrés secondaires I et II (formation générale) ont été pris en compte.
- c Les outils informatiques d'auto-évaluation n'ont pas une période d'enquête limitée dans le temps. Le chiffre de l'année correspond à l'année de mise en service de l'outil.
- d ESA: enquête standardisée sur les performances scolaires, ESP: enquête spécialisée sur des questions d'intégration des technologies numériques, DIR: Directives, OAE: Outil informatique d'auto-évaluation

5 Dans le cadre de la série d'enquêtes de l'International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) qui se focalisent sur l'intégration numérique, on interroge, au niveau de l'école, tant la direction de l'école que la personne qui est responsable de la coordination de l'utilisation des ressources numériques à l'école.

2.4.1 Recouvrements du point de vue des composants et facteurs pertinents

Des similarités dans les hypothèses de base des différents instruments d'enquête se traduisent également par des recouvrements comparativement élevés entre les composants et facteurs de ces instruments considérés comme pertinents. Le Tableau 2 examine et résume, pour onze des instruments d'enquête étudiés,⁶ si oui ou non, dans le cadre de la dernière enquête effectuée, des questions avaient été posées sur cinq dimensions clés de l'intégration des ressources numériques dans l'éducation. Et, si c'est bien le cas, dans le cadre de quels questionnaires ces questions ont été posées. Ces cinq dimensions clés correspondent aux cinq composants déterminants de l'utilisation des technologies de l'information qui avaient été élaborés dans le cadre d'une étude de vue d'ensemble réalisée par le groupe de travail « EUN Working Group on ICT in Education Indicators » (EUN Working Group [EUN-WG] on ICT in education Indicators, 2017). Ces cinq dimensions clés sont les suivantes:

- (1) Équipement en ressources numériques, y. c. accès à ces ressources
- (2) Utilisation de ces ressources,
- (3) Compétences dans l'utilisation de ces ressources,
- (4) Attitudes vis-à-vis de ces ressources et de leur utilisation ainsi que
- (5) Stratégies et visions sur l'intégration de ces ressources dans l'enseignement et l'apprentissage.

Pour approfondir la compréhension de ces cinq aspects clés, ils sont ensuite subdivisés en 18 sous-catégories et groupes de personnes concernées. Il s'avère qu'à l'exception du tool d'auto-évaluation TET-SAT, tous les instruments d'enquête étudiés traitent au minimum d'aspects partiels de ces cinq dimensions clés de l'intégration des ressources numériques dans l'éducation.

Dix instruments d'enquête sur onze contiennent des questions sur l'équipement des écoles en infrastructure technique. La quasi-totalité des instruments pris en compte enregistrent en particulier le nombre et le type d'ordinateurs disponibles. En outre, le type d'accès Internet ainsi que le volume de capacités disponibles de l'accès Internet sont spécifiquement mentionnés dans les instruments développés pour les enquêtes sur l'utilisation des ressources numériques qui ont été lancées après l'an 2000 (6 instruments sur 6). Mais dans ce contexte, le contenu des questions peut varier considérablement. Ainsi, tous les instruments sans exception ont tendance à demander aux enseignantes et enseignants et aux élèves si

⁶ Les questionnaires des enquêtes de la CompEd n'étaient pas disponibles. Les directives («guidelines») de l'Institut statistique de l'UNESCO (UIS) sont axées sur celles des autorités statistiques nationales, raison pour laquelle il n'est pas possible de les intégrer de manière judicieuse dans le schéma des questionnaires étudiés.

un type d'appareil déterminé est généralement mis à leur disposition, ou si, à leur avis, un nombre suffisant d'appareils de ce type est mis à leur disposition. En revanche, les instruments ont plutôt tendance à demander aux directrices et directeurs d'écoles et aux coordinatrices et coordinateurs TIC quel est le nombre de certains types d'appareils et quelles sont leurs spécifications techniques.

Des questions sur l'utilisation des ressources numériques par des enseignantes et des enseignants ou par la direction de l'école à des fins organisationnelles sont présentes dans huit des onze instruments d'enquête étudiés. Dans la majorité de ces instruments, on demande en outre aux élèves quelles sont leurs habitudes d'utilisation des ressources numériques dans le cadre privé (7 instruments sur 11) et dans le cadre scolaire (8 sur 11).

La question de savoir si et comment des ressources numériques sont intégrées par le corps enseignant dans l'enseignement et l'apprentissage est un autre élément inclus dans tous les instruments examinés de notre liste. Ces informations sont enregistrées en priorité par les enseignantes elles-mêmes et les enseignants eux-mêmes (10 instruments sur 11). Mais les élèves (PISA 2018 et SELFIE) ainsi que les directions des écoles (SITES-M1, SITES 2006, ICILS 2013 et SELFIE) fournissent eux aussi des renseignements à ce sujet. Les items qui enregistrent à quelle fréquence et à quelles fins des ressources numériques sont utilisées par l'enseignante elle-même/l'enseignant lui-même (p. ex. pour la présentation de contenus ou pour la mise à disposition de feedbacks destinés aux élèves) et par ses élèves (p. ex. pour le traitement de projets ou pour l'analyse de données) permettent d'opérationnaliser ces dispositifs dans une majorité des instruments étudiés. Quelques instruments, comme les enquêtes de la série ICILS, enregistrent en outre avec quels objectifs pédagogiques des enseignantes et des enseignants font appel à des ressources numériques (p. ex. pour apprendre à leurs élèves à évaluer la crédibilité d'informations provenant de réseaux sociaux).

Une majorité des instruments d'enquête enregistrent les attitudes des acteurs impliqués, notamment celles des enseignantes et des enseignants et des directions des écoles. Dans ce contexte, on a plutôt tendance à demander aux directions des écoles quels sont les facteurs qui influencent négativement l'enseignement et l'apprentissage qui recourent aux ressources numériques. On demande surtout aux enseignantes et enseignants d'évaluer l'ampleur de l'utilité et du caractère conforme aux objectifs du recours à ces technologies dans l'enseignement. Les questions sur la participation des enseignantes et des enseignants à des formations continues dans ce domaine, celles sur la nécessité perçue de participer à de telles formations continues, et celles sur la disponibilité à participer à de telles formations continues constituent un élément constitutif important des

questions posées aux enseignantes et enseignants (8 instruments sur 11) et aux directions des écoles (7 sur 11). Dans les enquêtes comparatives internationales les plus récentes (ICILS, ESSIE et PISA), les élèves sont surtout interrogés sur leurs attitudes et leurs inclinations dans la perspective de l'utilisation de ressources numériques. La pertinence de ces questions est justifiée, d'une part, par le fait que les attitudes, les modes de comportement, les convictions et les aspirations des élèves en ce qui concerne les TIC sont en lien avec leurs compétences et leurs capacités en matière de TIC (Fraillon, et al., 2014). D'autre part, la pertinence de ces questions est aussi justifiée par le fait que l'utilisation des ressources numériques dans l'enseignement pourrait avoir un effet sur les attitudes et motivations des élèves (Lorenceau, Marec, & Mostafa, 2019).

Tableau 2 : Contenus couverts par les questions des enquêtes internationales sur les TIC

Dimension	Catégorie	ESSIE	ESSIE	ICILS	ICILS	PIRLS	PISA	SELFIE	SITES-	SITES	TET-	TIMSS
		2013	2018	2013	2018	2016	2018		M1	2006	SAT	2015
Équipement	à l'école	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■
	à domicile	■	■	■	■		■			■		■
Attitudes	de la direction de l'école	■	■						■			
	du corps enseignant	■	■	■	■		■		■	■	■	
	des élèves	■	■	■	■		■					
	formation du corps enseignant	■	■	■	■		■	■	■	■	■	
	Obstacles des élèves	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Compétences	du corps enseignant	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■
	des autres acteurs								■			
	Objectifs Organisationnels	■	■	■	■			■	■	■	■	■
Utilisation pour	objectifs Pédagogiques	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	pendant les loisirs	■	■	■	■	■	■	■				
	pour l'apprentissage	■	■	■	■		■	■	■			■
Stratégie et Vision	du corps enseignant	■	■	■	■			■	■			
	du système Éducatif	■	■			■						■
	de l'école	■	■	■	■		■	■	■	■	■	
	Soutien	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Questionnaire au niveau :

- Contexte national
- Direction des écoles et coordinateurs TIC
- Corps enseignant
- Parents
- Élèves

Des questions sur l'ancrage et le degré d'importance des ressources numériques dans la culture scolaire, dans les convictions pédagogiques des enseignantes et des enseignants, ainsi qu'au sein des systèmes éducatifs nationaux, jouent un rôle central dans les différents instruments d'enquête. Huit sur onze des instruments

étudiés contiennent des questions sur la gestion stratégique de l'école et de la direction de l'école en lien avec les opportunités et les défis qui résultent de la diffusion croissante des ressources numériques. Des questions sur l'existence d'une telle stratégie, sur ses contenus et sur ses mesures d'accompagnement et de mise en œuvre sont posées dans le cadre de la quasi-totalité des instruments étudiés. Le thème de l'étendue du soutien pédagogique et technique auquel les enseignantes et les enseignants peuvent recourir est aussi un élément central des questions posées aux directrices et directeurs d'écoles et au corps enseignant (dans 8 des 11 instruments étudiés). Pour ce qui a trait aux items de mesure utilisés dans les enquêtes, les différents instruments ont tendance à présenter de fortes similarités dans ce domaine.

Des réflexions d'ordre stratégique ou fondamental du côté des enseignantes et des enseignants, avec la question qui leur est posée de savoir comment des ressources numériques peuvent être intégrées ou sont intégrées dans leur propre enseignement, constituent des composants d'importance cruciale des séries d'enquêtes SITES et ICILS. Si l'on privilégie ici ces réflexions fondamentales, c'est prioritairement dû aux réflexions conceptuelles propres à ces deux séries d'enquêtes qui considèrent l'utilisation pédagogique des ressources numériques comme un aspect partiel de l'approche pédagogique globale d'une enseignante/d'un enseignant. Ces concepts sont surtout opérationnalisés avec des questions portant sur l'application de certaines stratégies pédagogiques (p. ex. individualisation des contenus de l'enseignement) et sur l'importance accordée par l'enseignante et l'enseignant aux ressources numériques dans ce contexte.

2.4.2 Différences sous l'angle de la saisie des compétences

Une grande majorité des instruments d'enquête (10 sur 11) enregistrent les compétences des élèves en matière de ressources numériques. Toutefois, dans l'ensemble de ces différents instruments, des différences considérables existent dans la définition de ce concept. Quelques instruments se rapportent aux cadres de compétences existants et aux définitions existantes, et essaient d'opérationnaliser ces définitions dans leur enquête. Par exemple, tant l'outil d'ESSIE 2018 que l'outil de SELFIE se rapportent aux cadres de référence des compétences numériques de l'Union européenne (Carretero, Vuorikari, & Punie, 2017). D'autres enquêtes, comme la série d'enquêtes ICILS, développent leurs propres modèles de compétences (Fraillon, et al., 2019). Et d'autres enquêtes encore définissent sur une base ad hoc les compétences pertinentes (p. ex. les enquêtes PISA jusqu'à présent). Ces enquêtes varient également selon leur type d'opérationnalisation. Ainsi, p. ex., les compétences axées sur les ordinateurs et sur l'information dans le cadre des enquêtes ICILS sont saisies au moyen de modules de tests standardisés.

Ces derniers simulent, sous une forme simplifiée, un site web ou une interface utilisateurs d'un langage de programmation déterminé. Ils saisissent si et comment des élèves résolvent certaines tâches au sein de cet environnement (p. ex. comment ils trouvent des informations pertinentes pour les résoudre). D'autres instruments enregistrent des compétences en faisant appel aux auto-évaluations des élèves. Par exemple, des enquêtes de la série ESSIE demandent dans quelle mesure des élèves se sentent sûrs d'elles-mêmes et d'eux-mêmes lorsqu'elles et ils effectuent certaines activités avec l'ordinateur. Ces questions font souvent référence à des compétences relatives à certaines applications informatiques (p. ex. créer des présentations, lancer un programme antivirus), mais aussi des questions sur la manière dont ils se sentent en sécurité en utilisant certains appareils et applications numériques (p. ex. prévention contre la cyberintimidation).

La situation se présente de manière tout aussi complexe lorsqu'il s'agit de mesurer les compétences des enseignantes et enseignants. Dans la plupart des instruments d'enquête, les enseignantes et les enseignants jouent elles et eux aussi un rôle important. Elles et ils font partie intégrante de huit des onze enquêtes étudiées. Alors que la mesure de ces compétences se fait largement de manière uniforme via des auto-évaluations (7 instruments sur 8), à savoir par le biais d'évaluations faites par les directrices et directeurs d'écoles (SELFIE, SITES-M1) et via des évaluations réalisées par des élèves (SELFIE), aucune de ces mesures n'est basée sur un cadre de compétences destiné aux enseignantes et enseignants qui avait été défini à l'avance – à l'exception de l'outil d'auto-évaluation TET-SAT. Dès lors, en règle générale, ce qui est considéré comme étant des compétences pertinentes pour les enseignantes et les enseignants est défini au cours de l'élaboration des questionnaires contextuels. Par conséquent, l'axe prioritaire thématique de ces définitions des compétences varie d'un instrument à l'autre.⁷

2.4.3 Pertinence des domaines partiels⁸

Enfin, il existe des similarités entre les instruments d'enquête dans la perspective de la pertinence attribuée aux différents domaines partiels. Le Graphique 2

7 L'outil d'auto-évaluation TET-SAT, par exemple, enregistre l'ampleur des compétences des enseignantes et des enseignants dans les domaines suivants: «développement, mise en œuvre, réflexion et nouvelle conception de stratégies d'enseignement et d'apprentissage basées sur les TIC et utilisant les TIC» via un modèle à cinq niveaux de compétences. Par ordre croissant dans le niveau de compétences, les possibilités de réponses aux différentes questions sont les suivantes: (1) «J'ai peu d'expérience, voire je n'ai aucune expérience dans l'utilisation des TIC à des fins d'enseignement et d'apprentissage dans l'éducation.», (2) «J'implémente les TIC en tant qu'outil visant à soutenir plus fréquemment des méthodes et tâches d'enseignement, et je sais adapter mon enseignement afin de créer de nouvelles expériences d'apprentissage pour mes élèves.», (3) «Je fais appel aux TIC pour soutenir l'enseignement et l'apprentissage. J'ai besoin de davantage de compétences lors de l'implémentation des TIC afin d'améliorer mon enseignement et le comportement d'apprentissage de mes élèves.», (4) «Je développe des stratégies d'enseignement et d'apprentissage basées sur les TIC afin d'améliorer mon enseignement, et je réfléchis régulièrement à l'utilisation judicieuse de ces stratégies.» et (5) «Je réfléchis à mon enseignement fondé sur les TIC sur la base d'une évaluation critique et systématique des processus d'enseignement et d'apprentissage et, par conséquent, je conçois à nouveau dans ce sens mes stratégies d'enseignement.».

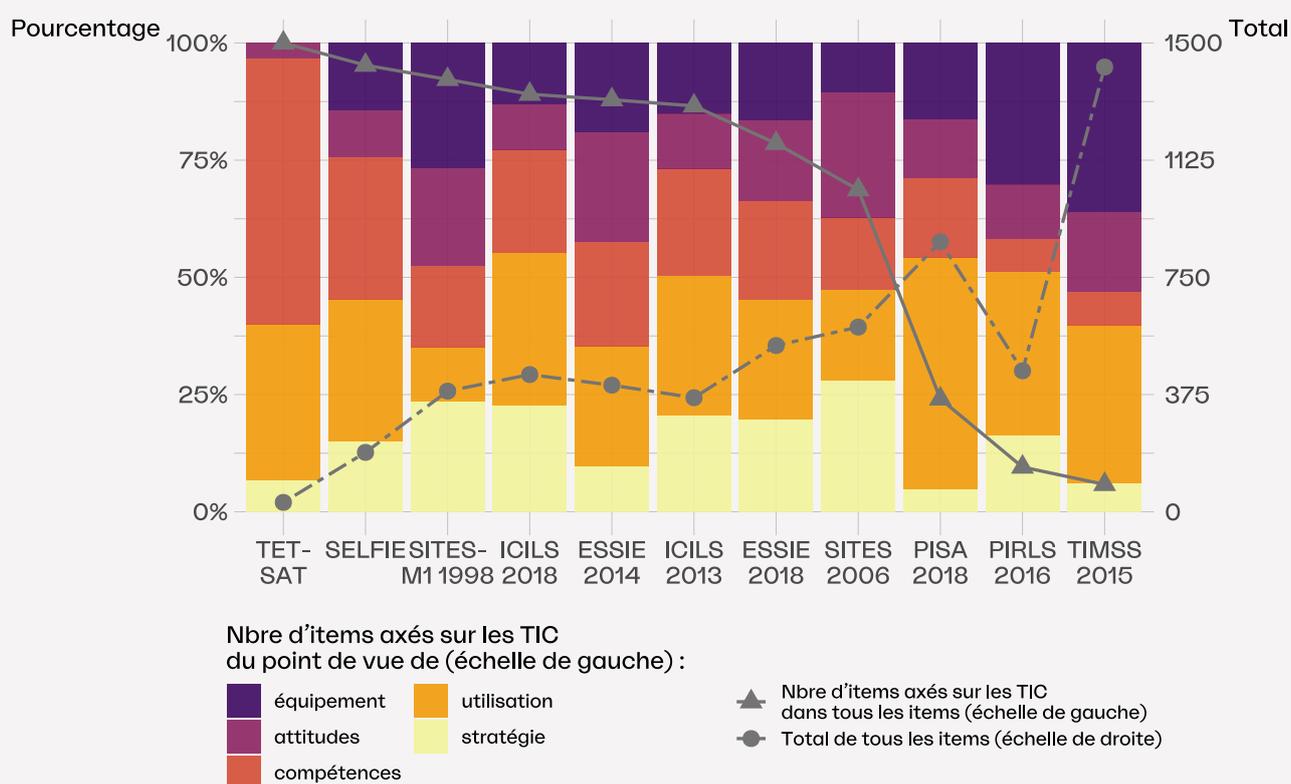
montre, pour onze des quinze instruments étudiés, combien d'items de questionnaire provenant des questionnaires contextuels concernés sont attribués à un domaine déterminé. Les domaines correspondent à la liste des domaines qui ont été définis pour le tableau 2. Puisque tant le nombre des questionnaires que celui des items varie parfois considérablement d'un instrument à l'autre – dans le graphique 2, la ligne noire continue comportant des cercles illustre le nombre d'items de questionnaires par enquête, cumulés via la totalité des questionnaires (les valeurs étant indiquées dans la colonne de droite) – et sur ce graphique, les chiffres sont représentés relativement au nombre total de tous les items qui se rapportent aux ressources numériques. L'importance relative des items axés sur les TIC par rapport à l'ensemble des items est indiquée par la ligne discontinue interrompue par des triangles. Les différents instruments figurant dans le graphique 2 sont classés en fonction de ces valeurs relatives. Cela donne lieu à un classement selon le type d'enquête similaire à celui qui est présenté dans le tableau 1.

Certes, du point de vue de leur étendue, les outils d'auto-évaluation sont de petite taille (TET-SAT contient 30 items, et SELFIE, considéré sous l'angle de tous les questionnaires, en contient 190), mais la totalité ou la quasi-totalité des questions se rapportent à l'utilisation des ressources numériques (TET-SAT: 100 %, SELFIE: 95 %). En revanche, les études comparatives générales sur les écoles sont considérablement plus étendues (quelque 900 questions en moyenne via trois enquêtes), mais elles ne contiennent qu'un pourcentage comparativement faible de questions axées sur les TIC (13 % en moyenne). Et ce, surtout parce qu'elles ont pour but de saisir tous les aspects pertinents d'un système éducatif donné et parce que, de ce fait, du point de vue thématique, elles sont déjà conçues avec une étendue considérablement plus large que ce que contiennent les outils d'auto-évaluation. Bien que les enquêtes axées sur certains thèmes prioritaires soient plutôt également de nature monothématique, elles se distinguent par un nombre nettement plus élevé de questions d'ordre général (quelque 450 questions en moyenne) et par un pourcentage de questions portant sur les TIC (84 % en moyenne) inférieur à celui des outils d'auto-évaluation. Conformément à ce qui précède, elles contiennent encore une étendue considérable d'items relatifs à la saisie d'informations d'arrière-plan.

Il semble que les enquêtes de cette même série ont tendance à devenir plus volumineuses au fil du temps. Parallèlement, les axes prioritaires thématiques de ces enquêtes se déplacent avec le temps. Alors que lors des premières enquêtes

8 Les thèmes saisis dans les enquêtes peuvent être subdivisés dans les grandes lignes en cinq domaines partiels, à savoir: (1) équipement en ressources numériques et accès à ces ressources, (2) utilisation de ces ressources, (3) compétences dans l'utilisation de ces ressources, (4) attitudes vis-à-vis de ces ressources et de leur utilisation, ainsi que (5) stratégies et visions relatives à l'intégration de ces ressources dans l'enseignement et l'apprentissage.

de ce genre, comme dans le premier module de la série d'enquêtes SITES, il y avait encore un pourcentage considérable de questions sur l'équipement et sur l'accès aux terminaux et aux appareils périphériques, les instruments plus récents se focalisent plus fortement sur des modèles d'habitudes d'utilisation et sur les attitudes des acteurs concernés. Ce changement correspond à une évolution que l'on observe aussi dans la définition politique des objectifs de formation axés sur les TIC (Conrads, et al., 2017 ; Eickelmann, 2018). Les efforts déployés dans ce domaine ont eu longtemps pour objectifs d'équiper les écoles avec une infrastructure appropriée et d'accroître la fréquence d'utilisation de cette infrastructure. Mais ces derniers temps, le but de la politique de l'éducation dans le domaine numérique s'est déplacé et se focalise de manière accrue sur le potentiel innovant des technologies numériques et sur la mise en place de capacités chez les enseignantes et les enseignants afin de leur permettre d'en tirer parti au mieux.



Graphique 2: Pondération des domaines thématiques dans les enquêtes internationales sur la numérisation pour le domaine de la formation

Remarques: propre calcul effectué sur la base des items (c.-à-d. des questions) figurant dans les questionnaires des enquêtes indiquées.

En revanche, il existe comparativement peu de différences dans la pondération thématique entre des instruments d'enquête qui ont été lancés à des moments semblables. En particulier, les similarités entre l'outil SELFIE et les enquêtes portant sur des axes thématiques prioritaires ESSIE 2018 et ICILS 2018 qui ont été lancées à peu près en même temps que l'outil SELFIE sont considérables.⁹ Ce constat est d'autant plus remarquable que l'ensemble de ces trois enquêtes sont caractérisées par un intérêt à obtenir certaines connaissances dans des domaines de nature différente.

9 Nous attirons votre attention sur le fait qu'on a exclusivement fait appel à des questionnaires contextuels pour cette évaluation. Puisque les enquêtes ICILS enregistrent les compétences d'élèves au moyen d'un module séparé, l'importance attribuée au domaine thématique des compétences a été sous-estimée dans ces enquêtes.

3 Cadre conceptuel

3.1	Décrire la numérisation: utilisation des ressources numériques dans l'enseignement et à l'école	28
3.2	Expliquer la numérisation: conditions préalables au niveau des enseignantes, des enseignants et des écoles et au niveau systémique	32
3.3	Évaluer la numérisation: « outputs » et « outcomes »	46
3.4	Résumé et ensemble du cadre conceptuel	56
3.5	Critères d'évaluation de la numérisation dans le rapport	58

Le passage en revue de ces enquêtes montre de manière impressionnante la complexité de l'évolution d'un modèle cadre conceptuel pour recenser la numérisation dans le domaine de l'éducation.

Parmi les instruments d'enquête étudiés à l'échelon national et international, rares sont ceux qui prétendent enregistrer des informations sur la « numérisation » dans le domaine de l'éducation. Sur les 21 enquêtes nationales étudiées, seule l'enquête longitudinale irlandaise « Digital Learning Framework » ainsi que les rapports « Monitor Digitale Bildung » pour l'Allemagne traitent de la numérisation dans l'éducation. Sur les 15 instruments d'enquête internationaux étudiés, c'est le cas du rapport du réseau Eurydice de 2019 sur le thème de l'« éducation numérique » ainsi que de l'outil d'auto-évaluation SELFIE.¹⁰ En revanche, une très grande majorité de ces instruments servent explicitement à évaluer l'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans l'enseignement ainsi qu'à mesurer certaines compétences spécifiques basées sur des ordinateurs.

En outre, entre les différents instruments d'enquête qui se réfèrent explicitement à la « numérisation », il n'y a guère d'unanimité quant à l'opérationnalisation de ce concept dans le contexte de l'éducation. Le rapport « Digital Education at School in Europe » du réseau Eurydice (European Commission/EACEA/Eurydice, 2019) définit par exemple l'« éducation numérique » comme un concept à deux dimensions comprenant: (1) le fait d'enseigner et d'apprendre des compétences numériques et (2) l'utilisation pédagogique des technologies numériques. Pour sa part, l'enquête irlandaise « Digital Learning Framework » (Cosgrove, et al., 2019) prend en compte non seulement les compétences (des enseignantes et des enseignants ainsi que des apprenantes et des apprenants) et les pratiques d'apprentissage, mais encore le soutien et l'ancrage de ces pratiques par la direction et l'administration des écoles en tant qu'élément central de l'« apprentissage numérique ». Enfin, l'enquête « Monitor digitale Bildung » n'offre absolument aucune définition du concept clé d'« éducation numérique », mais en lieu et place de cette dernière, elle spécifie une série de questions témoignant d'un intérêt visant à obtenir certains types de connaissances. Ces questions gravitent en priorité autour de l'intégration pédagogique des technologies numériques dans l'enseignement et l'apprentissage, ainsi qu'autour du potentiel de cette intégration pour la participation à la société et pour l'accès à l'éducation (mmb Institut, 2017).

¹⁰ Toutefois, ce constat n'est pertinent que de manière implicite pour le tool d'auto-évaluation. Ce dernier se base sur le cadre de référence européen pour les organisations de formation compétentes en matière numérique (Kampylis, Punie, & Devine, 2015). Toutefois, dans les documents descriptifs, ce tool ne se réfère qu'à l'utilisation des technologies numériques pour l'apprentissage et l'enseignement.

La plupart des cadres conceptuels (« frameworks ») et des enquêtes étudiées ont en commun le fait qu'elles considèrent la « numérisation dans l'éducation », resp. l'« intégration des ressources numériques » comme le produit d'une interaction complexe d'une multitude de facteurs situés à plusieurs niveaux du système éducatif. Conformément à ce qui précède, le présent cadre conceptuel part du principe que pour décrire, expliquer et évaluer la « numérisation dans l'éducation », il est nécessaire de se procurer des informations au niveau de la politique de l'éducation et de l'administration de l'éducation (niveau systémique), au niveau de l'école et des enseignantes et des enseignants (niveau scolaire et niveau de l'enseignement) ainsi qu'au niveau des élèves.

3.1 Décrire la numérisation: utilisation des ressources numériques dans l'enseignement et à l'école

Le point commun d'importance décisive de tous les cadres conceptuels est que la « numérisation dans l'éducation » est fondamentalement en lien avec **l'utilisation et l'application des ressources numériques dans l'enseignement et à l'école**. En règle générale, les enquêtes sur l'intégration des TIC dans les écoles considèrent elles aussi que c'est dans cette utilisation des ressources numériques que réside le cœur du phénomène à clarifier (voir Davies & West, 2014). Cela inclut les objectifs, l'étendue et la fréquence du recours aux technologies numériques par des enseignantes et des enseignants, des élèves ainsi que par des personnes travaillant au sein de la direction des écoles. Cela signifie qu'on se réfère aux questions de savoir quand, comment et pourquoi quels types de technologies numériques sont utilisées dans le cadre de l'administration et de l'organisation de l'école, ainsi que dans le cadre de la préparation, de la structuration et de la mise en œuvre de l'enseignement et des processus d'apprentissage.

Dans la plupart des enquêtes existantes, tout comme dans de larges pans de la littérature scientifique sur le sujet, le concept de « numérisation de l'éducation » est opérationnalisé en adoptant deux approches de mesure dominantes (voir Ottenbreit-Leftwich, Kopcha, & Ertmer, 2018): il s'agit, d'une part, de l'intention d'utilisation, autrement dit de l'intention d'enseignantes et d'enseignants ou de directrices et de directeurs d'écoles de faire appel à des ressources déterminées. Et, d'autre part, il s'agit de la fréquence et de la durée d'utilisation des technologies numériques. En d'autres termes, il y a lieu de savoir à quel rythme et combien de temps les technologies numériques sont utilisées dans l'enseignement.

L'éventail des caractéristiques consultées dans ces deux cas est large. Il va de l'utilisation générale de terminaux techniques (p. ex. « À quelle fréquence utilises-tu des appareils comme l'ordinateur fixe, l'ordinateur portable, la tablette ou le smartphone à l'école ? »), en passant par l'utilisation de certains outils déterminés comme les programmes de calcul de tableurs, les programmes d'e-mail, les logiciels d'apprentissage ou les logiciels destinés à certaines disciplines spécialisées, jusqu'au recours à ces ressources pour des objectifs concrets (p. ex. la préparation de l'enseignement, la présentation de contenus ou le monitoring des progrès d'apprentissage des élèves). Dans quelques études (Chen, 2010 ; Petko, Prasse, & Cantieni, 2018 ; Falck, Mang, & Woessmann, 2018), on analyse aussi les raisons qui ont déterminé et incité les élèves à utiliser des ressources numériques (p. ex. pour la recherche d'informations, pour répéter et exercer des contenus, ou pour réaliser des travaux axés sur des projets). Toutefois, il est tendanciellement plutôt rare que ce type d'informations soit recensé, et ce, bien que tant les chercheurs (p. ex. Ottenbreit-Leftwich, Kopcha, & Ertmer, 2018) que les parties prenantes (p. ex. U.S. Department of Education, 2016) attribuent généralement le plus grand potentiel de développement à l'utilisation des ressources numériques dans le cadre d'approches d'apprentissage centrées sur les élèves.

En règle générale, les fréquences d'utilisation et les intentions d'utilisation sont enregistrées par le biais de questionnaires et, de ce fait, sur la base de renseignements fournis par la personne concernée elle-même. Dès lors, le risque existe que les indications communiquées divergent systématiquement de la fréquence d'utilisation effective. C'est notamment problématique pour les intentions d'utilisation puisque des obstacles techniques et institutionnels (p. ex. si certains logiciels requis font défaut) peuvent entraver la mise en œuvre de ces intentions (Sadaf, Newby, & Ertmer, 2012 ; Ertmer P. A., Ottenbreit-Leftwich, Sadik, Sendurur, & Sendurur, 2012). En outre, le volume de fréquence permet certes de mesurer la quantité d'utilisation des ressources numériques, mais il ne permet pas de mesurer plutôt la qualité pertinente de cette utilisation (Lei, 2010 ; Petko, Cantieni, & Prasse, 2017). Afin de pouvoir résoudre ce problème – du moins dans le cadre de la réalisation d'enquêtes – Lei (2010) recommande de saisir les fréquences pour des buts spécifiques d'utilisation au lieu d'enregistrer des fréquences générales d'utilisation.¹¹ Petko, et al. (2017) proposent en revanche, avant d'enregistrer des volumes de fréquences d'utilisation, de relier des volumes ou mesures attitudinales à la qualité perçue de l'enseignement afin d'obtenir des indicateurs pour mesurer la qualité de l'utilisation des ressources numériques par les enseignantes et les enseignants.

¹¹ Falck, et al. (2018), tout comme Anger, et al. (2018) montrent également dans leurs analyses de données des études TIMSS et PISA que l'effet des ressources numériques sur les performances d'élèves est spécifique au mode d'utilisation. De nombreux types d'utilisation semblent être en corrélation positive avec les performances mesurées, alors que d'autres types d'utilisation paraissent au contraire être en corrélation négative avec ces performances (voir chapitre 7.3.1.4).

Une autre approche, qui est surtout appliquée lors du développement d'outils d'auto-évaluation, tente de saisir l'ampleur et l'importance de l'utilisation des ressources numériques en mesurant le degré de changement que cette utilisation génère dans la pratique pédagogique des enseignantes et des enseignants (voir Phillips, 2015). En règle générale, cette approche se base sur des modèles d'évolution.¹²

Les modèles d'évolution partent du principe que plus une enseignante ou un enseignant est familiarisée ou familiarisé avec l'utilisation des ressources numériques, plus les activités réalisées au moyen de ces ressources vont changer, tout comme les problèmes perçus comme pertinents dans ce contexte (Niederhauser & Lindstrom, 2018). Ainsi, la dimension dite « Stages of Concern » du « Concerns-Based Adoption Model » (CBAM) décrit une succession chronologique de sept problématiques clés que traversent les enseignantes et les enseignants pendant l'intégration croissante des innovations. Cette évolution commence par une large ignorance de ces questions et par une absence de conscience du problème (« Unconcerned », stade 1), puis elle passe par des questions que se pose l'enseignante ou l'enseignant sur l'utilisation efficace de l'innovation et ses effets sur les performances des élèves (« Consequence », stade 5) jusqu'à la discussion sur des possibilités d'apporter des changements importants à la technologie existante, ou de la remplacer par des solutions alternatives plus performantes (« Refocusing », stade 7). Ces stades d'évolution de la deuxième dimension du CBAM intitulée « Levels of Use / Levels of Technology Integration » décrivent des effets en cascade similaires de l'utilisation toujours plus intensive des technologies numériques par les enseignantes et les enseignants. Cette évolution va de la non-utilisation de ces ressources (« Non-use », Level 0) à une situation où l'enseignante ou l'enseignant commence à apporter de manière autonome des changements importants à une solution technique, resp. où elle ou il commence à rechercher des alternatives possibles (« Refinement », Level 6). Dans ce contexte, le concept d'« utilisation » est décrit dans sept catégories différentes (Hall, Dirksen, & George, 2006 ; Hall, Loucks, Rutherford, & Newlove, 1975) comme suit:

- Niveau de connaissances (« knowledge »): décrit l'état théorique des connaissances d'une personne en ce qui concerne des caractéristiques propres aux ressources numériques, leurs possibilités d'utilisation et les conséquences de cette utilisation.

¹² Voici différents exemples de cette approche: il s'agit du « Concerns-Based Adoption Model » (Loucks & Hall, 1979 ; Hall, Dirksen, & George, 2006), du modèle « Apple Classrooms of Tomorrow » (Dwyer, Ringstaff, & Sandholtz, 1989), du modèle des stades d'adoption de la technologie (« Stages of Adoption of Technology Model », Christensen, 2002), du modèle « Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition » (Puentedura, 2006) ou du modèle de la matrice d'intégration de la technologie (« Technology Integration Matrix », Harnes, Welsh, & Winkelman, 2016 ; Welsh, Harnes, & Winkelman, 2011).

- Acquisition de connaissances (« acquiring information »): se réfère à la manière dont une personne se procure des informations sur des ressources numériques.
- Diffusion de connaissances (« sharing »): évalue selon quelle ampleur une personne discute avec d'autres personnes l'utilisation des ressources numériques ainsi que les idées, les projets et les défis à relever qui vont de pair avec cette utilisation.
- Évaluation (« assessing »): saisit le degré d'intensité de la confrontation d'une personne avec des possibilités d'utilisation potentielles et effectives de ressources numériques.
- Planification (« planning »): représente les plans et les projets en vue de l'utilisation ultérieure de ressources numériques.
- Établissement de rapports de situation (« status reporting »): décrit l'état actuel personnel de l'acteur concerné dans le cadre de l'utilisation de ressources numériques ainsi que la charge de travail et les efforts liés à cette utilisation.
- Performance (« performance »): saisit le niveau de performance et les capacités d'une personne dans le cadre de l'utilisation de ressources numériques.

Alors qu'initialement, l'opérationnalisation de la plupart des modèles d'évolution se faisait sous la forme d'interviews qualitatifs (Hall, Loucks, Rutherford, & Newlove, 1975), il existe entre-temps des batteries de tests basés sur des questionnaires à cet effet (Hall, Dirksen, & George, 2006 ; Knezek & Christensen, 2016). Des analyses factorielles de ces batteries de tests montrent que des modèles d'évolution différents ont tendance à mesurer le même dispositif sous-jacent – à savoir l'utilisation et l'intégration de ressources numériques dans l'enseignement (Morales Velázquez, 2006 ; Hancock, Knezek, & Christensen, 2007 ; Knezek & Christensen, 2016).

En règle générale, les enseignantes et les enseignants qui affichent des valeurs plus élevées dans les barèmes de ces modèles d'évolution présentent aussi des attitudes plus positives envers les technologies numériques (Hao & Lee, 2015) et ont une plus grande affinité pour les formes d'enseignement collaboratives et centrées sur les élèves (Hall, Loucks, Rutherford, & Newlove, 1975 ; Niederhauser & Lindstrom, 2018).

Un problème central de ces modèles d'évolution est qu'ils mesurent indirectement le degré d'utilisation des ressources numériques par les enseignantes et les enseignants au moyen des connaissances et de la conscience des problèmes de ces mêmes enseignantes et enseignants. Cela signifie que les indications de mesure des enseignantes et enseignants contiennent déjà de nombreux critères – comme les compétences des enseignantes et enseignants – qui, pour leur part, sont fréquemment utilisés pour expliquer l'utilisation et l'intégration des ressources numériques. Si l'on utilise maintenant ces modèles pour expliquer quels sont les facteurs qui influencent l'utilisation de ressources numériques par les enseignantes et les enseignants, et pour expliquer pourquoi il existe des différences entre les enseignantes et les enseignants lors de cette utilisation, le risque qu'ils recèlent est que des tentatives d'explication deviennent ainsi tautologiques.

3.1.1 Résumé et importance du concept d'étendue d'utilisation pour le présent rapport

Le concept d'importance centrale pour la description de la numérisation dans l'éducation est l'étendue d'utilisation des ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage. Pour le présent rapport, cela signifie qu'il faut rechercher, dans les jeux de données existants, des informations pour savoir à quelle fréquence et à quelle fin ces ressources sont utilisées (p. ex. pour la préparation de l'enseignement, pour la présentation de contenus, pour le travail autonome des élèves, pour l'évaluation des résultats ou progrès d'apprentissage, etc.) et pour savoir avec quels objectifs (p. ex. pour motiver ou activer des élèves, ou pour contribuer à la mise en place de compétences spécifiques à l'utilisation d'ordinateurs) les enseignantes et les enseignants intègrent des ressources numériques dans leur enseignement et permettent à leurs élèves de travailler avec ces ressources.

3.2 Expliquer la numérisation: conditions préalables au niveau des enseignantes, des enseignants et des écoles et au niveau systémique

3.2.1 Conditions préalables au niveau de l'école et des enseignantes et des enseignants

Pour que l'on puisse véritablement utiliser des ressources numériques dans des processus d'enseignement et d'apprentissage, certaines conditions préalables

doivent être remplies au niveau des enseignantes et des enseignants et des écoles. Dans la littérature scientifique, ces conditions préalables sont parfois résumées par les concepts de « school readiness » et de « teacher readiness » (Petko, Prasse, & Cantieni, 2018 ; Voogt, Knezek, Christensen, & Lai, 2018). Ces deux concepts désignent des facteurs ou des caractéristiques d'importance décisive qui contribuent à l'utilisation des ressources numériques à l'école et dans l'enseignement. Même si leurs axes prioritaires varient, ces caractéristiques font partie intégrante de la plupart des enquêtes sur l'intégration des TIC et sur la numérisation dans l'éducation.

3.2.2 Conditions préalables au niveau des enseignantes et des enseignants

« Teacher readiness » est un concept qui désigne la possibilité, la disponibilité et la motivation des enseignantes et des enseignants à intégrer et à utiliser des ressources numériques dans leur enseignement afin de faire en sorte que ces ressources soutiennent les élèves dans leur apprentissage. L'ampleur, le degré de disponibilité et le degré de succès de l'utilisation de ces ressources dépendent de deux propriétés intrinsèques des enseignantes et des enseignants :

- leurs capacités et compétences
- leurs attitudes et convictions.

Les enseignantes et les enseignants qui ne disposent pas de capacités suffisantes pour intégrer des ressources numériques dans leur enseignement, ou qui sont convaincus que cette intégration n'a aucun effet, voire a des effets négatifs sur l'enseignement et l'apprentissage, ont tendance à ne pas utiliser les ressources disponibles, ou à ne pas les utiliser efficacement (Petko, Prasse, & Cantieni, 2018 ; Hermans, et al., 2008 ; Vannatta & Fordham, 2004 ; Ertmer, 2005). Pour d'autres personnes que les enseignantes et les enseignants, ces aspects ne sont pas faciles à observer et à évaluer – et parfois même pour les actrices elles-mêmes et les acteurs eux-mêmes. Dans la littérature scientifique, ces facteurs sont donc parfois qualifiés de conditions de réussite de second ordre (ou d'obstacles de second ordre / « second order barriers »)¹³ de l'intégration des ressources numériques (Ertmer, 1999). Or les compétences et les convictions sont étroitement et mutuellement liées. Ainsi, il arrive parfois que les chercheurs en éducation caractérisent les convictions comme constituant une partie des compétences des enseignantes

13 Cette désignation tire son origine du fait qu'on a reconnu la pertinence du rôle des compétences et des attitudes parce qu'en dépit d'investissements considérables dans les technologies numériques consentis au cours de ces 30 dernières années, l'ampleur de l'utilisation de ces technologies à l'école et dans l'enseignement est néanmoins restée à un faible niveau (Ertmer, 1999 ; Ertmer, 2005 ; Eickelmann & Vennemann, 2017).

et des enseignants (Caena, 2011 ; European Commission, 2013a), ou qu'ils proposent de considérer l'acquisition de compétences comme une possibilité de changement d'attitudes (Ertmer, 1999 ; Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010).

3.2.2.1 Compétences

La question de savoir quelles compétences sont pertinentes pour les enseignantes et les enseignants est inévitablement liée à des hypothèses sur le rôle de l'enseignante ou de l'enseignant dans le processus d'apprentissage et à la définition du « succès » de ce processus (Caena & Redecker, 2019 ; Conway, Murphy, Rath, & Hall, 2009). Des enseignantes compétentes et des enseignants compétents sont en effet en mesure d'agir avec professionnalisme et de manière appropriée, et d'exécuter ainsi leurs tâches en faisant en sorte que les résultats souhaités soient obtenus en optimisant les efforts et l'utilisation des ressources (Koster & Dengerink, 2008). Dès lors, le concept de « compétence » englobe des connaissances implicites et explicites dans les domaines pédagogiques et techniques ainsi que dans les disciplines spécialisées (Caena, 2011 ; European Commission, 2013a ; Rychen & Salganik, 2003).

Ces dernières années, une série de modèles scientifiques et de standards professionnels ont été élaborés pour clarifier quels types de compétences sont pertinents pour le succès de l'intégration des ressources numériques dans l'éducation (voir Tiede, Grafe, & Hobbs, 2015 ; Niederhauser & Lindstrom, 2018). En font partie, p. ex., le cadre de compétences « DigCompEdu » de l'Union européenne (Redecker & Punie, 2017 ; Caena & Redecker, 2019) ou les standards américains de l'International Society for Technology in Education (ISTE, 2008). Les hautes écoles pédagogiques (HEP) de Suisse alémanique ont également élaboré un standard de ce genre avec le projet communautaire « Medien, Informatik und Anwendungskompetenzen » (MIA 21, « Médias, Informatique et Compétences d'application ») relatif à la formation des enseignantes et des enseignants (Pädagogische Hochschule Schwyz, u.a., 2017 ; Meisel, et al., 2019). Ce standard est basé sur les contenus du « Modullehrplan für das Fach Medien und Informatik » de la Conférence des directeurs de l'instruction publique de Suisse alémanique (D-EDK, 2016). Il énonce que pour pouvoir enseigner ce plan d'études modulaire, les enseignantes et les enseignants doivent disposer de capacités de maîtrise de disciplines spécialisées ainsi que de capacités didactiques dans les domaines suivants:

- Ressources numériques en tant qu'objet d'étude (« Apprendre au sujet des médias »):

- Médias: les enseignantes et les enseignants devraient être en mesure de s’orienter dans la société des médias, de comprendre les médias et d’évaluer les contributions de médias, de produire elles-mêmes et eux-mêmes des contributions de médias, et d’utiliser des médias afin de communiquer et de coopérer en respectant les lois et règles de sécurité et de comportement en vigueur.
- Informatique: les enseignantes et les enseignants devraient disposer de connaissances fondamentales de l’informatique (principes, données et structures de données, algorithmes et systèmes informatiques) et du « Computational Thinking » (à savoir: des connaissances de la logique de résolution de problèmes basée sur des ordinateurs).
- Ressources numériques en tant qu’outil (« Apprendre au moyen des médias »):
 - Connaissances des applications informatiques: les enseignantes et les enseignants devraient pouvoir se servir d’appareils numériques en étant sûrs d’elles-mêmes et d’eux-mêmes, et ils devraient pouvoir utiliser ces appareils en étant axés sur des objectifs et de manière efficace pour l’acquisition, le traitement, la production et la présentation d’informations.
 - Compétences en didactique des médias: les enseignantes et les enseignants devraient être capables d’utiliser des ressources numériques dans toutes les disciplines en recourant à une didactique à la fois efficace et efficiente.

Sur le plan scientifique, le modèle « Technological, Pedagogical and Content Knowledge » (TPACK) (Mishra & Koehler, 2006 ; Koehler & Mishra, 2009) a attiré une grande attention pour sa description et sa mesure des compétences des enseignantes et des enseignants (Voogt, Fisser, Roblin, Tondeur, & Braak, 2013). Ce modèle souligne en particulier l’importance de l’interaction mutuelle entre les différentes compétences dont doivent disposer les enseignantes et les enseignants afin de pouvoir enseigner avec succès en recourant aux ressources numériques. Le message clé de ce modèle est de tenir compte du fait qu’une utilisation judicieuse des ressources numériques naît de la combinaison entre des connaissances pédagogiques, des connaissances techniques et des connaissances des disciplines spécialisées (« technological pedagogical content knowledge »). Cela signifie que les enseignantes et les enseignants n’ont pas seulement besoin de compétences techniques (« technological knowledge »), mais qu’elles et ils doivent savoir de surcroît comment interagissent les ressources numériques avec leurs connaissances des branches spécialisées (« content knowledge »), avec leurs connaissances pédagogiques (« pedagogical knowledge ») ainsi qu’avec leurs

connaissances de la pédagogie des disciplines spécialisées (« pedagogical content knowledge »). En d'autres termes, les enseignantes et les enseignants ont besoin d'une compréhension de la manière dont des ressources numériques peuvent être utilisées judicieusement afin de soutenir de manière générale l'enseignement et l'apprentissage (« technological pedagogical knowledge »), et afin de faciliter l'acquisition de contenus spécifiques aux branches concernées (« technological content knowledge »).

Des modèles scientifiques, p. ex. des standards professionnels, ont pour points communs qu'en raison de la nature des compétences qu'ils décrivent, ils restent à un niveau comparativement générique. Dès lors, ils laissent une grande place à différentes interprétations et pondérations des compétences individuelles. Cela a aussi pour effet que certaines applications du même modèle présentent parfois des différences considérables lorsqu'on procède à la mesure des compétences (Voogt, et al., 2013 ; Kluzer, et al., 2018). Outre la littérature scientifique, des méthodes de mesure à orientation plutôt pragmatique se sont bien établies, notamment dans des enquêtes nationales et internationales. Elles se distinguent par le fait que des items ont été élaborés la plupart du temps de manière ad hoc sans recourir à des modèles de compétences théoriques. D'autres méthodes de mesure tentent un rapprochement avec les compétences des enseignantes et des enseignants en leur posant la question de leur participation à des formations continues, ou en leur demandant d'estimer l'ampleur de leurs besoins de développement dans certains domaines (OECD, 2014).

3.2.2.2 Attitudes et convictions

Parmi les facteurs qui influencent la décision des enseignantes et des enseignants d'intégrer des ressources numériques dans leur enseignement, il n'y a pas seulement les compétences, mais encore les attitudes et les convictions qui jouent un rôle décisif (Ertmer, 1999 ; Ertmer, 2005 ; Ottenbreit-Leftwich, Kopcha, & Ertmer, 2018). En font également partie la maîtrise perçue de leur efficacité personnelle (« self-efficacy »),¹⁴ l'évaluation de leurs propres capacités dans l'utilisation des ressources numériques, des convictions fondamentales sur l'enseignement et l'apprentissage, et l'importance qu'ils attribuent aux ressources numériques dans ces convictions, ainsi que l'ouverture vis-à-vis du changement des pratiques pédagogiques (Eickelmann & Vennemann, 2017 ; Ottenbreit-Leftwich, Kopcha, & Ertmer, 2018).

¹⁴ Par l'expression de « maîtrise de l'efficacité personnelle » (« self-efficacy » ou « auto-efficacité »), on désigne la conviction d'une enseignante ou d'un enseignant d'être en mesure d'intégrer des ressources numériques dans son enseignement (Ottenbreit-Leftwich, Kopcha, & Ertmer, 2018 ; Knezek & Christensen, 2016).

Les attitudes et les convictions décrivent l'appréciation émotionnelle avec laquelle une personne évalue un comportement déterminé ou une situation de fait (Fishbein & Ajzen, 1975). Elles sont un amalgame de composantes cognitives et affectives et de facteurs conduisant à l'action qui peut être considéré comme « a subjective element of knowledge that an individual considers true and important in relation to a specific subject » (Petko, 2012, S. 1353). Elles s'enracinent dans les valeurs fondamentales des personnes concernées et constituent une partie intégrante élémentaire constitutive de leur identité personnelle (Pajares, 1992 ; Ertmer, 2005). Ainsi, les attitudes et les convictions, tant de nature pédagogique générale que dans la perspective de l'utilisation des ressources numériques dans l'enseignement, jouent un rôle fondamental pour ce qui est de la disponibilité des enseignantes et des enseignants à intégrer des ressources numériques dans leur enseignement (Ertmer, 2005 ; Petko, 2012 ; Eickelmann & Vennemann, 2017 ; Ottenbreit-Leftwich, Kopcha, & Ertmer, 2018 ; Durff & Carter, 2019). Petko (2012) a étudié les conditions préalables à l'utilisation des ressources numériques auprès de 357 enseignantes et enseignants du degré secondaire I dans le canton de Schwyz. Les résultats de cette étude ont montré que les enseignantes et les enseignants qui avaient la conviction que l'utilisation de l'ordinateur a un effet positif sur les performances d'apprentissage de leurs élèves demandaient nettement plus souvent à leurs élèves d'utiliser l'ordinateur pour traiter des projets scolaires que des collègues moins convaincus.

Au cours de ces dernières décennies, la littérature scientifique a développé une série de modèles et d'instruments de mesure ayant pour but de saisir les attitudes et les convictions pertinentes des enseignantes et enseignants s'agissant de l'utilisation des ressources numériques (voir Niederhauser & Lindstrom, 2018). Réalisées sur la base du « Technology Acceptance Model » (Davis, 1985), des enquêtes montrent que l'estimation de l'utilité (« perceived usefulness ») et la convivialité perçue pour l'utilisateur (« perceived ease of use ») d'une technologie donnée constituent des conditions préalables d'importance cruciale pour la disponibilité à utiliser cette technologie (voir Scherer & Teo, 2019). En revanche, le modèle « Will, Skill, Tool », ainsi que le modèle élargi « Will, Skill, Tool, Pedagogy » (Knezek & Christensen, 2016) postule que le concept « Attitudes vis-à-vis de l'utilisation des ressources numériques dans l'enseignement » est composé de huit dimensions différentes. Outre l'utilité (« Utility ») de ces ressources, la simplicité ressentie et le sentiment de confiance en soi lors de leur utilisation (« Comfort »/« Anxiety »), d'autres aspects jouent également un rôle comme la disponibilité à apprendre à recourir à ces ressources (« Avoidance »/« Accommodation »), les estimations des effets des technologies numériques sur la société et le monde du travail, ainsi que les réactions émotionnelles générales (« Semantic Perception ») à ces technologies (Christensen & Knezek, 2009 ; Knezek & Christensen, 1997). Des études empiriques

montrent que les dimensions « Utility », « Semantic Perception » et la conviction selon laquelle les technologies numériques deviennent de plus en plus importantes dans le monde du travail auront en particulier une influence sur l'intégration des ressources numériques par les enseignantes et les enseignants. Si l'on fait appel à ces huit dimensions en tant qu'uniques prédicteurs dans une régression linéaire, environ 30 % de la variance enregistrée dans l'utilisation des ressources numériques par les enseignantes et les enseignants peut être expliquée de cette façon (Knezek & Christensen, 2016).

3.2.3 Conditions préalables au niveau des institutions d'éducation

L'importance de la disponibilité et de la capacité des enseignantes et des enseignants en tant que condition préalable à une utilisation efficiente et conforme aux objectifs des ressources numériques est largement incontestée. Aussi bien dans les modèles théoriques que dans la recherche empirique, un niveau de compétences plus élevé, une attitude positive vis-à-vis des technologies, et un enseignement plus fortement centré sur les élèves vont généralement de pair avec une utilisation plus intensive des ressources numériques.

Toutefois, le degré de mise en œuvre de la disponibilité individuelle et des capacités personnelles des enseignantes et des enseignants est influencé par des conditions qui existent au niveau de l'institution d'éducation concernée au sein de laquelle l'enseignante ou l'enseignant exerce ses activités. Ces conditions – désignées par l'expression « school readiness » – n'incluent pas seulement un équipement suffisant des écoles en ressources numériques, mais concernent surtout l'importance que la direction de l'école, l'équipe pédagogique et les autres parties prenantes (p .ex. les représentantes et les représentants des parents) accordent à ces ressources pour l'enseignement et l'apprentissage (Ottenbreit-Leftwich, et al., 2018 ; Durff & Carter, 2019 ; Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010).

3.2.3.1 Équipement en ressources numériques

Ces dernières années, les priorités politiques ont changé dans le domaine des ressources numériques, en particulier dans les pays développés (voir Conrads, et al., 2017 ; Eickelmann, 2018). Alors que pendant longtemps, on accordait la première priorité au fait de garantir qu'il existe un équipement en infrastructure numérique dans les institutions d'éducation, on assiste récemment à un déplacement des axes prioritaires. Dans ce contexte, les réflexions et stratégies politiques mettent de plus en plus l'accent sur la manière de rendre les enseignantes et les enseignants aptes à utiliser cette infrastructure de manière appropriée.

Néanmoins, la disponibilité d'une infrastructure technique (adéquate) demeure une condition préalable nécessaire et irremplaçable permettant leur utilisation à l'école et dans l'enseignement (Cattaneo, 2018). Les élèves n'utiliseront guère, voire pas du tout d'ordinateurs portables, de programmes informatiques d'apprentissage ou des outils similaires dans l'enseignement si l'école ne met pas à leur disposition des ressources correspondantes. Et ce, indépendamment des compétences, de l'attitude et de la motivation de leurs enseignantes et leurs enseignants. En outre, très souvent, seule l'existence de solutions techniques rend possible l'application de concepts pédagogiques qui, en l'absence de ces solutions, ne seraient pas réalisables ou difficilement réalisables. L'interaction entre une amélioration continue de la performance de calcul automatique, l'existence d'algorithmes modernes et la mise à disposition de contenus sous une forme numérisée a été le seul facteur qui a permis à un large public d'accéder à un apprentissage personnalisé et individualisé (Izmes-tiev, 2012 ; Järvelä, 2006).

La mise à disposition d'une infrastructure technique « adéquate » est indubitablement un prérequis fondamental qui permet l'intégration de cette infrastructure dans les activités scolaires quotidiennes. En revanche, il est moins clair de savoir quel type d'équipement doit être considéré comme « adéquat ». Cela s'explique, d'une part, par la rapidité de l'évolution technique dans le domaine des TIC, ce qui entraîne une succession rapide des types de technologies et de ressources qui sont considérées actuellement comme pertinentes (Lorenceau, Marec, & Mostafa, 2019). Par conséquent, les connaissances en matière de recherche scientifique sur l'équipement optimal des écoles en infrastructure numérique deviennent, elles aussi, rapidement obsolètes. D'autre part, la question de savoir ce qui doit être considéré comme « adéquat » dépend, dans une mesure considérable, des exigences et des souhaits de la personne qui utilise les ressources.

Au niveau de l'administration de l'éducation, on a publié et on publie encore aujourd'hui, à intervalles irréguliers, des guides à l'intention des écoles. Ces guides devraient permettre à la direction et à l'administration de l'école de prendre les décisions nécessaires lors de la mise en disposition d'une infrastructure « adéquate ». Au niveau international, les « Guidelines » de l'Office of Educational Technology des États-Unis (Office of Educational Technology, 2017) ou les directives des Länder allemands (p. ex. Staatsministerium für Kultus, 2019 ; Ministerium für Bildung, 2019 ; Giering & Obermüller, 2017) en sont des exemples. En Suisse également, plusieurs guides de ce type ont été publiés ces dernières années (p. ex. CTIE, 2006 ; Initiative des villes pour la formation, 2019). En particulier au niveau des cantons, des recommandations de ce genre ont été élaborées lors de l'introduction du module « Médias et Informatique » et du module « MITIC » dans le cadre des plans d'études propres aux différentes régions linguistiques (voir chapitre 4.4.1). À

l'heure actuelle, la CDIP est en train d'élaborer une recommandation relative à l'équipement des écoles incluant une infrastructure technique et des services numériques dans le cadre de la planification des mesures concernant la stratégie de numérisation (CDIP, 2019).

3.2.3.2 Culture scolaire et vision

Les normes et les attentes en matière de comportement jouent un rôle important dans le pilotage social des comportements. Elles définissent – souvent implicitement – quelles sont les modes de comportement attendus dans quels types de contextes, et quels sont ceux qui sont perçus comme appropriés (voir Schultz, et al., 2007). Des normes existent tant au niveau culturel et sociétal qu'au niveau d'unités sociales de plus petite taille (p. ex. au niveau d'une école ou d'une équipe pédagogique). Elles sont un élément essentiel de la culture d'une organisation ou d'un groupe, et influencent le comportement et les convictions des individus en tant que membres de cette unité (Flamholtz & Randle, 2014). Au sein d'une école ou d'une équipe pédagogique, les normes et la culture de l'organisation déterminent notamment quelles valeurs et quels objectifs sont considérés comme pertinents, quelles méthodes d'enseignement et d'évaluation sont considérées comme appropriées, et quel matériel pédagogique est considéré comme adéquat pour quels objectifs (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010). Elles exercent donc une influence décisive sur ce que les parties prenantes clés d'une école (les directrices et les directeurs de l'école, les enseignantes et les enseignants, les élèves, les parents et les personnes investies de l'autorité parentale) considèrent comme une éducation qualitativement solide et efficiente, et sur le rôle que jouent les ressources numériques pour l'atteinte de ces objectifs de formation (ten Brummelhuis & Amerongen, 2011).

L'existence d'une culture scolaire qui apprécie positivement les compétences numériques des enseignantes et des enseignants, qui partage des convictions sur la valeur ajoutée pédagogique des ressources numériques, et qui soutient l'utilisation de ces ressources pour l'apprentissage et l'enseignement s'est avérée être une condition préalable importante pour que ces technologies et les méthodes pédagogiques liées à ces dernières soient effectivement utilisées (Tondeur, et al., 2009 ; Petko, et al., 2015 ; Prasse, 2012 ; Petko, Prasse, & Cantieni, 2018 ; Ayub, Bakar, & Ismail, 2015 ; Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010 ; Durff & Carter, 2019 ; Hennessy, Ruthven, & Brindley, 2005). Ainsi, dans une étude d'Ertmer, et al. (2012), des enseignantes et des enseignants ont identifié l'attitude de refus de certains collègues comme étant un obstacle important à l'intégration des ressources numériques dans leur enseignement. Petko, Prasse, & Cantieni (2018) montrent que des différences qui existent dans la culture scolaire (« school rea-

diness »), définie en tant que combinaison d'aspects techniques et culturels, ont donné lieu à des différences considérables dans l'intégration des ressources numériques réalisée par 349 enseignantes et enseignants suisses du degré primaire. Ces différences étaient surtout dues au fait que la culture scolaire influençait les convictions et les attitudes des enseignantes et des enseignants, et que ces convictions et attitudes influençaient de leur côté la fréquence selon laquelle ces enseignantes et ces enseignants demandaient à leurs élèves d'utiliser des ressources numériques pour traiter des projets.

Une culture scolaire ayant des affinités avec le numérique se distingue par une série de caractéristiques qui articulent, tant au niveau formel qu'informel, l'importance attribuée aux ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage. Au niveau de l'école, le fait que des objectifs d'utilisation des ressources numériques sont définis clairement fait partie de ces caractéristiques. De même, le fait qu'il existe des incitations poussant les enseignantes et les enseignants à suivre des formations professionnelles continues dans ce domaine, le fait qu'un soutien pédagogique et technique est garanti par l'école ou par l'administration de l'école, et le fait que les enseignantes et les enseignants ont la possibilité d'échanger régulièrement non seulement entre eux, mais aussi avec d'autres parties prenantes (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010 ; Somekh, 2008 ; Petko, Prasse, & Cantieni, 2018). Dès lors, les convictions, les compétences et le style de conduite de l'administration et de la direction de l'école jouent un rôle important pour rendre possible le développement d'une culture scolaire allant dans ce sens (Louis, et al., 2010 ; Chang, 2012 ; Christensen, et al., 2018 ; Dexter, 2018).

3.2.3.3 Résumé et importance pour le présent rapport

Les enseignantes et les enseignants et les apprenantes et les apprenants utilisent les ressources numériques selon une ampleur différente, avec des objectifs différents, et avec des résultats différents pour l'apprentissage (formel) et l'enseignement. À cet égard, une série de facteurs situés au niveau des enseignantes et des enseignants et de l'école se sont avérés pertinents pour expliquer ces différences. Des études tant qualitatives que quantitatives mettent en évidence le fait que l'existence d'enseignantes et d'enseignants compétents et convaincus de la valeur ajoutée des ressources numériques est un facteur décisif pour que ces ressources soient utilisées de manière pédagogiquement judicieuse et qui, de ce fait, encouragent l'apprentissage dans l'enseignement et à l'école. Pour que leurs compétences puissent se développer et s'épanouir, et pour que leurs convictions puissent se concrétiser, ces enseignantes et ces enseignants sont tributaires d'un environnement scolaire qui approuve et soutient le recours aux ressources numériques, et qui met à disposition l'infrastructure technique requise.

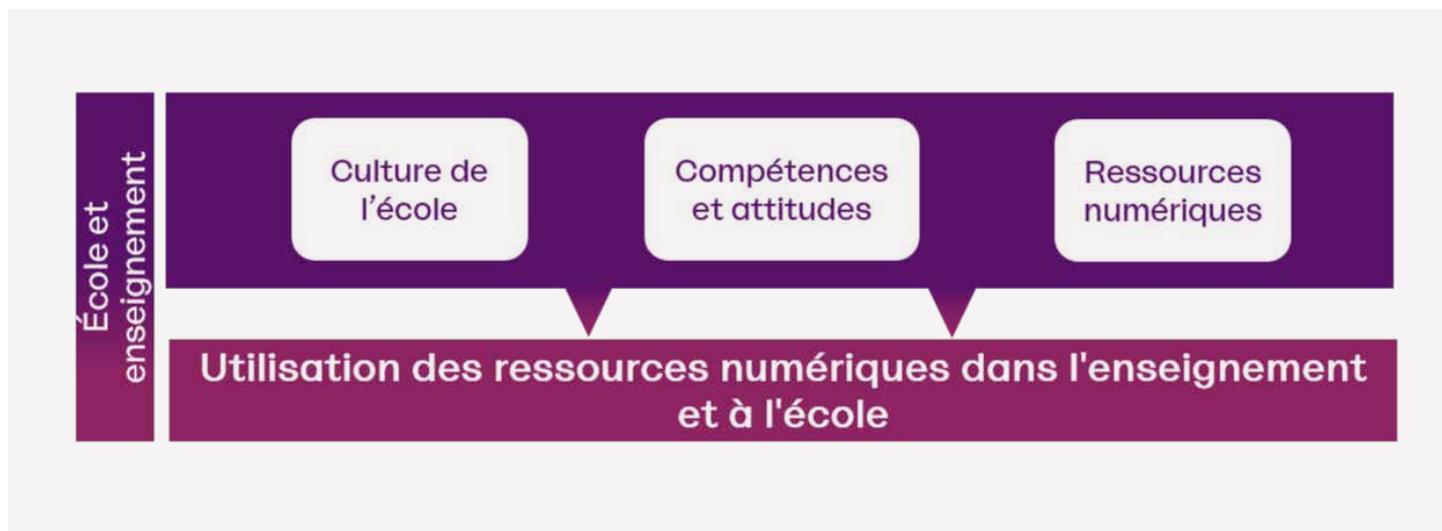
Partant, pour le présent rapport, on procède à l'évaluation d'informations relatives à l'équipement des écoles en Suisse en terminaux et périphériques numériques, ainsi qu'en d'autres infrastructures techniques. Sont aussi prises en compte dans ce rapport des informations sur des modalités d'accès à l'Internet. En outre, il faudrait tenir compte des informations sur la qualité de ces biens et services là où ces informations sont disponibles. Pour mesurer cette qualité, des évaluations subjectives de cette qualité par les parties prenantes concernées, en particulier par les enseignantes et les enseignants et les apprenantes et apprenants, semblent pertinentes. La reprise de spécifications techniques n'a de sens que si, comme dans le cas de la bande passante d'un raccordement Internet, on peut tirer de ces facteurs une conclusion judicieuse sur la qualité du produit.

De plus, au niveau des écoles le degré de soutien dont bénéficient les enseignantes et les enseignants pour intégrer les ressources numériques joue également un rôle. Puisqu'il n'existe aucun modèle bien établi pour la description d'une culture scolaire ayant des affinités avec le numérique, la recherche d'informations dans ce domaine se base sur les résultats de la littérature scientifique, conformément au résumé figurant au chapitre 3.2.3.2.

Enfin, il s'est avéré que les compétences et les convictions sont importantes pour pouvoir décrire les différences qui existent entre les enseignantes et les enseignants en matière d'utilisation des ressources numériques. Pour cette raison, le présent rapport essaie de reprendre et de résumer les informations sur ces caractéristiques propres aux enseignantes et enseignants. L'aperçu sur la littérature scientifique de l'alinéa 3.2.2.1 montre que les compétences des enseignantes et des enseignants dans l'utilisation des ressources numériques ne sont pas un dispositif unidimensionnel. Par conséquent, les différences entre les compétences en matière d'applications informatiques et les compétences en didactique des médias seront notamment présentées là où cela s'avère possible.

En ce qui concerne les attitudes, la conviction selon laquelle les ressources numériques sont utiles et qu'elles encouragent l'apprentissage est un élément clé qui ressort de la littérature empirique sur ce thème. Dès lors, le présent rapport reprendra des informations sur la diffusion de cette conviction parmi les enseignantes et les enseignants (et parmi d'autres parties prenantes du système éducatif suisse) là où cela s'avère possible. Puisque les résultats divergent sur la question de l'importance d'autres composantes faisant partie des attitudes, et que la définition de ces composantes diffère elle-même d'un modèle à l'autre, on reprendra en outre également de manière opportuniste des informations qui sont qualifiées de « caractéristique faisant partie des attitudes » dans la source de données y afférente.

En résumé, au niveau de l'école et des enseignantes et des enseignants, quatre domaines différents s'avèrent pertinents pour la description et l'explication de l'intégration des ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage. Ils sont représentés sous forme de schéma dans le graphique 3.



Graphique 3: Domaines pertinents pour le monitoring de la numérisation à l'école et dans l'enseignement

3.2.4 Conditions préalables au niveau du système éducatif

Des facteurs qui sont – du moins en partie – hors de la sphère de contrôle de l'institution éducative individuelle et de ses collaboratrices et collaborateurs déterminent si des enseignantes et des enseignants et des directions d'écoles disposent ou non de suffisamment de compétences, ou si des écoles disposent ou non d'une infrastructure adéquate (Davies & West, 2014). Ces facteurs sont en effet définis par les conditions cadres juridiques, organisationnelles et financières du système éducatif. Elles fixent par exemple l'ampleur des moyens dont les écoles sont dotées afin d'acquérir et d'assurer la maintenance de l'infrastructure nécessaire, et elles fixent le type de matériel pédagogique autorisé pour l'enseignement.

Il est indubitable qu'il faut accorder une grande importance à la création de conditions cadres adéquates. Ces dernières années, des organisations internationales comme l'OCDE (2015a), l'UNESCO (2011) ou la Banque Mondiale (Trucano, 2016) ont attiré l'attention de manière répétée sur leur importance pour la numérisation dans l'éducation. Des études politiques comparatives réalisées dans un contexte international ont identifié trois domaines clés où des décisions prises au niveau du système éducatif ont une influence sur l'intégration des ressources

numériques dans l'enseignement et l'apprentissage (Conrads, et al., 2017 ; European Commission/EACEA/Eurydice, 2019 ; Kozma, 2011):

- **Stratégies et mesures:** les stratégies définissent les priorités politiques et les fixations d'objectifs dans un champ d'action donné. Elles contribuent ainsi à créer une vision commune pour le recours aux technologies et ressources numériques auprès de tous les acteurs du système éducatif, rendant ainsi transparents les objectifs et les attentes en matière de résultats de l'enseignement (Balanskat, Bannister, Hertz, Sigillò, & Vuorikari, 2013). Des mesures harmonisées avec ces stratégies définissent à leur tour des responsabilités, spécifient des étapes intermédiaires, évaluent les progrès accomplis dans l'atteinte des objectifs stratégiques, et garantissent le caractère tangible du soutien dispensé afin de mettre en œuvre cette vision commune chez les acteurs de l'éducation (Conrads, et al., 2017 ; European Commission/EACEA/Eurydice, 2019). Elles permettent ainsi de fixer et d'adapter les conditions cadres juridiques, financières et organisationnelles afin de faire en sorte que les ressources numériques soient encouragées au mieux pour l'enseignement et l'apprentissage.
- **Plans d'études et cursus d'études:** en fixant des axes prioritaires dans le développement et l'introduction de plans d'études, et en prescrivant le type de matériel pédagogique autorisé, les décisions administratives et politiques ont une influence directe sur le déroulement de l'enseignement dans les salles de classe. Elles déterminent, du moins en partie, quels types de contenus sont enseignés avec quels types de moyens, et quels sont les objectifs qui devraient être ainsi atteints. Tant en Suisse que dans les pays étrangers membres de l'UE, au cours des années précédentes, des compétences basées sur les ordinateurs et l'information ont été intégrées selon une ampleur croissante dans les plans d'études (D-EDK, 2016 ; European Commission/EACEA/Eurydice, 2019). En Suisse latine, le plan d'études est actuellement en cours d'actualisation à cet égard (CIIP, 2018). En outre, le plan de mesures de la CDIP prévoit de définir un cadre de référence valable pour toute la Suisse pour les compétences numériques des apprenant-e-s de la scolarité obligatoire (CDIP, 2019). Très souvent, les plans d'études ne définissent pas seulement quels types de compétences les élèves devraient acquérir en lien avec les médias numériques, mais ils fixent aussi selon quelle étendue ils devraient les acquérir (p. ex. en fixant la dotation en heures prévue à cet effet) et sous quelle forme ces nouvelles compétences devraient être intégrées dans la liste des disciplines existantes (p. ex. en tant que discipline spécialisée autonome ou en l'intégrant dans d'autres disciplines d'enseignement).

- **Contenus et structure de la formation et de la formation continue des enseignantes et des enseignants:** L'étendue et le succès de l'intégration des ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage dépendent, dans une mesure considérable, des capacités et des convictions des enseignantes et des enseignants (voir plus haut). La formation et la formation continue des enseignantes et des enseignants dans ce domaine est donc une préoccupation d'importance centrale du système éducatif. Alors que les hautes écoles pédagogiques (HEP) en Suisse disposent d'une large autonomie dans la structuration des contenus destinés à la formation et à la formation continue des enseignantes et des enseignants, la politique de l'éducation et l'administration de l'éducation peuvent avoir une influence sur des critères formels et sur des recommandations.

Si l'importance des décisions de l'administration de l'éducation et de la politique de l'éducation pour l'intégration des ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage est intuitivement évidente, leur influence n'a été plausibilisée à ce jour que dans le cadre d'études de cas et de rapports d'organisations internationales (p. ex. Austin & Hunter, 2013 ; UNESCO, 2011). Mais jusqu'à présent, on ignore largement quelle est l'ampleur de l'influence de ces décisions sur l'intégration de ces ressources.

3.2.4.1 Résumé et pertinence pour le présent rapport

Les décisions prises au niveau du système éducatif revêtent une grande importance pour l'utilisation des ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage. Elles définissent en effet les conditions cadres politiques, organisationnelles et financières. D'abord et avant tout, elles rendent ainsi possibles l'utilisation de ces ressources dans l'enseignement et à l'école.

Les stratégies et les mesures de la Confédération et des cantons sont résumées au chapitre 4.4.1. L'importance du matériel pédagogique numérique, tout comme celle des technologies et compétences numériques dans les plans d'études inter-cantonaux, est également discutée dans ce chapitre. La structure et les contenus de la formation des enseignantes et des enseignants sont discutés dans le rapport actuel de swissuniversities sur le sujet (swissuniversities, 2020). Une analyse plus précise des offres de formation continue est prévue sous la forme d'un autre rapport qui devrait être publié pour le milieu de l'année 2021 (swissuniversities, 2020, p. 6). Afin d'éviter de créer des doublons, le présent rapport renonce – malgré l'énorme importance de ce thème qui est incontestablement fondamental – à une plus ample discussion à ce propos.

3.3 Évaluer la numérisation: « outputs » et « outcomes »

Au cours de ces dernières années et décennies, des moyens considérables ont été investis dans l'équipement des écoles en infrastructure numérique. L'utilisation de cette infrastructure a également nettement gagné en importance sur le plan international (voir Lorenceau, Marec, & Mostafa, 2019). Puisque les moyens financiers et les ressources en temps sont limités dans le système éducatif suisse, les fonds utilisés à cet effet auraient pu être consacrés à d'autres buts (p. ex. à l'embauche d'enseignantes et enseignants supplémentaires). Aussi la question la plus fréquemment posée sur ce thème est-elle celle de savoir quelle valeur ajoutée la mise à disposition et l'intégration de cette infrastructure apportent-elles au système éducatif suisse, à savoir quel est son degré d'efficacité pour atteindre les objectifs de formation (UIS, 2009 ; Iriti, et al., 2016). Une autre question pertinente est celle de savoir si la valeur ajoutée réalisée justifie ou non les dépenses nécessaires à l'infrastructure, aux formations continues et à l'adaptation de la pratique de l'enseignement et de l'apprentissage, à savoir quelle est le degré d'efficacité de sa contribution à l'atteinte des objectifs de formation (relativement à d'autres objectifs d'utilisation possibles).

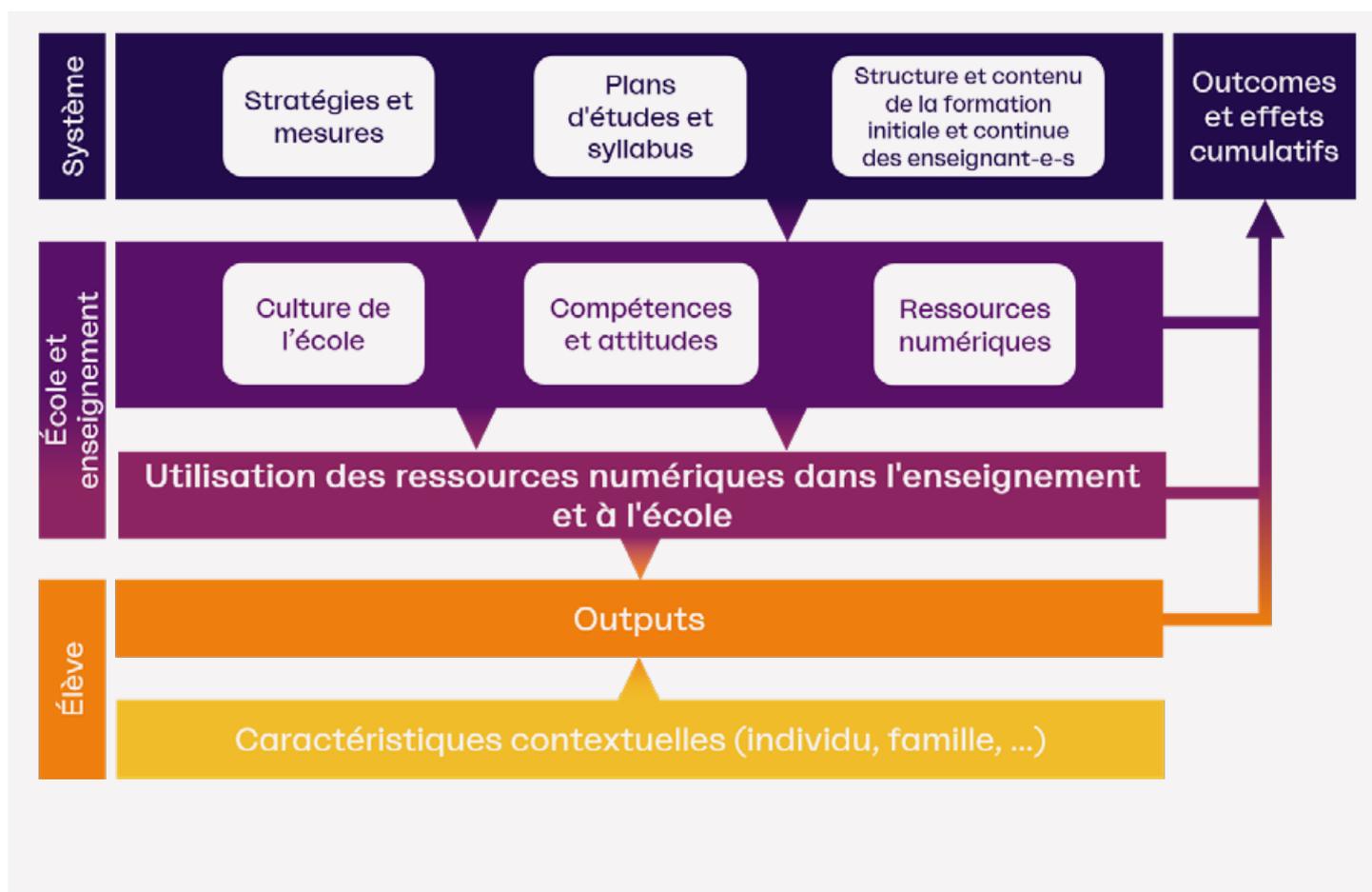
Les objectifs de formation figurant dans les stratégies sont spécifiés en priorité sous la forme de connaissances, de capacités et de compétences des apprenant-e-s. Par exemple, les objectifs de formation de la CDIP définissent surtout les compétences fondamentales que les élèves devraient acquérir au cours de la période de scolarité obligatoire (CDIP, 2011). Pour cette raison, on recense dans la quasi-totalité des enquêtes sur l'intégration des ressources numériques des informations supplémentaires sur les performances d'apprentissage des élèves ou sur l'influence (perçue) des ressources numériques sur ces performances. Elles constituent aussi de loin la forme la plus fréquente d'évaluation de ces ressources dans la littérature scientifique (Liao & Lai, 2018 ; Lai & Bower, 2019).

Il est possible de déduire d'autres critères d'évaluation de l'intégration de ces ressources numériques en analysant la manière dont cette intégration déploie ses effets sur d'autres domaines de la société. Cela signifie qu'il faut étudier quelle est la contribution de ces ressources au-delà de la seule acquisition de compétences et de la seule éducation. Ces effets peuvent être à la fois directs et indirects. Par exemple, parce que le recours à des ressources numériques a des conséquences directes pour la santé et le bien-être subjectif des élèves ou des enseignantes et des enseignants. Ils peuvent aussi être considérés en tant qu'effets indirects, à savoir en tant qu'effets à long terme sur la mise en place de compétences au sein du système éducatif. Par exemple parce qu'on parvient ainsi à motiver les élèves

à l'apprentissage tout au long de leur vie ou parce qu'on réussit ainsi à renforcer leurs intérêts et leurs compétences de sorte que l'on puisse répondre ainsi aux besoins en personnel spécialisé qualifié qui existent dans le secteur économique des TIC (IWSB, 2018). Enfin, ces effets peuvent découler de l'agrégation de décisions (indépendantes) de certains acteurs individuels. Si des cantons ou des écoles choisissent un type de matériel pédagogique numérique, un type de logiciel d'apprentissage ou un environnement informatique de gestion d'apprentissage spécifique, cela peut avoir une influence sur la structure de l'offre du marché concerné. Dans certaines circonstances, cela peut donner lieu à un « emprisonnement » (« lock-in ») technologique dans certaines solutions informatiques, et à des liens de dépendance unilatéraux du système éducatif vis-à-vis de certains prestataires informatiques.

3.3.1 « Outputs » au niveau des élèves

Au niveau des élèves, il existe une série de motifs différents qui justifient l'intégration des ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage. Ils vont de l'amélioration de l'accès au matériel pédagogique, au fait d'essayer d'accroître le degré de motivation d'apprentissage, en passant par un renforcement des performances d'apprentissage jusqu'à la mise en place de compétences spécifiques (Bower, 2017). Dans un tour d'horizon des études scientifiques provenant des années 2015 à 2017, Lai & Bower (2019) montrent que dans la recherche sur l'éducation, le changement des performances d'apprentissage est de loin le critère le plus important d'évaluation du succès du recours aux ressources numériques (Graphique 4). Au moins 72 % des études analysées portaient au minimum sur un aspect de l'appropriation des connaissances ou de la performance d'apprentissage. Des éléments affectifs comme la motivation, le plaisir d'apprendre ou le changement de certaines attitudes ont été comparativement souvent pris pour base en tant que critère d'évaluation du recours à ces ressources. Toutefois, un changement des attitudes d'apprentissage, de la motivation d'apprentissage ou du plaisir à apprendre est interprété la plupart du temps comme une condition préalable à un changement des performances d'apprentissage (voir Passey, et al., 2004). Dès lors, également dans ces cas, l'objectif ultime du recours aux ressources numériques réside dans l'amélioration des performances d'apprentissage (du moins pour une partie spécifique) de l'ensemble des élèves.



Graphique 4: Facteurs d'évaluation du recours aux ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage
Remarques: propre présentation établie sur la base des résultats de Lai & Bower (2019, p. 33).

3.3.2 Objectifs de l'utilisation des ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage

Au plus tard depuis les années 1990, deux objectifs centraux de l'intégration des ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage font l'objet de discussions (voir Tondeur, Van Braak, & Valcke, 2007 ; Ward & Parr, 2011). D'une part, l'utilisation de ces ressources devrait contribuer à l'acquisition par les élèves d'une série de compétences spécifiques en matière de médias ainsi que de compétences généralisées qui puissent garantir leur participation au sein de la société et du marché du travail. D'autre part, les ressources numériques devraient contribuer à l'amélioration de la qualité d'apprentissage et de la performance d'apprentissage en tant que telles. Dans les lignes suivantes, nous étudions brièvement ces deux domaines.

3.3.2.1 Gain en compétences spécifiques

Recourir aux ressources numériques dans l'enseignement devrait contribuer à ce que les élèves soient bien préparés au monde qui les attend à l'issue de la fin de la période de scolarité obligatoire. Un monde où ces ressources revêtent une importance toujours

croissante au sein de la société et qui exerce continuellement une influence accrue sur le marché du travail. En d'autres termes: les élèves devraient être en mesure d'utiliser avec compétence et de manière autonome les nouvelles technologies, les contenus numériques et les formes de communication numériques. En outre, ils doivent disposer du bagage nécessaire pour pouvoir se débrouiller tant dans leur vie privée que professionnelle dans un monde toujours plus volatile, plus complexe, peu sûr et ambivalent (voir SKO, 2016 ; Pellegrino & Hilton, 2012). À cet effet, ils ont besoin d'une série de compétences spécifiques en matière de médias ainsi que de compétences généralisées non spécifiques en matière de médias (voir Petko, Döbeli Honegger, & Prasse, 2018).

3.3.2.2 Compétences spécifiques en matière de médias

Les compétences spécifiques en matière de médias décrivent – du moins dans la tradition de la pédagogie en matière de médias propre à l'espace des pays germanophones – la capacité des élèves d'utiliser de manière autonome des ressources numériques. « Cela nécessite de pouvoir les comprendre, les expliquer et les évaluer dans la perspective des interactions mutuelles entre l'individu et la société, ainsi que de se rendre compte de leurs possibilités d'influence, et pas seulement de connaître leurs possibilités d'utilisation. » (Brinda, et al., 2016, S. 2). Conformément à ce qui précède, les individus compétents se distinguent par le fait qu'ils possèdent des capacités techniques à appliquer, utiliser et participer à la structuration de ressources numériques, et qu'ils disposent de connaissances et d'une capacité de distance critique suffisantes pour remettre en question l'utilisation, les contenus et l'influence sociale de ces ressources, et qu'ils sont à même de les évaluer (voir Baacke, 1997). Le module « Medien und Informatik » (« Médias et Informatique ») du Lehrplan 21 repose sur cette compréhension des compétences spécifiques en matière de médias (Petko, Döbeli Honegger, & Prasse, 2018). Et on peut aussi constater dans un contexte international que la compétence en matière de médias est souvent le fruit de l'interaction entre des capacités techniques en matière d'applications et de structuration liées à la capacité de réflexion critique relative aux possibilités (individuelles et sociétales), aux limites et aux dangers de la technique et des contenus. Toutefois, il existe parfois des différences considérables dans la terminologie et dans les axes prioritaires thématiques. Ainsi, p. ex., l'enquête ICILS 2018 définit les « compétences axées sur les ordinateurs et l'information » en tant que construction de concepts issus de quatre domaines de compétences: maîtriser l'utilisation des ordinateurs, savoir rassembler et organiser des informations, savoir produire des informations, et savoir utiliser et échanger de manière responsable et sécurisée des informations. Il ne faut pas confondre les compétences précitées avec la notion de « Computational Thinking », qui est une construction de concepts issus de deux domaines de

compétences: d'une part, la capacité analytique de conceptualiser des problèmes de façon que l'on puisse trouver leur solution à l'aide d'un algorithme d'ordinateur et, d'autre part, la capacité technique de planifier et de mettre en œuvre des solutions de ce genre (Fraillon, Ainley, Schulz, Duckworth, & Friedman, 2019 ; Senkbeil, et al., 2019). Le cadre de compétences européen pour les citoyens « Dig-Comp » (Carretero, Vuorikari, & Punie, 2017) décrit à son tour, depuis la version 2.0, cinq domaines de compétences numériques: rechercher, évaluer et gérer des informations, des données et des contenus numériques (« Information and data literacy »), utiliser de manière appropriée et respectueuse des technologies et canaux numériques de manière sécurisée pour la communication et la collaboration (« Communication and collaboration »), structurer des contenus numériques et comprendre des aspects de la propriété intellectuelle (« Digital content creation »), protéger des appareils, des données personnelles et son bien-être (« Safety »), ainsi qu'analyser et résoudre des problèmes à l'aide de moyens techniques (« Problem solving »).

3.3.2.3 Compétences généralisées (« 21st century skills »)

La notion de compétences généralisées non spécifiques en matière de médias est une construction de concepts qui décrit un recueil de capacités qui permettent (ou devraient permettre) aux individus de faire face aux changements considérables du monde privé et du monde du travail causés par les progrès des technologies numériques. Font partie de ces changements, outre une automatisation croissante des activités routinières, notamment une augmentation de la complexité, une accélération des cycles de marché et du rythme de travail, et une réduction très rapide de la durée de vie des savoirs pertinents (SKO, 2016 ; Erstad & Voogt, 2018). Dans un tel monde, une hypothèse postule qu'une participation autonome à la vie économique et à la société réside dans ce qui suit: « in being able to communicate, share, and use information to solve complex problems, in being able to adapt and innovate in response to new demands and changing circumstances, in being able to marshal and expand the power of technology to create new knowledge, and in expanding human capacities and productivity. » (Binkley, et al., 2012, p. 17). Un nombre croissant de cadres de compétences (« frameworks ») tente de rassembler ces exigences et de les systématiser (van Laar, van Deursen, van Dijk, & de Haan, 2017 ; Erstad & Voogt, 2018). Elles sont souvent discutées en utilisant l'expression de « 21st century skills » (Erstad & Voogt, 2018 ; Binkley, et al., 2012) ou de « compétences clés » (Rychen & Salganik, 2003 ; Conseil de l'Union européenne, 2018). Ces recueils de compétences sont très hétérogènes. Ils contiennent une large sélection de « skills » (compétences) les plus divers, dont des capacités techniques comme la programmation, des capacités analytiques comme les compétences de résolution de problèmes ou la pensée

critique, des capacités productives comme la créativité ou la capacité d'innovation, des capacités interactives comme la communication ou la collaboration, des capacités empathiques comme la conscience interculturelle ou la pensée durable et, last but not least, des capacités réflexives comme l'auto-motivation ou la disponibilité à apprendre tout au long de sa vie. Mais il n'existe pas de liste de compétences définitive généralement acceptée. En outre, les concordances entre les différents frameworks sont limitées. Van Laar, van Deursen, van Dijk, & de Haan (2017) ont étudié 75 articles scientifiques sur ce thème publiés entre les années 2000 et 2016 en analysant les domaines de compétences listés dans ces publications. Ils n'ont pas trouvé une seule dimension de compétence qui avait été prise en compte dans plus de la moitié de ces études.

3.3.2.4 Accroissement de la qualité de l'enseignement et augmentation de l'apprentissage

L'intégration des technologies numériques dans l'enseignement et l'apprentissage devrait aussi contribuer à accroître la qualité de l'enseignement et à faire progresser l'apprentissage dans différentes disciplines scolaires comme les mathématiques, les langues ou les sciences naturelles. Elles ont pour but d'aider à augmenter l'efficacité et l'efficience de l'enseignement et de l'apprentissage, et de réduire les inégalités en ce qui concerne l'accès aux ressources d'apprentissage, ainsi qu'aux performances d'apprentissage et à l'accroissement de l'apprentissage entre élèves. Schaumburg et Prasse (2019) citent quatre domaines où la discussion sur la valeur ajoutée des ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage a été très souvent prise pour thème. En font partie:

- une augmentation de la motivation et du plaisir à apprendre des élèves,
- l'enrichissement de l'enseignement avec des présentations interactives visuelles ou audiovisuelles,
- l'individualisation des offres d'apprentissage, par exemple pour permettre aux élèves ayant un faible niveau d'apprentissage de traiter ultérieurement de manière ciblée les compétences qui font défaut,
- l'encouragement à l'apprentissage actif et à l'apprentissage basé sur des problèmes, par exemple par le biais du traitement collaboratif de projets.

Afin de pouvoir juger dans quelle mesure l'intégration effective des ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage répond à ces attentes, il faut disposer d'informations sur le niveau des performances et l'augmentation des

performances des élèves. Cela concerne aussi bien le niveau de formation dans différentes disciplines scolaires que les compétences dans l'utilisation et le recours aux médias numériques. Conformément à ce qui précède, toutes les enquêtes analysées dans un contexte international contiennent des mesures relatives aux standards de performance des élèves dans différents champs de compétences, ou des mesures servant à estimer l'influence des ressources numériques sur le changement de ces standards.

3.3.3 Expliquer les différences individuelles qui existent entre les compétences spécifiques en matière de médias

Pour expliquer les différences de compétences qui existent entre les élèves, outre les facteurs scolaires, ce sont surtout les caractéristiques qui n'ont qu'une influence indirecte sur le système éducatif suisse qui se sont avérées importantes. En font partie en particulier des caractéristiques propres aux élèves elles-mêmes et eux-mêmes ainsi qu'aux familles dont ils proviennent. Des différences dans l'ampleur des compétences clés comme les mathématiques, les sciences naturelles ou la langue de l'enseignement sont marquées dans une forte mesure par des caractéristiques individuelles comme l'intelligence ou le talent inné, le sexe, la motivation à apprendre et l'aspiration à l'éducation. Des facteurs familiaux jouent aussi un rôle important, comme la formation et la profession des parents (en tant que moyen de rapprochement pour le soutien et l'intérêt du contexte familial porté à l'éducation), ou le bien-être socio-économique (voir notamment Schütz, Ursprung, & Woessmann, 2008 ; Dickerson Mayes, et al., 2009 ; Link, 2013 ; CSRE, 2018 ; Broer, Bai, & Fonseca, 2019). Ces traits caractéristiques ont aussi une influence sur l'acquisition des compétences spécifiques en matière de médias (voir Fraillon, et al., 2019a ; Aesaert & van Braak, 2018).

En outre, pour prévoir les différences individuelles qui existent pour les compétences spécifiques en matière de médias, deux autres caractéristiques propres aux élèves et à leur environnement familial se sont avérées pertinentes:

- **L'attitude vis-à-vis des ressources numériques:** des appréciations émotionnelles sur les technologies numériques en général ainsi que sur l'utilisation de ces technologies aux fins d'apprentissage sont étroitement liées à la formation en compétences spécifiques en matière de médias chez les élèves (Aesaert & van Braak, 2018). Les élèves qui associent le recours aux technologies numériques à des émotions positives – comme le plaisir, la satisfaction, l'intérêt, le contentement – qui évaluent de manière positive la contribution de ces technologies à la société et à l'apprentissage, et qui n'ont aucune crainte ou ont suffisamment de confiance en eux dans l'utilisation de ces technologies présentent

généralement un niveau élevé de compétences spécifiques en matière de médias (Meelissen, 2008). En particulier la maîtrise de l'efficacité personnelle perçue (« auto-efficacité »), à savoir le fait de croire en sa propre capacité d'utiliser avec succès des ressources numériques pour maîtriser des tâches est en corrélation positive avec des compétences spécifiques en matière de médias (notamment Garland & Noyes, 2005 ; Rohatgi, Scherer, & Hatlevik, 2016 ; Hatlevik, Throndsen, Loi, & Gudmundsdottir, 2018).

- **L'accès aux ressources numériques et l'utilisation des ressources numériques à domicile:** les expériences faites dans l'utilisation de ressources numériques dans un contexte extrascolaire sont des conditions préalables importantes pour l'acquisition de compétences spécifiques en matière de médias. Les élèves qui ont accès à leur domicile aux terminaux et applications numériques qui disposent de davantage d'expérience dans la gestion de ces ressources sont mieux en mesure de trouver des informations à partir de sources numériques, de les traiter, de les évaluer et de les communiquer (Aesaert, et al., 2015 ; Jara, et al., 2015). Toutefois, l'utilisation privée de ressources numériques ne s'est pas avérée dans tous les cas un moyen adéquat d'encourager le développement de compétences spécifiques en matière de médias. Ainsi, Jara, et al. (2015) démontrent que seules certaines formes d'utilisation de l'Internet (p. ex. l'utilisation de moteurs de recherche) sont en corrélation positive avec des compétences spécifiques en matière de médias. D'autres modes d'utilisation, comme le téléchargement de programmes, de jeux et de musique, ou comme l'utilisation du web dans le cadre de chats semblent avoir des effets plutôt négatifs.¹⁵

Ces deux facteurs – les attitudes et l'utilisation privée – ne sont pas mutuellement indépendants. Ainsi, dans une analyse de participantes et de participants suisses à l'enquête PISA 2012, Petko, Cantieni, & Prasse (2018) trouvent que l'utilisation de ressources numériques à domicile – tant à des fins scolaires que pour se divertir – constitue un critère de prédiction important pour l'attitude positive des élèves envers les ordinateurs (voir aussi (Hatlevik, Throndsen, Loi, & Gudmundsdottir, 2018 ; Rohatgi, Scherer, & Hatlevik, 2016). Il est aussi douteux de savoir si les liens trouvés jusqu'à présent entre les attitudes, l'auto-efficacité perçue, l'accès et l'utilisation des ressources numériques à la maison, et les compétences spécifiques en matière de médias peuvent être effectivement interprétés de

¹⁵ Dans l'étude de Jara (2015), les compétences spécifiques en matière de médias (« digital literacy») sont mesurées sur la base du test chilien « digital skills» (SIMCE TIC) (ENLACES, 2011). Il évalue le comportement des élèves s'agissant de leurs réponses à trois dimensions des compétences spécifiques en matière de médias (rassembler et évaluer des informations, communiquer des résultats, évaluer des effets sociaux ainsi qu'éthique). Pour ce faire, ce test simule un environnement informatique virtuel où les élèves doivent utiliser de manière collaborative des applications comme un traitement de texte, un tableur ou un programme de messagerie afin de trouver la réponse à 32 questions sur un thème commun (l'écologie). Sur la base de la théorie probabiliste (voir Rost, 2004), les réponses sont réduites à une seule dimension de mesure: les compétences spécifiques en matière de médias.

manière causale. En règle générale, des enquêtes empiriques existantes font appel à des données transversales et évaluent des corrélations (limitées). On déduit la plupart du temps de manière théorique un effet causal des attitudes sur l'utilisation ou sur les compétences. Dans ce contexte, il est pour le moins concevable que des élèves qui disposent d'un niveau de compétences spécifiques plus élevé en matière de médias aient des attitudes plutôt positives envers l'utilisation de ressources numériques, et qu'ils tendent plutôt à utiliser ces ressources à des fins privés ou scolaires.

3.3.4 « Outcomes » et effets cumulatifs

Au-delà des effets sur la performance d'apprentissage et l'augmentation de l'apprentissage des élèves (« outputs »), l'utilisation de ressources numériques peut entraîner des conséquences individuelles ou sociales. Ces effets peuvent être de nature directe. Par exemple parce que l'utilisation de ressources numériques a des conséquences pour la santé ou le bien-être subjectif des élèves ou des enseignants.

Par ailleurs, ils peuvent être considérés comme des effets à long terme de la mise en place de compétences au sein du système éducatif. Sur le plan individuel, cela concernerait, par exemple, un changement de probabilité de chômage, un changement de revenus, d'espérance de vie ou satisfaction de vie consécutif à un changement de performances d'apprentissage. Puisque la formation a une influence sur les facteurs de vie et les risques de vie (voir CSRE, 2018), un changement du niveau de formation qui va de pair avec l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage devrait aussi entraîner ici des changements observables. Parallèlement à cela, la question se pose de savoir dans quelle mesure des compétences spécifiques axées sur les ordinateurs ont une influence sur la probabilité de trouver du travail et de toucher de ce fait un salaire. Même des résultats non cognitifs, comme la disponibilité d'individus à suivre une formation continue et à apprendre tout au long de leur vie peuvent être déterminés par l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage. Sur le plan sociétal, les effets à long terme concerneraient notamment la mise à disposition de compétences suffisantes permettant de répondre aux besoins en personnel spécialisé qualifié dans le secteur économique des TIC (IWSB, 2018).

En outre, ces effets peuvent découler de l'agrégation de décisions (indépendantes) de certains acteurs individuels. Si des cantons ou des écoles choisissent un type de matériel pédagogique numérique, un type de logiciel d'apprentissage ou un environnement informatique de gestion d'apprentissage spécifique, cela peut avoir une influence sur la structure de l'offre du marché concerné. Dans

certaines circonstances, cela peut donner lieu à un « emprisonnement » (« lock-in ») technologique dans certaines solutions informatiques, et à des liens de dépendance unilatéraux du système éducatif vis-à-vis de certains prestataires informatiques. (Döbeli Honegger, Hielscher, & Hartmann, 2018). Mais aujourd'hui déjà, les structures de marché pour les terminaux numériques, les systèmes d'exploitation, mais aussi les systèmes de gestion d'apprentissage sont caractérisés, dans de nombreux domaines, par l'existence d'un petit nombre de prestataires dominants (voir Calo, 2017). Avec l'importance croissante du recours à l'intelligence artificielle et, partant, avec l'importance stratégique des grands jeux de données également dans le développement de moyens d'apprentissage (adaptatifs), le risque existe que cette évolution continue à se renforcer davantage ultérieurement (Furman & Seamans, 2019). Cela soulève en outre des questions éthiques sur le contrôle et la protection (mais aussi l'utilisation) de données relatives aux activités et aux progrès d'apprentissage (Döbeli Honegger, Hielscher, & Hartmann, 2018 ; educa.ch, 2019).

3.3.5 Résumé et pertinence pour le présent rapport

Des attentes considérables sont liées à l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage. Elles devraient contribuer à améliorer les performances et l'apprentissage dans différentes compétences clés telles que les mathématiques, les sciences naturelles ou les langues. Elles devraient aussi garantir que les élèves soient rendus capables d'utiliser ces ressources de manière autonome, sécurisée et responsable. Enfin, elles devraient aider les élèves à acquérir une série de capacités qui leur permettront de participer à la société et à la vie économique dans le monde privé et dans le monde du travail. Sous l'effet de l'évolution technologique, ces deux mondes connaissent des changements toujours plus vertigineux et posent des exigences toujours plus dynamiques.

Dans le présent rapport, il faut donc essayer de rassembler des résultats scientifiques sur le lien qui existe entre l'utilisation des ressources numériques et l'ensemble des trois « outputs » précités.

Cependant, à titre de remarque restrictive, nous devons souligner qu'il n'existe aucune compréhension généralement acceptée de la question de savoir quelles sont exactement les compétences spécifiques en matière de médias et les compétences non spécifiques en la matière qui sont pertinentes afin d'être équipé au mieux pour répondre aux exigences d'un monde désormais numérique. En outre, un grand nombre de cadres de compétences existants dans ces deux domaines (compétences spécifiques et non spécifiques en matière de médias) ne définissent souvent que de manière comparativement imprécise, et souvent sans distinguer

suffisamment, les compétences qu'ils mentionnent, et la validité des systèmes d'indicateurs utilisés dans ce contexte est pour le moins douteuse (Petko, Döbeli Honegger, & Prasse, 2018). C'est pourquoi nous renonçons à un examen explicite des « compétences en matière de médias » ou des « 21st century skills ». En lieu et place, nous présentons des éléments individuels tels qu'ils peuvent être déduits de la littérature scientifique ou des sources de données disponibles, mais sans nous référer en permanence à ces cadres de référence (« frameworks »).

Puisque des caractéristiques individuelles ainsi que l'arrière-plan familial des élèves sont pertinents pour expliquer les différences qui existent dans les compétences spécifiques en matière de médias, le présent rapport reprend ces informations. Toutefois, il se limite à présenter les caractéristiques qui sont prioritairement pertinentes pour l'explication de ces compétences (à savoir les attitudes vis-à-vis de l'utilisation des ressources numériques destinées à l'apprentissage, ainsi que l'équipement en ressources numériques et leur utilisation dans un contexte extrascolaire). En outre, des informations sur l'équipement et l'utilisation à domicile ont une influence sur l'évaluation de l'égalité des chances entre les élèves.

S'agissant des effets cumulatifs, nous mettons notamment l'accent sur les effets des compétences en matière d'utilisation des technologies et ressources numériques. Cela concerne en particulier les bénéfices privés et sociaux qui peuvent être retirés de compétences de ce genre.

3.4 Résumé et ensemble du cadre conceptuel

Dès lors, le cadre de référence conceptuel du présent rapport se présente comme une combinaison de différents éléments provenant de différents niveaux du système éducatif suisse. Il part du principe que pour pouvoir disposer d'un système approprié de monitoring de la numérisation dans le système de l'éducation, il est nécessaire de passer par les trois étapes suivantes:

- Une description de l'état actuel de la numérisation en Suisse est nécessaire. À cet égard, le concept de « numérisation » est défini en tant qu'intégration des ressources numériques (c.-à-d. de technologies et contenus numérisés) dans l'enseignement, l'apprentissage et l'organisation des activités scolaires quotidiennes. Cette description enregistre la fréquence à laquelle des enseignantes et des enseignants intègrent des ressources numériques dans leur enseigne-

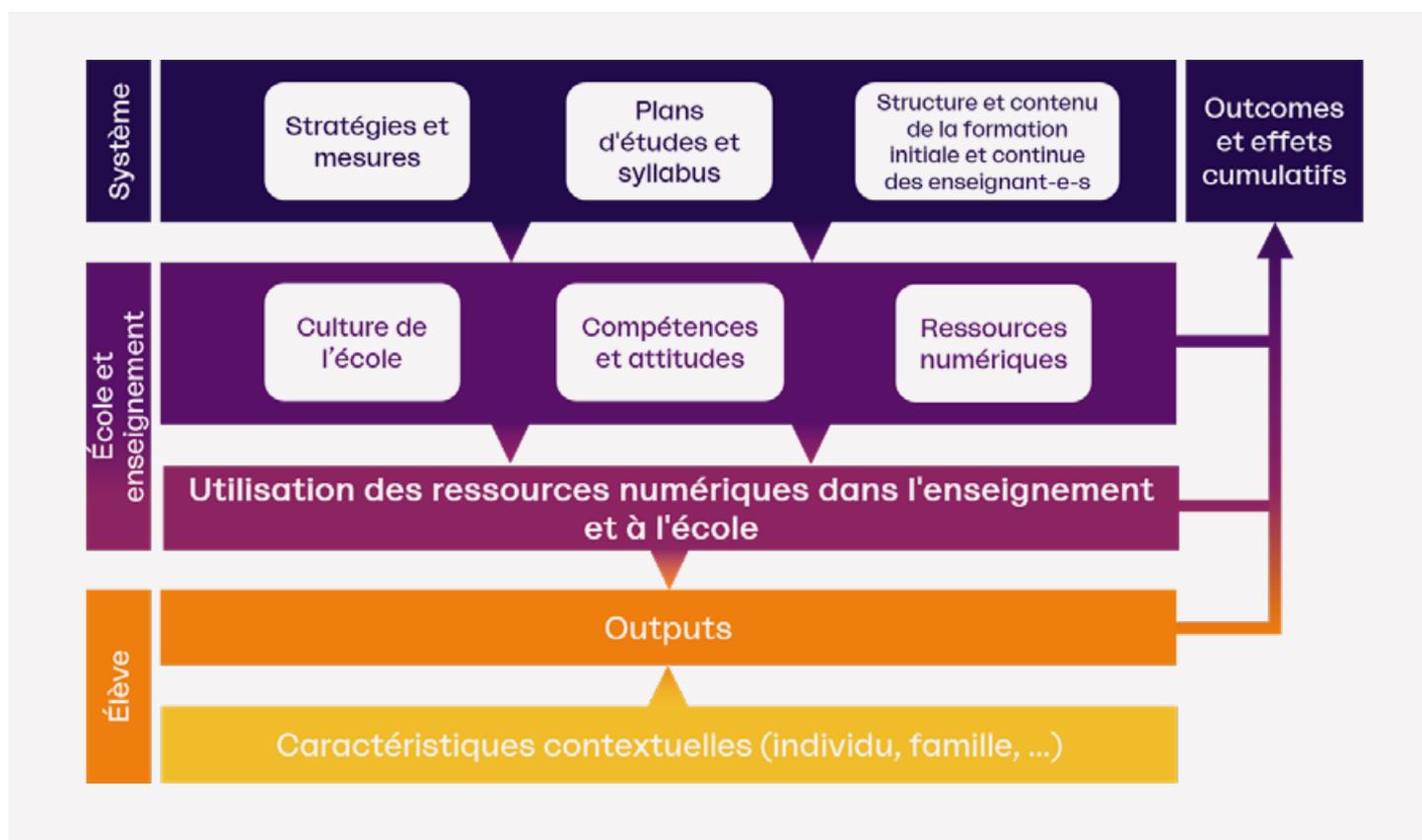
ment, à quelle fin et avec quels objectifs, et elle enregistre comment ils rendent leurs élèves capables de travailler avec ces ressources.

- Il s'agit de procéder à une tentative d'explication des différences qui existent entre des enseignantes et des enseignants et entre des écoles du point de vue de l'ampleur de l'utilisation de ces ressources. Cela servira à comprendre dans quelle mesure des décisions prises au niveau des enseignantes et des enseignants, de l'école et de l'administration de l'éducation ont une influence sur des décisions portant sur l'utilisation de ces ressources.
- Il faut étudier la question de savoir quelle est la valeur ajoutée individuelle et sociale générée par l'intégration de ces ressources dans l'enseignement.

L'ensemble de ce cadre conceptuel (« framework ») est présenté visuellement sous une forme résumée dans le Graphique 5. Il puise dans une large mesure dans les résultats d'enquêtes nationales et internationales existantes (notamment ten Brummelhuis & Amerongen, 2011 ; Fraillon, et al., 2019a ; 2019b).

La présentation visuelle sert avant tout à rendre tangibles ces différents éléments. Mais il ne s'agit pas d'un modèle structurel, c.-à-d. qu'il n'y a aucune intention de représenter des relations causales effectives ou présumées dans l'ensemble de leur complexité. Les flèches représentées dans ce schéma servent à visualiser une série de liens incomplets et grossièrement simplifiés. Nous n'avons intentionnellement pas voulu représenter des boucles de rétroaction possibles entre différents niveaux. Il est par exemple plausible de supposer que des contenus ainsi que la structure de la formation et de la formation continue des enseignantes et des enseignants seront adaptés aux besoins existants et à la pratique vécue de l'enseignement dans les institutions d'éducation. Mais il est aussi envisageable que des attitudes des élèves vis-à-vis des appareils numériques auront une influence sur le taux de probabilité de leur utilisation dans l'enseignement.

Le cadre de référence (« framework ») décrit les éléments de base – les modules – qui sont nécessaires pour pouvoir comprendre comment, pourquoi et avec quels résultats les ressources numériques sont utilisées dans les écoles de Suisse.



Graphique 5: Cadre conceptuel du rapport

3.5 Critères d'évaluation de la numérisation dans le rapport

Dans la pratique du monitoring de l'éducation de la Suisse, on prend pour base trois critères pour l'évaluation des performances du système éducatif suisse (voir CSRE, 2007 ; 2018), à savoir:

- L'**efficacité** du système éducatif décrit l'étendue selon laquelle les objectifs de formation fixés sont réalisés.
- L'**efficience** du système met en évidence le type de relation qui existe entre les objectifs effectivement atteints et les ressources techniques ou financières utilisées à cet effet.
- L'**équité** (ou: égalité des chances) caractérise le degré de répartition des inégalités en ce qui concerne l'accès au système éducatif suisse et ses effets sur les « outputs » du système éducatif. L'équité est définie en tant que mesure relative à l'indépendance de l'accès à l'éducation et aux résultats de l'éducation par rapport à des caractéristiques socio-démographiques. Très souvent, l'équité est mesurée via la répartition de groupes sociaux (définis selon le sexe, le statut de

migration ou le statut social) sur la base de cursus de formation et niveaux de formation, ainsi que sur la base de la motivation à apprendre et des performances d'apprentissage. Parallèlement, le maintien de l'égalité des chances est un objectif du système éducatif suisse.

Une évaluation effective de l'ensemble de ces trois critères dépend de manière décisive de la question de savoir dans quelle mesure des objectifs (opérationnalisables) du système éducatif suisse sont définis.

3.5.1 Objectifs du recours aux ressources numériques

Pour le présent rapport, cela signifie ce qui suit: pour pouvoir procéder à une évaluation de la numérisation dans le système éducatif suisse selon les critères susmentionnés, nous avons besoin d'avoir une idée des types d'objectifs qui sont liés à l'utilisation des ressources numériques.

Ces dernières années, on assiste à une multiplication des efforts visant à formuler des objectifs de ce genre. Ainsi, dans le cadre de sa stratégie de numérisation, la CDIP a défini en 2018 sept objectifs stratégiques – subdivisés en 36 objectifs opérationnels – dans le domaine de la numérisation et de l'éducation (CDIP, 2018a). Ces objectifs concernent notamment les compétences des directions d'écoles et des enseignantes et des enseignants, la situation en matière d'équipement des écoles ou l'élaboration d'un « cadre suisse de référence pour la compétence numérique, qui est introduit dans les plans d'études » (CDIP, 2018a, p. 2).

De même, la Confédération a formulé des objectifs pour l'intégration des ressources numériques dans l'éducation dans le cadre de la « Stratégie Suisse numérique » (OFCOM, 2018), du « Message relatif à l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation » pendant les années 2017-2020 ainsi que 2021-2024 (Conseil fédéral suisse, 2016 ; 2020) et du plan d'action « Numérisation pour le domaine FRI durant les années 2019 et 2020 » (SEFRI, 2017b). Ces objectifs ont trait en particulier au renforcement des compétences numériques des enseignantes et des enseignants et des directions d'écoles ainsi que de celles des élèves, et à l'adaptation plus rapide des compétences communiquées aux besoins du marché du travail.

Toutefois, les objectifs qui figurent dans ces documents stratégiques sont souvent formulés de manière très générique. Cela rend considérablement plus difficile leur opérationnalisation. La définition de prescriptions et recommandations d'objectifs plus spécifiques, p. ex. dans la perspective de l'équipement des écoles en ressources numériques, ou du point de vue des compétences pertinentes pour

les apprenantes et les apprenants, est prévue en tant que partie intégrante des différentes stratégies nationales et intercantionales (CDIP, 2018a). Mais les résultats de ces réflexions ne sont pas disponibles jusqu'à présent.

Au niveau cantonal et au niveau des régions linguistiques également, une série d'objectifs relatifs à l'utilisation des ressources numériques sont définis (voir chapitre 4.4.1). Ces objectifs sont souvent disponibles avec un degré de détail comparativement élevé. Mais ici, le défi à relever réside dans le fait que nous ne sommes en mesure que dans une mesure limitée de comparer des concepts et des plans d'études propres aux différentes régions linguistiques. Par exemple, la structure des descriptions des compétences dans les trois plans d'études propres aux trois régions linguistiques du pays ne suit aucune logique commune. Cela limite considérablement la comparabilité des objectifs entre régions linguistiques. En outre, dans quelques cantons, en particulier en Suisse alémanique, les plans d'études propres à cette région linguistique n'ont pas encore été mis en œuvre, ou ne l'ont été que depuis très peu de temps (voir D-EDK, 2020). C'est pourquoi des évaluations des compétences des élèves à réaliser sur la base des exigences spécifiées dans ces plans d'études paraissent prématurées.

Une autre difficulté réside dans le fait que la numérisation dans le domaine de l'éducation est considérée aussi bien comme un objectif que comme un moyen d'atteindre des objectifs.

Certains aspects de la numérisation peuvent être compris soit en tant qu'objectif autonome, soit en tant qu'objectif intermédiaire du système éducatif suisse. Ainsi, par exemple, des plans d'études propres aux régions linguistiques contiennent des prescriptions d'objectifs du point de vue des compétences (numériques) spécifiques en matière de médias que les élèves devraient acquérir au cours de la période de scolarité obligatoire (voir chapitre 4.4.4). Des concepts cantonaux formulent parfois des recommandations ou des standards minimaux quant à l'équipement des écoles en infrastructure numérique (voir chapitre 4.4.1).

Parallèlement, il existe des attentes considérables s'agissant de la contribution des ressources numériques à l'amélioration (de la qualité) de l'enseignement et de l'apprentissage en tant que tels (voir Schaumburg & Prasse, 2019 ; Ward & Parr, 2011). Des ressources numériques devraient améliorer des performances d'apprentissage dans toutes les disciplines spécialisées parce qu'elles augmentent notamment la motivation et l'implication des élèves, parce qu'elles rendent possible la personnalisation des offres d'apprentissage, ou parce qu'elles facilitent la mise en œuvre de l'enseignement actif basé sur des problèmes. À cet égard, le recours aux ressources numériques est surtout un moyen d'atteindre

d'autres prescriptions d'objectifs du système éducatif ou un moyen d'accroître l'efficacité de l'atteinte des objectifs. Cette contribution des ressources numériques à la mise en place de compétences spécifiques aux disciplines joue un rôle important dans le débat public sur la numérisation dans le domaine de l'éducation (voir Schaumburg & Prasse, 2019) et se manifeste également dans les documents stratégiques de la Confédération et des cantons. Toutefois, ces exigences restent elles aussi formulées à un niveau comparativement générique.

Les objectifs qui vont au-delà de l'appropriation de compétences, resp. au-delà du cursus de formation, sont également mis en relation avec l'utilisation des ressources numériques. En règle générale, ils concernent les conséquences à long et à moyen terme de la mise en place de ces compétences sur le marché du travail et sur la participation de la population à la société. En font partie, par exemple, une réduction du risque de devenir chômeur, une disponibilité élevée à apprendre tout au long de sa vie, ou une bonne adéquation entre les compétences enseignées à l'école et les compétences demandées sur le marché du travail.

3.5.2 Efficacité et numérisation

À partir des raisons susmentionnées, pour décrire l'efficacité de la numérisation dans le système éducatif suisse, il n'est pas possible de faire appel à un système d'objectifs cohérent valable pour toute la Suisse et opérationnalisable. Partant, en sus des documents stratégiques de la Confédération et des cantons ainsi que des plans d'études propres aux différentes régions linguistiques, nous tenons compte en outre dans le présent rapport des définitions d'objectifs tirées de la littérature scientifique (voir chapitre 3.3). Le présent rapport tente de déterminer des objectifs par approximation. Un mode d'approche possible consiste à rendre comparables différentes descriptions de compétences figurant dans les plans d'études des régions linguistiques par le biais d'une grille de rang hiérarchique supérieur (voir chapitre 4.4.4). Si cela ne s'avère pas possible, on présentera des informations sur les différents niveaux du cadre conceptuel du point de vue des différences existantes entre les producteurs d'éducation (p. ex. les pays membres de l'OCDE), ou bien leur évolution au fil du temps. Dès lors, ces résultats ne fournissent pas forcément dans tous les cas des renseignements pertinents pour savoir dans quelle mesure le système éducatif a atteint les objectifs qu'il s'est lui-même fixés.

En outre, lors de la description de l'efficacité, il faut distinguer entre les deux idées d'objectifs décrites ci-dessus en ce qui concerne la numérisation.

Il sera ensuite possible d'ajuster les résultats atteints aux directives d'objectifs en cas d'objectifs prescrits qui se réfèrent explicitement à l'utilisation de ressources

numériques, aux conditions préalables à leur utilisation ou aux conséquences qui en résultent sur les compétences des élèves en matière de recours à ces ressources. Toutefois, une mesure de l'efficacité en grandeurs absolues n'est possible que si les directives d'objectifs sont formulées en grandeurs absolues. Par exemple, on peut fixer le volume d'équipement des écoles en terminaux numériques par comparaison à un standard prédéfini. Les compétences spécifiques en matière de médias peuvent elles aussi être évaluées par rapport à une valeur seuil prédéfinie (p. ex. par le biais de plans d'études propres aux régions linguistiques). Dans d'autres cas, on peut du moins formuler des énoncés ayant une valeur relative concernant des comparaisons temporelles et géographiques (voir CSRE, 2007).

La question précitée doit être distinguée de la question de savoir dans quelle mesure l'utilisation de ressources numériques améliore l'enseignement et l'apprentissage en tant que tels. En règle générale, en ce qui concerne ce thème, il existe certes des attentes du côté des responsables de la politique de l'éducation, mais on ne dispose pas de concepts détaillés sur les objectifs. Pour procéder à une évaluation de ces ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage, au moins quatre approches méthodologiques complémentaires sont envisageables. D'une part, on peut évaluer si et dans quelle mesure des ressources numériques sont utilisées de telle sorte qu'elles sont considérées comme des conditions préalables à une amélioration (de la qualité) de l'enseignement et l'apprentissage (voir Schaumburg & Prasse, 2019 ; Ward & Parr, 2011). Par exemple, l'objectif opérationnel 3.2 de la stratégie numérique de la CDIP définit l'exigence selon laquelle il y a lieu de tirer parti des « possibilités offertes par les processus d'enseignement et de soutien individualisés » (CDIP, 2018a, p. 2). Dans cet esprit, un objectif de politique éducative en matière de ressources numériques consisterait à les utiliser afin d'individualiser et de personnaliser des contenus d'apprentissage.

Une deuxième possibilité consiste à estimer si le recours aux ressources numériques est lié à un changement des critères de prédiction pour la réussite de la mise en place de compétences chez les élèves. Par exemple, il s'agit de répondre à la question de savoir si la motivation à apprendre des élèves ou leur aspiration à se former augmente lorsqu'on utilise des ressources numériques. En fait partie également la question de savoir si le recours aux ressources numériques dans l'enseignement contribue à accroître l'intérêt des élèves et à induire des attitudes plus positives à propos des technologies numériques.

Troisièmement, on peut tenter de mesurer directement la contribution des technologies numériques à la mise en place des compétences. Par exemple sur la base

de la question de savoir si une utilisation plus fréquente de ces ressources par les élèves donne lieu à des niveaux de compétences plus élevés ou si elle entraîne des gains de compétences plus rapides. Outre des domaines scolaires traditionnels comme les mathématiques, les sciences naturelles ou les compétences de lecture, mentionnons ici notamment la question intéressante de savoir si un usage plus fréquent des ressources numériques dans l'enseignement améliore les capacités des élèves consistant à gérer avec compétence et de manière autonome les technologies contenues et formes de communication numériques.

Enfin, la possibilité existe que le recours aux ressources numériques influence l'efficacité d'autres types d'inputs propres au processus d'éducation. Ainsi, il est envisageable que des ressources numériques simplifient l'application de certaines approches pédagogiques, comme les formes d'enseignement centrées sur les élèves ou les formes d'enseignement collaboratives (voir Niederhauser & Lindstrom, 2018), et qu'elles améliorent ainsi l'efficacité des enseignantes et des enseignants qui font appel à ces approches dans l'enseignement.

Afin de pouvoir mesurer concrètement l'efficacité du recours aux ressources numériques sur un output quelconque (p. ex. mesurer l'accroissement de l'intérêt pour les technologies numériques ou mesurer l'amélioration de l'appropriation des compétences propres à une discipline donnée), on doit pouvoir mesurer des changements de cet output (ou des conditions préalables à cet output) qui sont causalement provoquées par l'utilisation de ressources numériques. Procéder à des enquêtes mesurant ce type de paramètres est loin d'être trivial. Ainsi, par exemple, la différence en matière de compétences entre les élèves qui utilisent de telles ressources dans l'enseignement et les élèves qui ne les utilisent pas donne une image déformée de la contribution causale des ressources numériques à la mise en place de ces compétences. Et ce, parce que la décision d'utiliser des ressources numériques dans l'enseignement (ou pour l'apprentissage) est un processus sélectif. Le groupe des enseignantes et des enseignants qui utilisent des ressources numériques dans leur enseignement se distingue en effet de l'ensemble du corps enseignant par une série de caractéristiques comme l'âge, le sexe, l'expérience en matière d'enseignement, la discipline enseignée ou la confiance en soi dans l'utilisation des technologies numériques (notamment Meelissen, 2008 ; Hermans, et al., 2008 ; van Braak, 2001 ; Eickelmann & Vennemann, 2017). Dès lors, l'existence d'un lien entre l'utilisation de ces ressources et les compétences ne doit pas découler impérativement de cette utilisation, mais peut au contraire se manifester en raison d'autres caractéristiques propres à l'enseignant concerné (p. ex. s'il a moins d'expérience dans l'enseignement). De surcroît, les compétences elles-mêmes peuvent constituer un facteur dans la décision d'adopter ou non l'utilisation de ces ressources. Par exemple lorsque des enseignantes et des enseignants utilisent surtout

ces ressources pour soutenir des élèves à faible niveau d'apprentissage. Dans ce cas, p. ex., une enquête transversale constaterait une corrélation négative entre l'intensité d'utilisation et les compétences, et ce, même si l'effet de ces ressources était positif pour des apprenantes et des apprenants à faible niveau d'apprentissage.¹⁶ Du fait de ces difficultés liées à la sélection, et compte tenu de l'inversion potentielle des relations de causalité, l'identification de la contribution causale de ressources numériques pour la mise en place de compétences constitue justement un défi à relever lors de la réalisation d'enquêtes transversales.

Mais même dans des enquêtes randomisées (expérimentales), on ne peut pas toujours identifier clairement la contribution des ressources numériques. Cela tient au fait qu'au sein du groupe traité, il arrive souvent que plusieurs composants du processus d'apprentissage changent simultanément sans que l'on ait constitué un nombre correspondant de composants dans les groupes contrôle.¹⁷ Par exemple, si l'on implémente aussi un style d'enseignement plus fortement centré sur les élèves alors que l'on introduit simultanément l'usage de tablettes numériques au sein d'un groupe d'élèves. Si l'on compare maintenant des changements de compétences au sein de ce groupe avec les changements survenus au sein d'un groupe contrôle où le style d'enseignement était jusqu'à présent un enseignement sans tablettes, les résultats obtenus ne permettent que de formuler des énoncés sur la question de savoir si les changements techniques et pédagogiques ont conjointement entraîné des changements induisant un changement de compétences ou pas. Mais on ne saurait affirmer avec certitude si oui ou non les changements observables de la performance d'apprentissage sont imputables, en dernière analyse, à l'infrastructure technique, au changement d'approche pédagogique, ou à une combinaison de ces deux changements.

S'y ajoute une difficulté aggravante pour le présent rapport, à savoir le fait que jusqu'à présent, on ne dispose guère d'enquêtes expérimentales ou quasi-expérimentales sur l'efficacité des ressources numériques pour l'apprentissage en Suisse. En particulier dans le domaine de la scolarité obligatoire, on ne peut déduire que par approximation certaines informations sur cette problématique à partir des jeux de données transversaux existants. Très souvent, il n'est pas possible d'interpréter ces résultats de manière causale. Partant, pour juger de l'efficacité des ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage, on se réfère également aux résultats d'enquêtes provenant d'autres pays. Mais il faut

16 La condition à remplir pour réaliser cet « artefact » statistique réside dans le fait que l'amélioration entre élèves à faible niveau d'apprentissage ne doit pas être d'une ampleur telle qu'elle comble les lacunes par rapport à leurs camarades à fort niveau d'apprentissage.

17 Dans la littérature sur la méthodologie, on parle d'un « plan d'essai partiellement factoriel » (voir Cochran & Cox, 1992 ; Bandemer & Bellmann, 1994).

faire preuve de prudence lorsqu'on transpose ces résultats pour la Suisse. L'hypothèse requise postulée à cette fin – à savoir que les effets des technologies numériques sur l'acquisition de compétences via les différents systèmes éducatifs (et les différentes cultures) sont similaires – ne s'est avérée correcte que dans une mesure limitée (Fraillon, et al., 2019a ; Hanushek, 2021).

Constater l'existence d'une relation de causalité est aussi un défi de taille à relever lorsqu'il s'agit d'évaluer les conséquences à moyen et long terme de l'utilisation de ressources numériques dans l'éducation. Par exemple, si l'on veut mesurer ces conséquences sur le succès des personnes concernées sur le marché du travail (salaire, chômage, ...). Ces difficultés sont liées, d'une part, à la nature potentiellement cumulative de ces effets. Cela signifie que ces effets ne prennent naissance qu'à long terme et sous une forme dynamique (CSRE, 2018), et qu'ils dépendent aussi d'activités pratiquées hors de l'environnement de formation formel (cela dépend, p. ex., de l'intérêt personnel pour les technologies numériques). Des questions de ce genre ont pu être étudiées dans le cadre d'études portant sur des cohortes. Toutefois, il n'est pas clair de savoir dans quelle mesure des relations causales demeurent stables au fil du temps. Même si des conclusions de nature causale pouvaient être tirées des jeux de données existants, en raison de l'évolution continue et vertigineuse de ces technologies, on ne peut que difficilement estimer quelle est la pertinence des résultats d'aujourd'hui sur les futures relations de causalité. Par exemple, il est difficile de répondre à la question de savoir si les bénéfices observables des compétences spécifiques aux médias et des compétences informatiques sur le marché du travail d'aujourd'hui seront encore valables également dans 10 à 20 ans, au moment où les élèves de l'école primaire actuelle rechercheront un emploi sur le marché du travail.

En résumé, cela signifie qu'il n'est guère possible jusqu'à présent de formuler des énoncés sur l'efficacité des ressources numériques et ses effets sur les « outputs » et les « outcomes » dans le système éducatif suisse. Aussi faut-il déduire des informations sur l'efficacité des ressources numériques soit à partir de la littérature scientifique internationale, soit en procédant par approximation en étudiant des corrélations dans les enquêtes transversales existantes. Mais ces deux méthodes ne sont pas exemptes de problèmes. D'une part, parce qu'en règle générale, on ne peut déduire des mesures de liens de corrélation qu'une image déformée des rapports de causalité. D'autre part, parce qu'on ignore s'il est possible d'extrapoler de manière valide à la situation du système éducatif suisse des résultats tirés de la littérature scientifique internationale (voir chapitre 5.2).

3.5.3 Efficience et numérisation

L'efficience est un concept qui permet de décrire le type de lien qui existe entre investissements et résultats, en d'autres termes entre les « outputs » obtenus et les « outcomes » relatifs aux moyens matériels ou financiers consacrés à l'atteinte de certains objectifs. Alors qu'en règle générale, l'efficience ne constitue pas un objectif de formation explicite, la pertinence de ce concept découle de la limitation des ressources disponibles (CSRE, 2007). Ressources et moyens doivent donc être utilisés de telle façon que les objectifs soient atteints à moindres frais avec la plus faible charge de travail possible, à savoir que les moyens auxquels il est fait appel apportent la plus grande valeur ajoutée possible pour le système éducatif suisse et la société.

La mise à disposition et la maintenance de l'infrastructure technique pour les écoles, mais aussi pour les enseignantes et les enseignants et les élèves, sollicitent dans une mesure considérable les ressources financières de l'État et des ménages privés. De plus, l'intégration des ressources numériques dans l'enseignement et dans la vie quotidienne scolaire nécessite de disposer à cet effet des ressources temporelles des élèves et des enseignantes et des enseignants. Dès lors, ce temps n'est plus à disposition pour d'autres types d'activités, comme les activités d'appui aux élèves. La question du degré d'efficience de l'utilisation des ressources numériques a donc une importance considérable pour l'évaluation de cette utilisation.

En lien avec la numérisation dans le système éducatif suisse, les questions d'efficience concernent deux aspects certes distincts, mais qui présentent des liens mutuels. D'une part, la question se pose de savoir quel est le degré d'efficience des producteurs d'éducation (systèmes scolaires, écoles, enseignantes et enseignants, ...) s'agissant de la production d'outputs pertinents pour la numérisation. Plus précisément, il s'agit de savoir si les producteurs d'éducation présentent des différences non seulement du point de vue de leur degré d'efficience (observable) lors de la production de résultats tels que les compétences spécifiques de leurs élèves en matière de médias, mais encore du point de vue de leurs attitudes vis-à-vis des technologies numériques, et du point de vue de leur intérêt pour les TIC et leur transformation en métiers ou en cursus d'études dans le domaine des TIC (voir chapitre 3.3.1). D'autre part, il est intéressant de savoir si l'utilisation de ressources numériques en tant qu'inputs accroît, de manière générale, le degré d'efficience des producteurs d'éducation. Partant, il faut déterminer si des différences observables dans l'efficience des producteurs d'éducation lorsqu'ils génèrent des compétences (qu'il s'agisse de compétences spécifiques à la numérisation ou de compétences non spécifiques) peuvent s'expliquer, du moins en partie, par le recours à des ressources numériques.

Les réponses à ces deux questions ne peuvent être formulées qu'en termes relatifs. D'une part, parce que la fonction de production d'outputs de formation est inconnue, raison pour laquelle il n'est pas possible de déterminer l'efficacité des producteurs d'éducation relativement à un optimum théorique (Hanushek, 1987 ; Wolter, Lüthi, & Zumbühl, 2020). Dès lors, des énoncés sur l'efficacité dans le système éducatif ne peuvent être formulés que par comparaison avec d'autres producteurs d'éducation ou alternativement par rapport à d'autres types d'inputs dans le processus de production de l'éducation.

Pour mesurer l'efficacité des producteurs d'éducation, il est nécessaire de procéder à une comparaison dans le temps ou dans l'espace. On peut ainsi formuler des assertions sur le changement d'efficacité au fil du temps ou des assertions qui permettent de positionner les producteurs d'éducation sur une courbe de répartition d'efficacité observable (voir Wolter, Lüthi, & Zumbühl, 2020). Mais pour pouvoir évaluer de manière judicieuse la contribution d'efficacité des inputs d'éducation, nous avons besoin d'inputs qui sont en compétition mutuelle. On pourrait ainsi déterminer, p. ex., à quel niveau d'outputs du système éducatif il faudrait s'attendre si l'on utilisait des moyens de financement d'autres types d'inputs pour des ressources numériques. Alternativement on pourrait étudier comment il faudrait répartir des ressources supplémentaires afin d'atteindre l'augmentation d'outputs la plus élevée.

Mais des comparaisons temporelles et géographiques entre des producteurs d'éducation présupposent qu'il est possible de mesurer de manière standardisée des inputs (ressources numériques), des outputs (compétences, intérêts, etc.) et des facteurs contextuels (composition des élèves de la classe, tailles des classes, ...) afin de pouvoir ainsi comparer ces producteurs au fil du temps (voir De Witte & López-Torres, 2017 ; Sickles & Zelenyuk, 2019). Mais cela ne va pas sans problèmes, en particulier pour les ressources numériques. Par exemple, dans la pratique, on utilise différents types d'appareils et d'applications pour des fonctionnalités similaires (p. ex. des ordinateurs fixes, des ordinateurs portables, des tablettes et des smartphones), ce qui rend considérablement plus difficile une définition claire de la variable à comparer avec un output observé. Et en raison de l'évolution vertigineuse de la technologie, les pratiques d'utilisation ou les compétences considérées comme pertinentes se succèdent toujours plus rapidement (voir Caeli & Bundsgaard, 2019 ; Fraillon, et al., 2019a).¹⁸ Même si l'on

18 En réaction à l'évolution ininterrompue du progrès technologique, les séries d'enquêtes existantes telles que les questionnaires TIC des études PISA (« surveys ») ont fait continuellement l'objet d'adaptations et de développements ultérieurs. Ainsi, p. ex., au moins 40 % des items du questionnaire TIC PISA de l'année 2009 ne se retrouvent plus dans la version de l'enquête 2015. À l'inverse, 64 des 94 items (68 %) du questionnaire de 2015 ne sont pas inclus dans la version de 2009 (voir chapitre 2.1).

pouvait disposer de mesures standardisées pour procéder à une comparaison des inputs technologiques au fil du temps, le risque existe que la technologie ou la pratique d'utilisation enregistrée par cette comparaison ne possède plus aucune pertinence pratique pour le processus d'éducation, ou que les différences en matière de qualité deviennent si importantes qu'il n'est plus possible de réaliser une comparaison judicieuse.

En outre, une évaluation de la contribution des ressources numériques pour expliquer les différences d'efficacité présuppose que nous disposons d'informations détaillées sur les montants financiers consacrés à différents inputs, et que nous disposons de mesures valides de l'effet de causalité de ces inputs sur les outputs (à propos de la complexité de la mesure des effets de causalité, voir chapitre 3.5.2). De plus, nous avons besoin d'informations sur les effets mutuels entre différents inputs. Si l'on voulait p. ex. déterminer si des ressources financières supplémentaires permettent d'obtenir un effet plus important si elles sont consacrées à l'acquisition d'une ressource numérique ou à l'embauche d'enseignantes et d'enseignants supplémentaires, il faut non seulement pouvoir connaître quel est l'effet (causal) de l'utilisation de cette ressource d'apprentissage sur les compétences des élèves, mais il faut aussi savoir comment la réduction des tailles de classes déploie ses effets sur les compétences. Il est aussi plausible de présumer que la réponse à cette question dépend aussi bien de la taille existante de la classe (et donc du nombre des enseignantes et des enseignants) que du nombre de programmes d'apprentissage déjà disponibles (CSRE, 2007). En outre, d'autres facteurs, comme la disponibilité d'ordinateurs fixes ou portables pour l'utilisation du programme, ou le niveau de formation du corps enseignant s'agissant de l'utilisation du programme, influenceront l'évaluation de l'efficacité relative.¹⁹ Jusqu'à présent, ni ces complémentarités, ni ces effets mutuels n'ont été suffisamment étudiés. Cela empêche de procéder à une estimation valide de l'efficacité des ressources numériques par comparaison avec l'efficacité d'autres inputs.

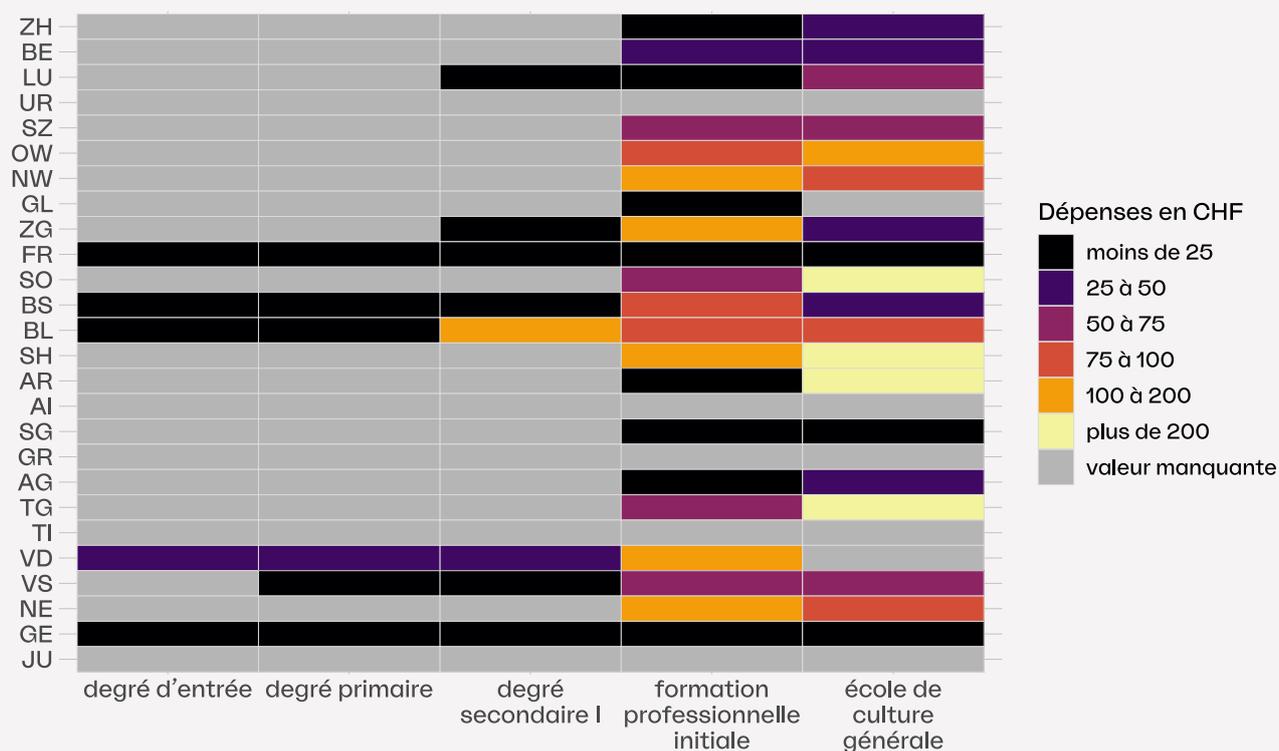
Abstraction faite de ces défis théoriques, il existe une série de problèmes pratiques qui rendent considérablement plus difficile la formulation d'énoncés valides sur l'efficacité des ressources numériques dans le système éducatif suisse. Surtout en raison du fait qu'à ce jour, une évaluation valide de l'efficacité des ressources numériques lors de la production d'un output de formation

¹⁹ Un problème similaire survient lorsqu'on veut comparer l'efficacité technique d'une heure supplémentaire d'enseignement des mathématiques incluant l'utilisation de ressources numériques avec l'efficacité d'une même heure supplémentaire, mais sans utilisation de ressources numériques. Ainsi, il se peut fort bien que l'efficacité d'une telle heure d'exercice assistée par la technique soit en relation avec l'étendue, les contenus et les concepts pédagogiques des heures de mathématiques « analogiques ».

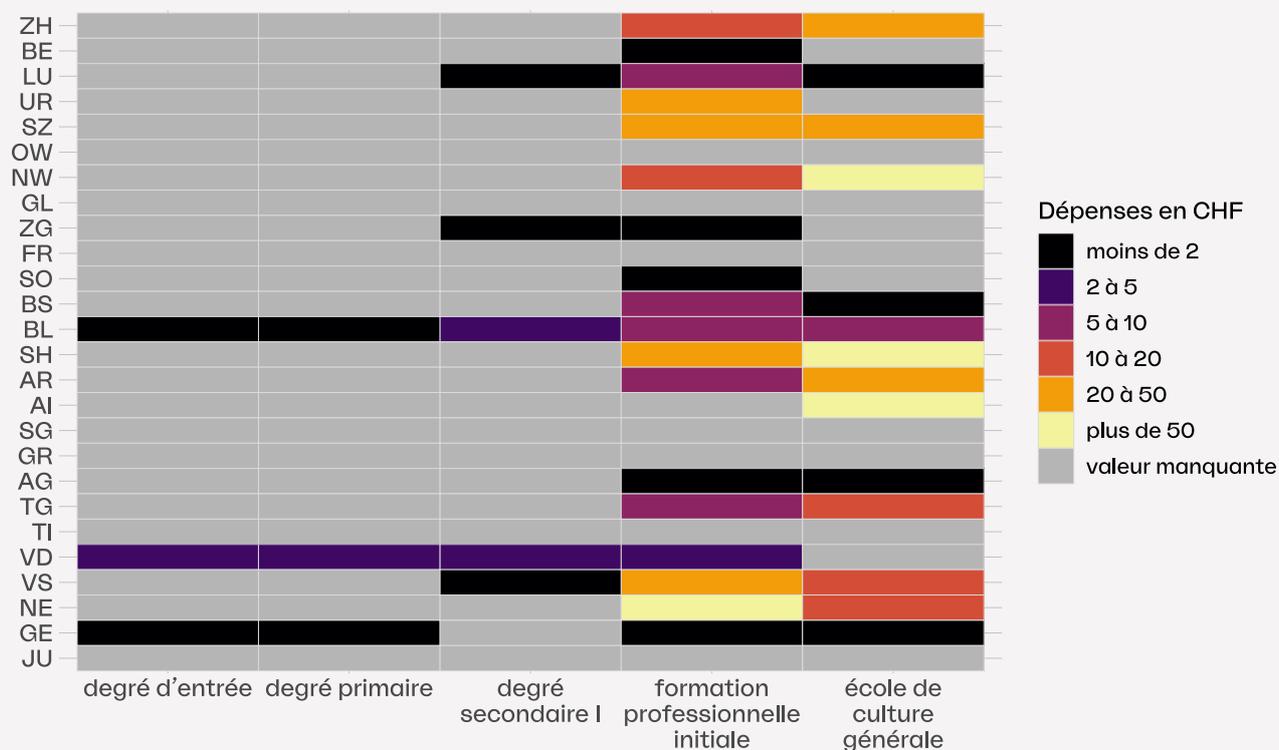
quelconque n'est déjà guère possible (voir paragraphe 3.5.2). Les paramètres de référence font ainsi défaut pour pouvoir évaluer le succès relatif de l'utilisation des ressources. Par ailleurs, des informations cohérentes et comparables dont défaut au sujet des moyens (financiers, temporels ou matériels) consacrés aux ressources numériques. Publié en 2008 par la Conférence des directrices et directeurs cantonaux des finances, le modèle comptable harmonisé de deuxième génération de présentation des états financiers pour les cantons et des communes (MCH2) fournit des recommandations sur la présentation des comptes des budgets publics en Suisse (CDF, 2017). Le plan comptable de ce modèle présente une classification selon les fonctions et selon les groupes par nature qui permet à la statistique financière basée sur cette classification de présenter une subdivision comparativement détaillée des dépenses par degré de scolarité et par canton. Ainsi, il est possible – du moins théoriquement – d'attester de manière détaillée et séparée les dépenses pour l'acquisition de hardware (groupe par nature 3113) et les dépenses pour le développement, l'acquisitions et les licences de logiciels (groupe par nature 3118). Toutefois, si l'on considère les dépenses pour ces groupes par nature par canton et par degré de scolarité figurant dans la statistique financière publique, il est frappant de constater qu'il existe des lacunes considérables dans les jeux de données (Graphique 6). Pour tous les cantons et tous les degrés de scolarité pris conjointement (du degré d'entrée au degré secondaire II, sans les écoles spéciales), pour l'année financière 2018 (dernières informations mises à disposition), des dépenses de quelque 3,5 millions de francs pour les logiciels, et quelque 18,8 millions de francs pour le hardware sont attestées.²⁰ Une série de calculs d'évaluation par approximation effectués sur la base de demandes spontanées auprès d'une sélection de certaines administrations cantonales de l'instruction publique laisse présumer que cela correspond à moins de 10 % des dépenses effectives consenties à l'échelle de toute la Suisse pendant cette année.

20 Pendant l'année financière 2018, des dépenses destinées aux écoles spéciales s'élevant à 496'000 francs sont attestées pour le hardware, et elles se montent à 88'000 francs pour les logiciels.

Dépenses par élève pour le hardware (2018)



Dépenses par élève pour les logiciels (2018)



Graphique 6: Dépenses par élève pour le hardware et pour les logiciels par canton et par degré de scolarité pour l'année financière 2018
 Remarques: propre calcul effectué sur la base des données de l'Administration fédérale des finances et de la statistique des élèves et étudiants (OFS). Le nombre des élèves et des étudiants pour l'année financière 2018 a été calculé en tant que moyenne pondérée des années scolaires 2017/2018 et 2018/2019. Les pondérations correspondent à la longueur relative de ces deux années scolaires pendant l'année civile 2018, par canton.

Le fait que pendant l'année 2018, le modèle comptable harmonisé MCH2 a certes été introduit dans tous les cantons, mais pas dans toutes les communes (Tableau 3, SRS-CSPCP, 2020) explique, pour l'essentiel, le caractère imprécis de la statistique. En outre, les mises en œuvre cantonales et communales du MCH2 ne sont pas identiques partout, de sorte qu'il faut surtout s'attendre à des imprécisions statistiques supplémentaires au niveau inférieur de la désagrégation des données (Administration fédérale des finances, communication personnelle du 24 septembre 2019). De même, la différence considérable entre les données de la statistique financière et les estimations des administrations cantonales de l'instruction publique laissent supposer que, même dans les cantons où l'on dispose d'informations de ce genre dans la statistique financière, il y a eu une sous-déclaration importante des dépenses effectives. Sur la base des données disponibles, il n'est pas possible d'estimer pour quels cantons les jeux de données financières sont valides. Cela nous empêche non seulement de procéder à une évaluation de l'efficacité (économique) des ressources numériques, mais cela rend en outre impossible l'établissement d'une présentation crédible des coûts et des dépenses consacrées aux ressources numériques.

Tableau 3: État actuel de l'introduction du modèle comptable MCH2 dans les cantons et les communes (selon l'année d'introduction)

	Introduction avant 2019	Introduction en 2019 ou ultérieurement
Cantons	ZH, BL, NW, FR, GL, JU, LU, OW, SO, TG, UR, ZG, BS, GR, AG, AR, GE, SG, TI, VD, AI, SZ, BE, NE, SH, VS	
Communes	NW, GL, OW, UR, GR, AG, AR, BL, TG, ZG, BE, SO, GE, NE	LU, SG, ZH, JU, SH, TI, FR, SZ

Toutefois, même si l'on disposait de données complètes, valides, et comparables à l'échelon cantonal provenant de la statistique financière, une estimation des coûts de la numérisation pour le système éducatif suisse ne serait possible que de manière globale, à savoir selon les dépenses consacrées au hardware, et selon celles destinées aux logiciels. En raison de l'existence du plan comptable imparti, une analyse plus détaillée ne serait pas possible.

En résumé, il faut souligner qu'à l'heure actuelle, on ne peut formuler aucun énoncé sur l'efficacité de l'utilisation des ressources numériques dans le système éducatif suisse. Même des informations sur les dépenses et charges destinées à ces ressources ne peuvent pas être estimées de manière valide en raison de la grande imprécision des mesures figurant dans les jeux de données existants.

3.5.4 Equity und Digitalisierung

Par le terme d'« équité », on désigne un critère d'évaluation du monitoring de l'éducation de la Suisse. Ce critère permet d'évaluer dans quelle mesure l'accès à différentes offres (et niveaux) du système éducatif est déterminé par des facteurs qui ne peuvent pas être attribués à des conditions préalables cognitives et à des performances cognitives d'une personne concernée. Cela concerne notamment la question de savoir dans quelle mesure le sexe social (« gender »), le statut de migration ou la provenance sociale de cette personne influencent ces opportunités d'accès (Vellacott & Wolter, 2004, p. 5 ss. ; SKBF, 2007, p. 25).

Dans ce contexte, un double rôle est dévolu à la numérisation. D'une part, certains aspects de la numérisation, tels qu'un accès de même valeur aux terminaux et à l'Internet pour tous les élèves à l'échelle de toute la Suisse, peuvent même constituer un objectif du système éducatif. D'autre part, on présume souvent que, dans certaines conditions déterminées, des ressources numériques peuvent être utilisées de telle façon qu'il est possible ainsi de compenser ou de réduire des disparités socio-économiques, culturelles et cognitives existantes. Dans cette perspective, la numérisation est un moyen d'encourager l'équité des outputs de formation (et, le cas échéant, de la participation à l'éducation et à la formation) (voir aussi à ce sujet le chapitre 3.5.2).

Très souvent, les inégalités qui sont en lien avec des ressources numériques (« digital inequalities ») sont discutées sous le concept générique de « fracture numérique » ou de « fossé numérique » (« digital divide ») (Rudolph, 2019 ; OECD, 2001 ; Lutz, 2019). Or dans son interprétation initiale, ce concept se rapporte à des différences démographiques et socio-économiques dans l'accès aux ressources numériques, et en particulier à l'Internet (Kvasny, 2006 ; van Dijk, 2006). Ce concept souligne en outre les conséquences opposées qui résultent de ce qui précède pour la participation économique et sociétale des groupes de personnes se trouvant sur les deux bords de ce « fossé » (Dimaggio, et al., 2004). En outre, ce concept renvoie au risque selon lequel l'inégalité dans la répartition des possibilités matérielles, culturelles et cognitives pour l'exploitation du potentiel des ressources numériques consolide et aggrave des inégalités sociales existantes (OECD, 2015b).

21 La distinction suivante n'est pas la seule classification possible des inégalités numériques. Mais des taxonomies concurrentes présentent la plupart du temps d'importants recoupements. Van Dijk (2005), par exemple, propose d'opérer une distinction entre quatre types d'inégalités. Elles se rapportent à des différences socio-économiques observables (1) dans l'accès matériel et dans la possession de terminaux numériques, (2) dans les modèles d'habitudes d'utilisation de ressources numériques, (3) dans les compétences de maîtrise de ces ressources, et (4) dans les motifs d'utilisation de ces ressources.

Dans ce contexte, on peut distinguer au minimum entre trois niveaux d'inégalité s'agissant des ressources numériques (voir Lutz, 2019 ; Rudolph, 2019)²¹. Dans la littérature scientifique anglo-saxonne et dans les lignes qui suivent, on les désigne par les termes de « first-level », « second-level » et « third-level digital divide » :

- **First-Level Digital Divide:** le premier niveau de l'inégalité numérique concerne des questions d'accès physique à des terminaux, à des applications ainsi qu'à l'Internet. Il s'agit par exemple des différences socio-économiques qui concernent le type et le nombre d'ordinateurs disponibles au domicile d'un élève ainsi que de la question du caractère actuel des types d'appareils utilisés, ou des différences géographiques qui existent dans la vitesse d'accès à l'Internet.
- **Second-Level Digital Divide:** le deuxième niveau de l'inégalité numérique décrit des différences dans le modèle d'habitudes d'utilisation et dans les capacités en matière d'utilisation des ressources numériques. Par exemple, il existe des différences entre les élèves dans le degré d'intensité d'utilisation des jeux informatiques ou dans leur capacité à évaluer la qualité des informations trouvées sur l'Internet.
- **Third-Level Digital Divide:** enfin, le troisième niveau de l'inégalité numérique se réfère aux différences dans la capacité d'utiliser des ressources numériques de telle sorte qu'elles génèrent une valeur ajoutée dans le monde analogique. Par exemple parce qu'elles se traduisent par une amélioration des performances d'apprentissage. Ce niveau décrit donc des différences dans l'efficacité des ressources numériques entre des groupes sociaux.²²

Il est important de souligner que des « fossés » socio-démographiques ne constituent pas nécessairement un problème d'équité. Ainsi, p. ex., des différences d'équipement des ménages en appareils numériques ou en matière d'accès à l'Internet dépendent aussi de préférences de consommation individuelles des parents ainsi que des élèves. Des différences dans les modèles d'utilisation des ressources numériques peuvent aussi prendre naissance sur la base de préférences de consommation différentes. Puisque des préférences ne sont pas (directement) observables, on ne parvient souvent pas à clarifier de manière définitive si des différences démographiques et économiques sont le résultat

²² Depuis le milieu des années 1980, à cet égard, quelques auteurs attirent l'attention sur le risque qu'une technologisation croissante de l'école et de l'enseignement puisse entraîner un renversement du concept de fossé numérique (notamment Ravitch, 1998 ; Wexler, 2019). En raison du potentiel élevé de distraction et de l'absence souvent fréquente d'échanges sociaux, des élèves issus de milieux socialement défavorisés pourraient subir des discriminations supplémentaires dues à l'apprentissage assisté par la technologie. Dans des cas extrêmes, un recul des différences dues à des caractéristiques socio-économiques existerait dans le taux de probabilité qu'une situation de fait soit enseignée à ces élèves par un ordinateur plutôt que par une enseignante ou un enseignant (Ravitch, 1998).

d'une discrimination ou de préférences de consommation. Enfin, l'existence de différences (systématiques) dans les conditions préalables cognitives contribuent à ce que des différences existent également dans les capacités à utiliser avec succès des ressources numériques pour l'apprentissage. Toutefois – indépendamment de leur cause – on peut constater si des différences démographiques, sociales, cognitives ou économiques dans l'accès et l'utilisation de ressources numériques induisent de leur côté des conséquences qui contribuent à faire naître ou à approfondir des différences de bien-être et, de ce fait, ont une importance pour l'évaluation de l'équité. En outre, des différences socio-économiques peuvent avoir des implications au niveau de l'organisation de l'école et de la structuration de l'enseignement. Ainsi, p. ex., des informations sur des disparités socio-économiques dans la possession de terminaux numériques peuvent fournir des indications pertinentes sur des défis possibles à relever pour l'application de concepts « Bring Your Own Device (BYOD) » ou pour l'enseignement à distance assisté par ordinateur.

Répondre à la question de savoir si, dans le domaine scolaire, des différences dans l'équipement et les modèles d'habitudes d'utilisation de ces ressources constituent ou non un problème d'équité, dépend de manière décisive de la question de savoir dans quelle mesure des ressources numériques ont une influence sur le succès d'apprentissage (voir l'alinéa sur Efficacité et numérisation). L'ampleur et l'orientation de cet effet changent de manière considérable l'évaluation d'une différence observée. Si l'on suppose, par exemple, que cet effet est négatif, les écoles qui disposent d'un volume d'équipement plus élevé en ressources numériques seraient tendanciellement pénalisées.

Les caractéristiques socio-démographiques qui sont appliquées dans le monitoring de l'éducation de la Suisse pour évaluer l'équité sont en priorité le genre (« gender »), le statut socio-économique et l'arrière-plan en matière de migration (Vellacott & Wolter, 2004 ; CSRE, 2007). Dans la littérature scientifique, ces facteurs sont également identifiés comme étant des gradients importants pour déterminer l'existence de fossés numériques (voir Lutz, 2019 ; Rudolph, 2019). En outre, dans cette littérature, on constate d'importantes différences dans l'accès aux ressources numériques entre régions urbaines et régions rurales (voir notamment Chen & Wellman, 2005 ; Hindman, 2000 ; Jäckel, Lenz, & Zillien, 2005). Par conséquent, lors de l'évaluation de l'équité, on tient compte également, là où cela s'avère possible, de cette caractéristique.

4 Conditions cadres pour le système éducatif suisse

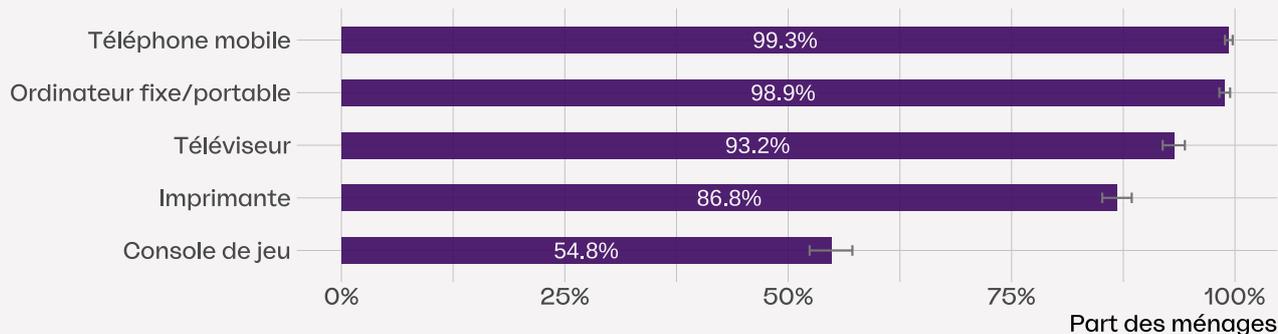
4.1	Les terminaux numériques et leur utilisation dans les ménages privés	76
4.2	Structure du marché des terminaux numériques et des logiciels	92
4.3	Les effets de la numérisation sur le marché du travail	94
4.4	Conditions cadres politiques de l'utilisation de ressources numériques dans le système suisse de formation	98
4.5	La formation et la formation continue dans le domaine des médias et de l'informatique dans les hautes écoles pédagogiques (HEP)	124

Le présent chapitre offre un aperçu sur cinq facteurs qui ont une influence directe ou indirecte sur la numérisation dans le système éducatif suisse. Elles concernent premièrement la diffusion et l'utilisation croissantes de technologies numériques au sein de la population dans son ensemble. Ces développements influencent les possibilités, pour les enfants et les adolescents, d'acquérir dans leur environnement familial et social les connaissances préalables ou les stratégies de résolution de problèmes requises. En outre, elles déterminent (dans une certaine mesure) les exigences et les attentes posées aux enfants, aux adolescents et à leurs parents dans l'utilisation de ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage. Deuxièmement, nous présentons ensuite ce que nous connaissons sur la structure du marché pour les terminaux numériques, les logiciels ainsi que le matériel pédagogique. Troisièmement, nous décrivons les changements sociétaux tels que la numérisation croissante du monde du travail qui, pour leur part, ont une influence sur les exigences posées par les entreprises et par les établissements de formation plus avancés aux élèves qui terminent leur période de scolarité obligatoire. Quatrièmement, nous décrivons des réactions du système éducatif suisse à ce changement d'exigences. Dans ce contexte, nous mettons particulièrement l'accent sur des concepts et stratégies de nature politique en matière d'utilisation de la numérisation et d'intégration des ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage. Enfin, nous traitons des informations disponibles sur la structure actuelle de la formation et de la formation continue des enseignantes et des enseignants.

4.1 Les terminaux numériques et leur utilisation dans les ménages privés

4.1.1 Équipement et dépenses des ménages privés pour des ressources numériques

Le degré de couverture en terminaux numériques dans les ménages suisses où des enfants et des adolescents en âge de scolarité obligatoire grandissent est généralement élevé (Graphique 7). Les ménages disposent (presque) partout au minimum d'un téléphone mobile pour l'utilisation privée ainsi qu'au minimum d'un ordinateur fixe ou portable. Huit ménages sur dix avec des enfants en cours de formation disposent en outre d'une propre imprimante, et dans un peu plus de la moitié environ de ces ménages, des consoles de jeux sont présentes.

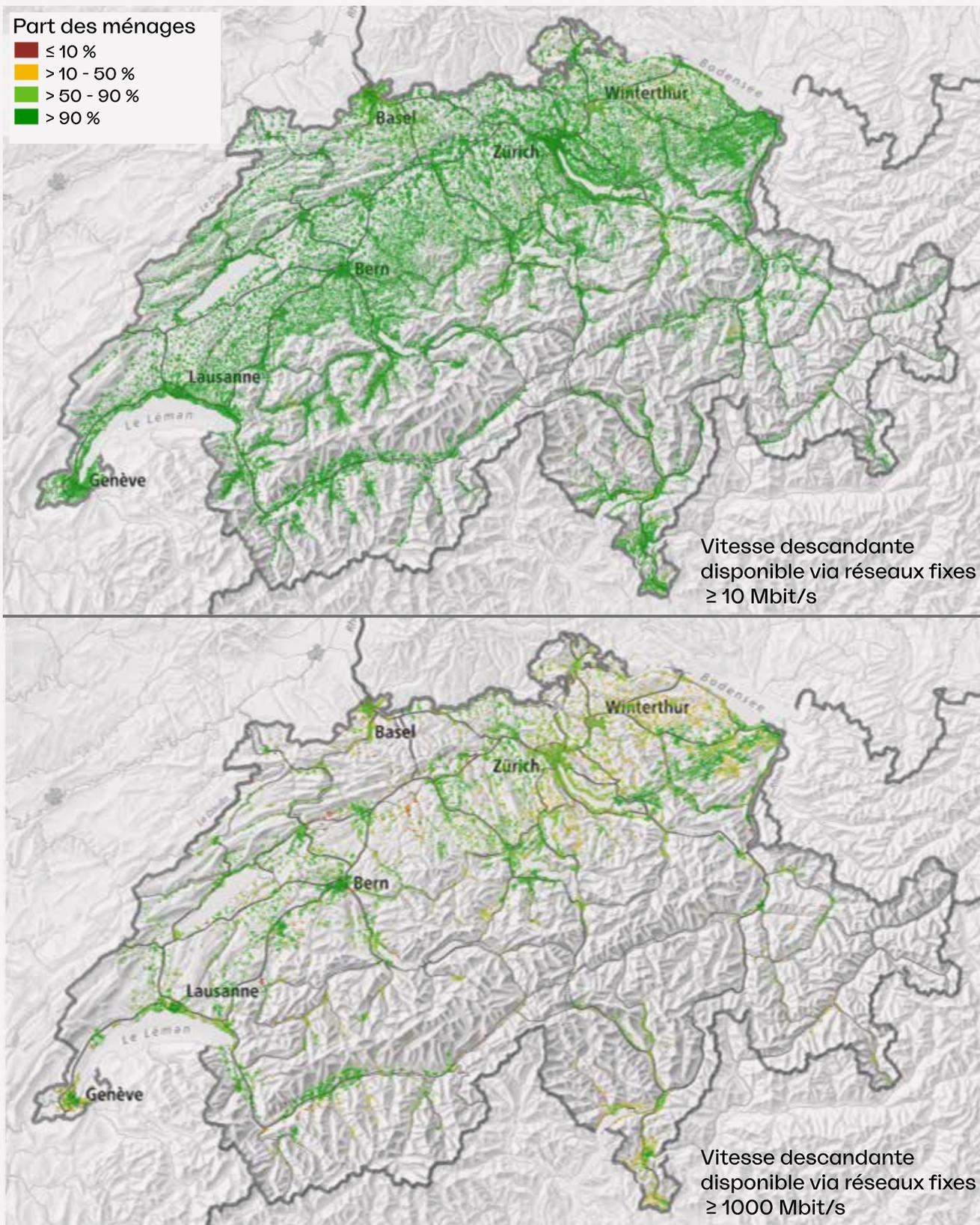


Graphique 7: Équipement des ménages en terminaux numériques

Remarques: propres calculs effectués sur la base des enquêtes sur le budget des ménages 2015 à 2017. Les résultats se rapportent aux ménages avec enfants âgés de 5 à 14 ans ainsi qu'aux ménages avec adolescentes et adolescents en cours de formation. Les barres du graphique montrent le pourcentage des ménages. Les tirets représentant l'intervalle de confiance de 95%.

L'accès à l'Internet à haut débit (ou Internet à large bande) est garanti pour la quasi-totalité des ménages,²³ même s'il existe des différences considérables dans la vitesse disponible entre régions urbaines et rurales, en particulier entre les centres urbains et les régions de montagnes (Graphique 8). Au cours de la dernière décennie, l'utilisation de l'Internet via des terminaux mobiles (smartphones et tablettes) a fortement augmenté. Alors qu'en 2011, seul un quart de la population utilisait l'Internet sur des terminaux mobiles, en 2019, il s'agissait déjà de 87 % de la population (Latzer, Büchi, & Festic, 2019).

23 Selon la statistique de l'OCDE sur la bande passante, il y avait en Suisse en 2019 près de 4 millions de raccordement à la bande passante via le réseau fixe (OECD, 2019), soit 1,06 raccordement par ménage. De surcroît, il y avait en outre 8,5 millions d'abonnements aux données mobiles, c.-à-d. 99 abonnements pour 100 habitants vivant en Suisse.

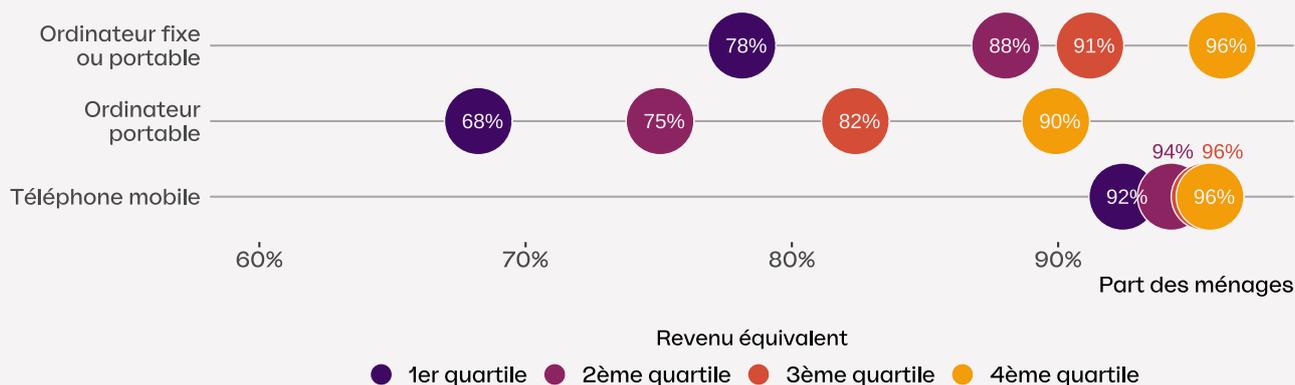


Graphique 8: Vitesse de l'Internet par région

Remarques: source: OFCOM & swisstopo(2020). Les cartes montrent pour quel pourcentage de bâtiments par carré de quadrillage (250×250 mètres) on offre une vitesse de téléchargement (download) Internet de 10 Mbits/s (carte du haut), resp de 1000 Mbit/s ou plus (carte du bas) via le réseau fixe.

En comparaison internationale également, la Suisse présente un taux d'équipement moyen élevé à très élevé des ménages privés (voir OFS, 2020b). Toutefois, des informations sur le nombre de ménages disposant au minimum d'un terminal n'ont qu'une pertinence limitée. D'une part, parce qu'on ne saurait conclure de ce qui précède que tous les enfants vivant dans le ménage disposent en tout temps d'un appareil. Et cette indication est importante, p. ex., pour la mise en œuvre de l'enseignement à distance assisté par ordinateur. D'autre part, parce que ces chiffres ne disent rien sur de possibles problèmes d'équipement dans des familles socialement ou économiquement défavorisées. Si l'on considère la part des ménages avec enfants en cours de formation qui disposent au minimum d'un terminal numérique par enfant en formation, il s'avère que dans près d'un ménage sur dix, le nombre des ordinateurs disponibles (ordinateur fixe ou mobile) est inférieur au nombre des enfants et adolescentes et adolescents en formation. Ce phénomène a tendance à être plus répandu dans les ménages plus pauvres (Graphique 9). Ainsi, sur les ménages présentant le plus faible niveau de revenus (1er quartile), seules huit familles sur dix disposent d'un nombre suffisant d'ordinateurs. Pour les 25 % des ménages les plus aisés, ce n'est le cas que pour 9,6 familles sur 10.²⁴ Des enquêtes plus récentes qui ont été lancées en réaction aux fermetures des écoles dues au coronavirus constatent également qu'environ 10 % des familles (et entre 9 % et 20 % des élèves) ne disposent pas d'un nombre suffisant de terminaux numériques pour pouvoir participer à l'enseignement à distance (Huber, et al., 2020b ; Cecchini & Dutrévis, 2020). Pour le système éducatif suisse, cela signifie qu'on ne peut pas partir du principe que tous les élèves disposent en tout temps, à leur domicile, d'un accès à un terminal individuel.

24 La part des ménages disposant d'un équipement suffisant en terminaux numériques baisse considérablement lorsqu'on ne tient pas compte uniquement des enfants et adolescentes et adolescents en cours de formation, mais encore des adultes exerçant une activité lucrative (par exemple parce que, pour des raisons professionnelles, ils ont également besoin d'un accès aux appareils disponibles). Dans ce cas, entre 2015 et 2017, seuls 48% des ménages disposaient de suffisamment d'ordinateurs (ordinateurs fixes ou portables). Dans 55% des ménages, on disposait de suffisamment de téléphones mobiles pour permettre un accès sans concurrence tant aux adultes exerçant une activité lucrative qu'aux enfants en cours de formation.



Graphique 9: Équipement des ménages en terminaux selon le quartile de revenus

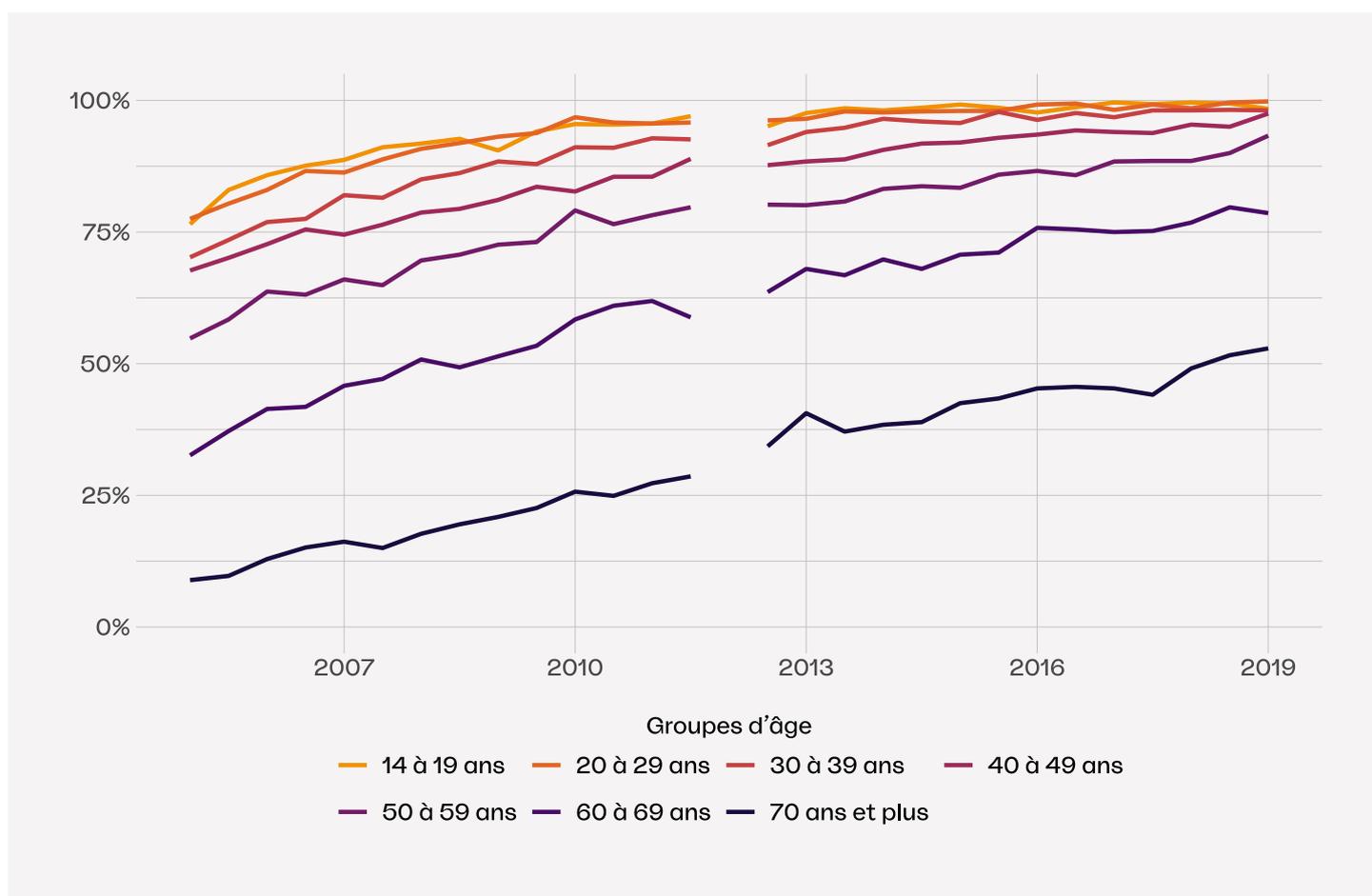
Remarques: propres calculs effectués sur la base des enquêtes sur le budget des ménages 2015 à 2017. Source: OFS. Les résultats se rapportent aux ménages avec enfants âgés de 5 à 14 ainsi qu'aux ménages avec adolescentes et adolescents en cours de formation (95%, intervalle de confiance de $\pm 3\%$). Le revenu équivalent corrige le revenu disponible des ménages avec le nombre des membres du ménage en tenant compte des effets d'économie d'échelle en matière de demande. Il tient compte du fait que les besoins d'un ménage croissent avec l'arrivée de chaque membre supplémentaire, mais que cette augmentation n'est pas proportionnelle. Ainsi, les besoins en espace de logement, en électricité, etc. pour un ménage de trois personnes ne sont pas trois fois plus élevés que pour un ménage d'une seule personne (OECD, 2013). Le barème d'équivalence modifié de l'OCDE qui est appliqué ici présente, pour la cheffe ou le chef de famille, une valeur de 1, pour chaque adulte supplémentaire une valeur de 0,5, et pour chaque enfant une valeur de 0,3 (Hagenaars, de Vos, & Asghar Zaidi, 1994).

Pendant la période 2015–2017, les ménages avec enfants en formation dépensent en moyenne 272 francs par mois pour des prestations de services (abonnements de téléphone et de télévision, taxes comprises), et 100 francs pour des terminaux numériques (téléphones mobiles, ordinateurs, autres appareils audiovisuels, etc.) dans le domaine des TIC. Cela correspond à environ 4,6 % (prestations de services) et 1,4 % (terminaux) du total des dépenses moyennes mensuelles. Les dépenses destinées à cette catégorie constituent environ un seizième (1/16^e) des frais courants de ces ménages en Suisse. Il faut préciser que les dépenses pour des terminaux augmentent proportionnellement avec la progression du revenu disponible alors que les dépenses pour les prestations de services sont proportionnellement en recul. Cela signifie que les ménages avec enfants en formation ont tendance à traiter les terminaux comme des produits de luxe alors qu'ils considèrent les prestations de services comme des dépenses nécessaires.²⁵

²⁵ Les indications reposent sur nos propres calculs (régression bivariée des dépenses logarithmiques pour terminaux ou services numériques) sur la base des données de l'enquête sur le budget des ménages de l'Office fédéral de la statistique.

4.1.2 Utilisation d'Internet de l'ensemble de la population

Compte tenu de la disponibilité (quasi) complète de ces ressources, une grande part de la population suisse utilise régulièrement l'Internet (plusieurs fois par semaine) à des fins privées (88,5 % en 2019). À cet égard, on peut observer de nettes différences entre les groupes d'âge (Graphique 10). Alors que parmi les personnes âgées de plus de 70 ans, seule la moitié d'entre elles utilisent l'Internet plusieurs fois par semaine, c'est en revanche le cas de la quasi-totalité des jeunes âgés de 14 à 19 ans (99,4 %).



Graphique 10: Utilisation de l'Internet en Suisse de 2005 à 2019, par catégorie d'âge
Remarques: Source: OFS (2020c). Les informations avant et après 2012 ne sont pas comparables en raison d'un changement de méthodologie.

Selon les résultats d'une série d'enquêtes nationales annuels réalisées auprès de quelque 1000 personnes interrogées (à partir de 14 ans), une grande part des utilisatrices et utilisateurs (indépendamment de l'âge) utilisent l'Internet en Suisse en tant que source d'information (p. ex. pour s'informer sur des questions de santé ou pour accéder à des ouvrages de référence comme Wikipédia), ainsi

qu'en tant que plateforme d'interaction (p. ex. via des e-mails et des services de messagerie ou des réseaux sociaux) et en tant que plateforme de transaction, p. ex. pour l'achat et la vente de marchandises ou pour payer des factures (Latzer, Büchi, & Festic, 2020). Pour d'autres formes d'utilisation, en particulier à des fins de divertissement, comme le téléchargement pour l'écoute de musique ou pour la visualisation de vidéos, ou encore l'utilisation de jeux vidéo, il existe en revanche des différences marquées selon les âges.

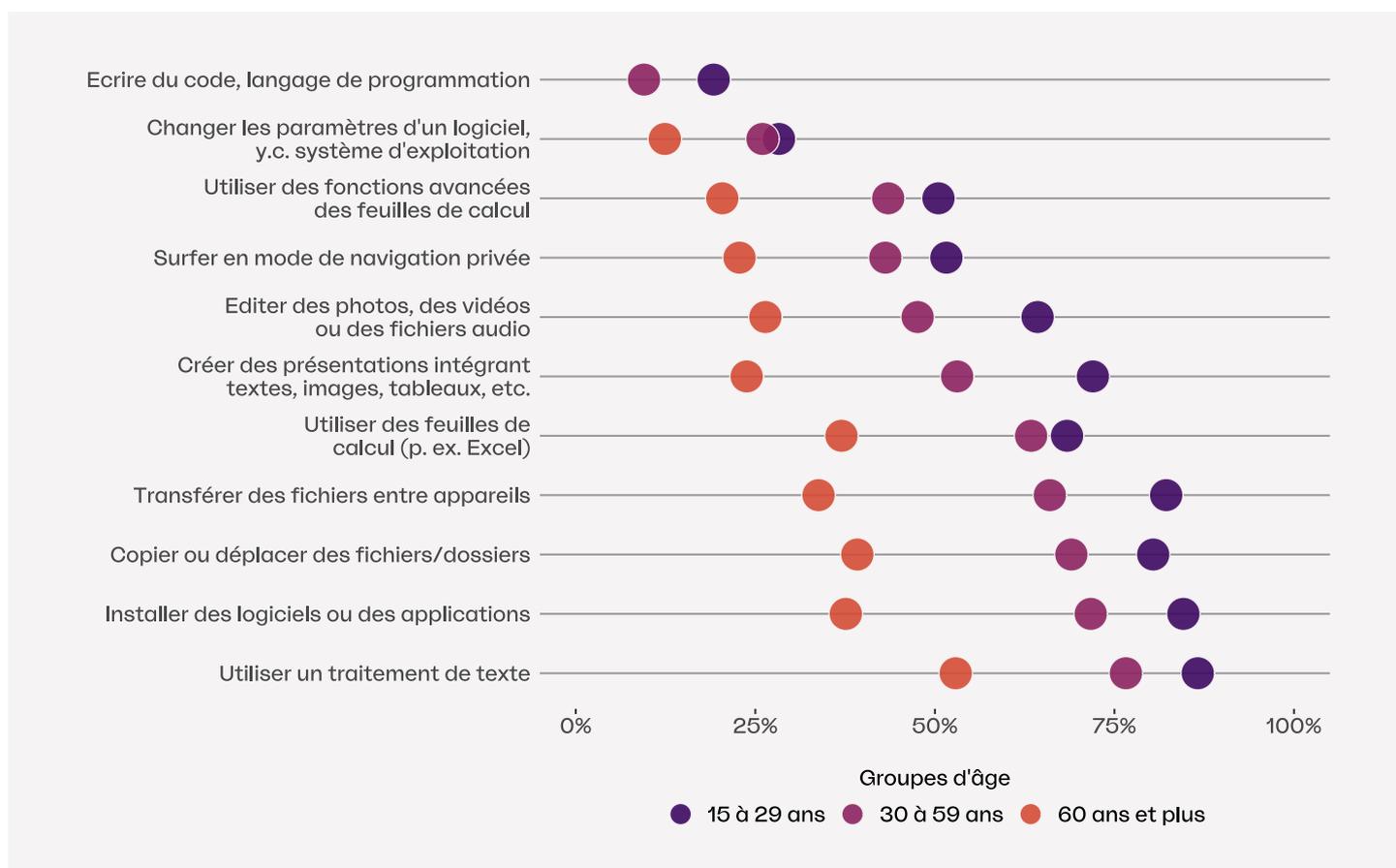
4.1.3 Compétences numériques de l'ensemble de la population

Pour pouvoir utiliser de manière fructueuse des terminaux numériques et des ressources Internet, il est nécessaire de disposer d'une série de compétences techniques et cognitives (voir chapitre 3.3.3). Dans l'enquête Omnibus sur l'utilisation de l'Internet 2019 de l'OFS (2020a), en s'inspirant de l'opérationnalisation réalisée par Eurostat (2019b), des compétences numériques sont définies sur la base d'une version remaniée du « DigComp Framework » de l'Union européenne (Carretero, Vuorikari, & Punie, 2017 ; voir aussi chapitre 3.3.2.2.). Les mesures reposent sur l'auto-évaluation d'une série de « skills » (capacités) réalisée par les répondantes elles-mêmes et les répondants eux-mêmes. Pour toutes les classes d'âge, les Suissesses et les Suisses interrogés estiment que leurs capacités techniques dans l'utilisation des terminaux numériques et des applications sont comparativement élevées. Conformément à ce qui précède, 46 % d'entre eux disposent de compétences numériques étendues.²⁶

Toutefois, on constate des écarts considérables dans l'estimation de ses propres compétences (Graphique 11) tant sous l'angle des « skills » au sujet desquels les répondants sont interrogés que du point de vue de l'âge des personnes interrogées. Ainsi, le nombre des personnes qui déclarent être capables d'effectuer une activité déterminée avec l'ordinateur diminue avec l'âge. De plus, il existe des différences considérables entre certaines compétences individuelles: alors qu'une majorité des membres de la population de tout âge déclare être en mesure d'utiliser un programme de traitement de texte, moins d'une Suissesse et d'un Suisse sur dix interrogés déclarent qu'ils disposent de capacités de programmation informatique. Si l'on songe que les personnes concernées ont généralement tendance à surestimer leurs capacités réelles d'utilisation des ressources numériques (voir chapitre 5.8), il faut donc partir du principe que le nombre des élèves qui peuvent faire appel au soutien de leurs parents ou de leur famille lorsqu'ils doivent acquérir des compétences

²⁶ Cela signifie qu'ils déclarent, dans chacun des quatre domaines de compétences qui ont été définis (acquisition d'informations, communication, résolution de problèmes et utilisation de logiciels pour créer et traiter des contenus numériques), qu'ils disposent d'au minimum de deux « skills » qui leur permettent de maîtriser ces domaines.

techniques complexes dans l'utilisation de ressources numériques, comme le fait d'apprendre la programmation, est extrêmement réduit.



Graphique 11: Compétences numériques auto-évaluées, par catégorie d'âge

Remarques: source: enquête Omnibus 2019 sur l'utilisation de l'Internet, Office fédéral de la statistique (OFS, 2020a). Les points sur le graphique représentent le pourcentage de personnes, par classe d'âge, qui déclarent posséder une capacité déterminée.

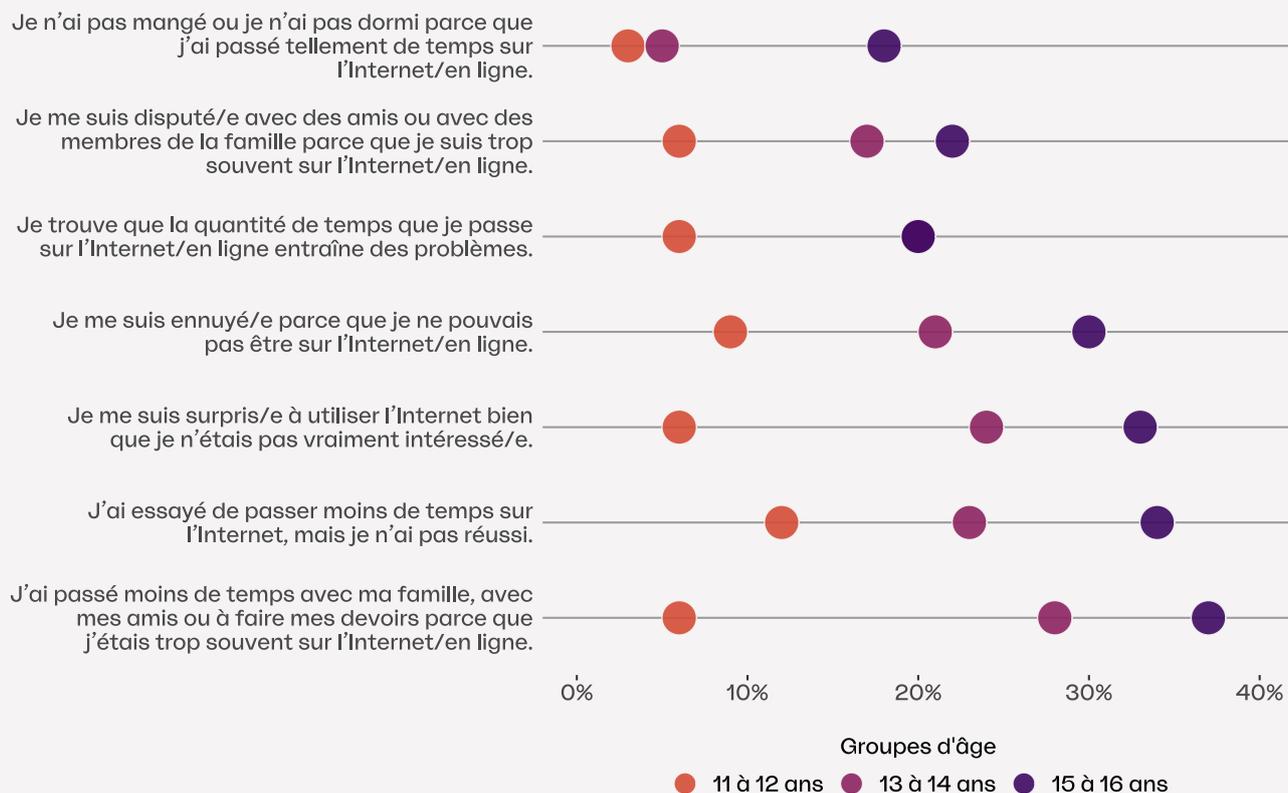
4.1.4 Utilisation des ressources numériques par les enfants, les adolescentes et les adolescents en Suisse

Parmi les enfants, les adolescentes et les adolescents en Suisse, l'utilisation de ressources numériques, notamment pour accéder à l'Internet et aux réseaux sociaux, est largement répandue (Graphique 10). Selon les résultats de l'étude JAMES 2020 (Bernath, et al., 2020), la moitié de toutes les adolescentes et de tous les adolescents de 12 à 19 ans utilisent l'Internet pendant les jours de la semaine pendant une période supérieure à 2 heures. Les week-ends, la durée quotidienne d'utilisation de l'Internet augmente à 3 heures en valeur médiane. Cela correspond aux valeurs enregistrées dans l'enquête de 2010 (Willemse, Waller, & Süs,

2010). Parallèlement, la durée d'utilisation (auto-évaluée) des téléphones mobiles a toutefois connu une nette progression. Ainsi, 50 % des enfants, adolescentes et adolescents interrogés déclarent utiliser le téléphone mobile plus de 3 heures en cours de semaine. Les week-ends, ce chiffre passe à 5 heures par jour. Relevons que les jeunes à bas niveau socio-économique ou ayant un contexte de migration utilisent plus longtemps l'Internet et les téléphones mobiles. Il semble aussi que les garçons passent plus de temps que les filles à utiliser les terminaux numériques (Bernath, et al., 2020).

La possession et l'utilisation des terminaux numériques commencent déjà relativement tôt. Des résultats d'une enquête réalisée auprès de quelque 1100 enfants, adolescentes et adolescents montrent qu'un enfant sur quatre âgé entre six et sept ans dispose de son propre téléphone mobile, et que 30 % d'entre eux possèdent leur propre tablette. Pour les adolescentes et adolescents âgés entre 12 et 13 ans, plus des trois quarts d'entre eux possèdent leur propre smartphone (Waller, et al., 2019). En outre, des enquêtes qualitatives provenant de Suisse indiquent que dans de nombreuses familles, des enfants âgés entre 4 et 6 ans font appel déjà régulièrement à des contenus numériques (p. ex. des vidéos, des programmes télévisés ou des jeux vidéo) (Schoch, et al., 2018).

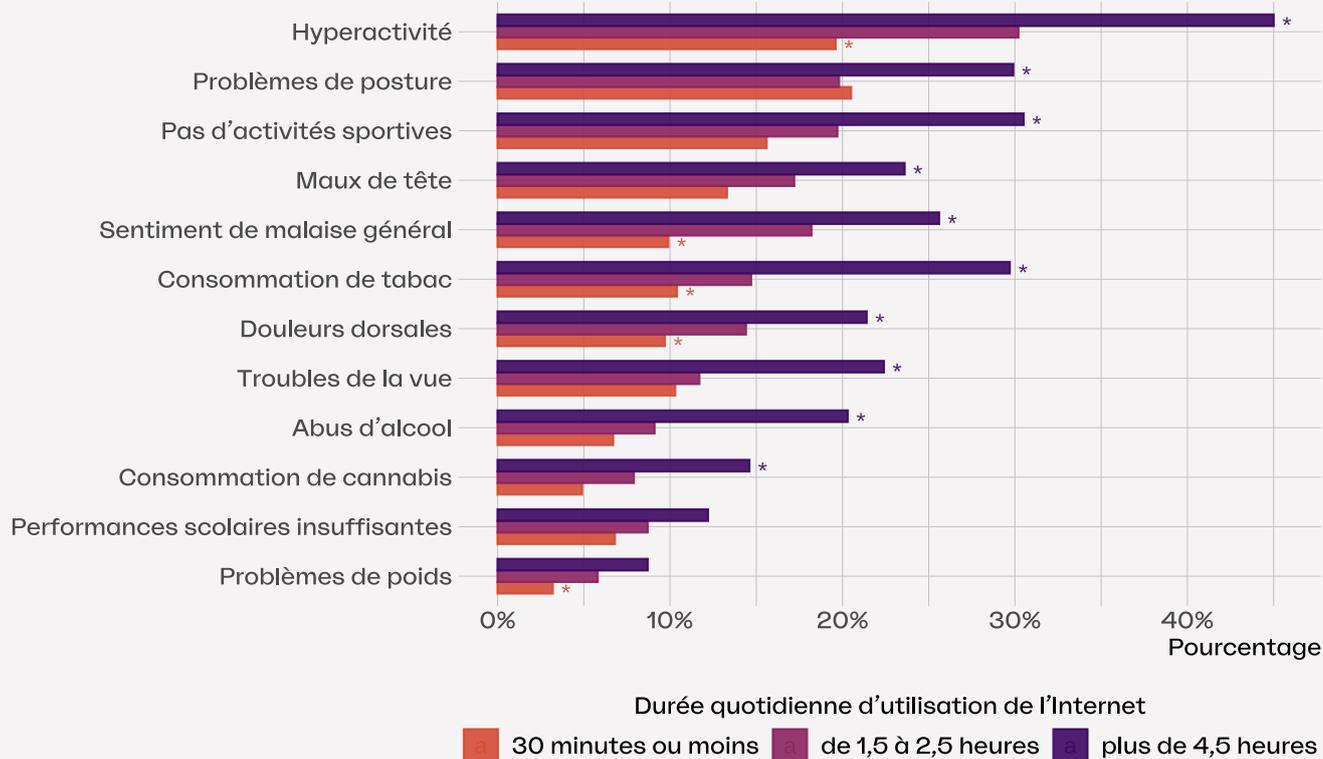
La large diffusion et l'utilisation croissante des technologies numériques par les enfants, les adolescentes et adolescents ont donné lieu, tant au plan national qu'international, à une série de doutes et d'avertissements en raison de possibles atteintes à la santé physique et psychique et au développement social et cognitif des enfants, adolescentes et adolescents concernés (p. ex. Twenge, et al., 2018 ; Spitzer, 2018). Près d'un enfant, d'un adolescent ou d'une adolescente sur trois âgé entre 9 et 16 ans en Suisse déclare que son utilisation d'Internet a des effets négatifs sur sa vie quotidienne, p. ex. des conflits avec sa famille ou ses amis ou le fait de négliger ses devoirs scolaires (Hermida, 2019). Plus les jeunes interrogés sont âgés, et plus ils déclarent plus fréquemment des effets négatifs (Graphique 12). Pour environ un jeune sur dix, ces effets négatifs surviennent ainsi tellement fréquemment et régulièrement qu'on peut partir du principe qu'il s'agit ici d'une utilisation excessive ou problématique de services numériques. Les filles semblent être un peu moins souvent concernées par ce qui précède que les garçons (Hermida, 2019 ; Surís, et al., 2014).



Graphique 12: Conséquences de l'utilisation de l'Internet parmi les enfants, les adolescentes et les adolescents, par catégorie d'âge

Remarques: source: Hermida (2019, p. 29). Chaque point du graphique affiche le pourcentage d'enfants, adolescentes et adolescents qui expérimentent au minimum une fois par mois les conséquences négatives précitées. Résultats sur la base d'une enquête non représentative auprès de 766 enfants, adolescentes et adolescents. Les pourcentages des groupes d'âge de 13/14 ans et de 15/16 ans qui approuvent l'énoncé « Je trouve que la quantité de temps que je passe sur l'Internet/en ligne entraîne des problèmes » sont identiques (chaque fois 20%). C'est pourquoi les points de ces deux groupes d'âge se recourent.

Des études transversales provenant du canton de Vaud montrent également que les jeunes qui passent davantage de temps devant l'écran présentent plus souvent des troubles de la santé tels que douleurs dorsales, troubles de la posture, surpoids et manque de sommeil (Surís, et al., 2014 ; Schweizer, et al., 2017 ; Berchtold, et al., 2018). En outre, le volume de consommation de tabac, d'alcool et de cannabis s'accroît avec la durée d'utilisation de services numériques alors que le sentiment de bien-être général et le niveau des activités sportives diminuent (Graphique 13). Toutefois, cette corrélation n'est pas linéaire, de sorte que l'on ne peut observer de nettes augmentations des conséquences négatives que parmi les utilisatrices et les utilisateurs qui font état de très longues durées d'utilisation (plus de 4,5 heures par jour) (Berchtold, et al., 2018). Selon une enquête réalisée dans le canton de Vaud provenant de l'année 2012, cela concerne environ 13 % des jeunes âgés entre 13 et 15 ans (Berchtold, et al., 2018).



Graphique 13: Lien entre la durée d'utilisation quotidienne de l'Internet, les problèmes de comportement et les troubles de la santé

Remarques: propre présentation sur la base de von Berchtold, et al., (2018). Les barres du graphique montrent le pourcentage des jeunes interrogés qui déclarent être concernés (fréquemment) par un problème déterminé. Les barres désignées avec un astérisque (*) indiquent qu'au sein d'un groupe, un symptôme problématique survient nettement plus souvent ou plus rarement que parmi les jeunes qui utilisent l'Internet entre 1,5 et 2,5 heures par jour (groupe de référence). Ces indications reposent sur une enquête réalisée auprès de 2942 jeunes de 13 à 15 ans dans le canton de Vaud. Sur l'ensemble des personnes interrogées, 1487 d'entre elles (50,5%) font partie de l'un des trois groupes d'utilisation représentés.

Alors que le lien transversal entre l'utilisation de ressources numériques et la survenance de problèmes de santé et de comportement est confirmé également dans des études d'ensemble («overview studies») internationales (voir Gottschalk, 2019), il existe des incertitudes considérables quant au rapport de causalité entre des atteintes à la santé, des comportements problématiques et l'utilisation de services numériques (voir Kardefelt-Winther, 2019 ; Bell, Bishop, & Przybylski, 2015 ; Odgers & Jensen, 2020 ; Orben, 2020). Ainsi, des études longitudinales de données de panel ne constatent généralement aucune indication attestant qu'une utilisation prolongée de services numériques suscite ou renforce des dépressions (Marciano, Schulz, & Camerini, 2019 ; Puukko, et al., 2020).²⁷ Quelques travaux de recherche attirent également l'attention sur le fait que des

²⁷ Toutefois, les périodes situées entre les moments où les différentes mesures sont effectuées lors de ces enquêtes transversales sont souvent très longues. Les résultats des études de panel citées ci-dessus montrent, p.ex., que la durée ou la fréquence d'utilisation de services numériques en l'espace d'une année n'a aucun pouvoir prédictif s'agissant de la survenance d'atteintes dépressives au cours de l'année suivante. Dès lors, le risque existe que des effets de causalité à court terme ne soient pas enregistrés.

jeunes émotionnellement instables et dépressifs recherchent plus souvent un soutien émotionnel dans les médias sociaux (Buechel & Berger, 2012 ; Rideout & Fox, 2018), et que des débuts de maladies dépressives entraînent une augmentation de l'utilisation active de médias sociaux (Puukko, et al., 2020).

En outre, les effets constatés sont souvent faibles. Des études réalisées auprès de jeunes provenant des États-Unis et de Grande-Bretagne montrent, p. ex., que chaque heure supplémentaire où les jeunes utilisent des technologies numériques entraînent un recul de la durée du sommeil variant entre trois minutes (les week-ends) et neuf minutes (pendant la semaine) (Przybylski, 2019 ; Orben & Przybylski, 2020). Il s'avère également que même dans les cas où il existe une corrélation négative entre l'utilisation des technologies et le sentiment de satisfaction de vie des enfants interrogés, l'utilisation des technologies numériques explique moins de 1 % de la variation du sentiment de satisfaction de vie (Huang, 2010 ; 2017 ; Orben & Przybylski, 2019 ; McDool, et al., 2020). Il en va de même pour d'autres manifestations psychiques et modes de comportement comme p. ex. l'hyperactivité, l'impulsivité et les problèmes d'attention (Beyens, Valkenburg, & Piotrowski, 2018). Parallèlement, quelques études montrent que l'utilisation de services et réseaux numériques peut, dans certaines circonstances, avoir un effet positif sur la santé psychique d'enfants, d'adolescentes et d'adolescents (Thorisdottir, et al., 2019 ; Rideout & Fox, 2018).

Il n'est pas invraisemblable que des limitations de santé et l'utilisation excessive des réseaux numériques se renforcent mutuellement et que des problèmes qui existent « offline » se retrouvent dans l'espace numérique, ou qu'ils peuvent s'aggraver dans cet espace (voir Odgers & Jensen, 2020). Ainsi, une étude longitudinale avec un sondage partiel auprès des élèves du canton de Vaud déjà décrits plus haut (voir remarques concernant le Graphique 13) constate certes qu'une utilisation excessive de services numériques entraîne une augmentation de poids supplémentaire chez des jeunes qui présentent déjà un surpoids. En revanche, chez des jeunes qui ont un poids normal, une utilisation excessive de l'Internet n'est pas liée à une augmentation du poids corporel (Barrense-Dias, et al., 2016). Une réduction (forcée) de l'utilisation de médias numériques n'entraîne généralement pas non plus une augmentation des activités sportives chez les enfants, les adolescentes et les adolescents (voir Kardefelt-Winther, 2019).

À ce jour, le lien entre l'utilisation (excessive) de services numériques pendant les loisirs et pendant les prestations scolaires n'est pas suffisamment expliqué. Quelques études indiquent que l'utilisation excessive de contenus numériques – en particulier de jeux vidéo – entraînent une éviction des activités axées sur l'école pendant les loisirs (p. ex. l'élimination du traitement des devoirs scolaires)

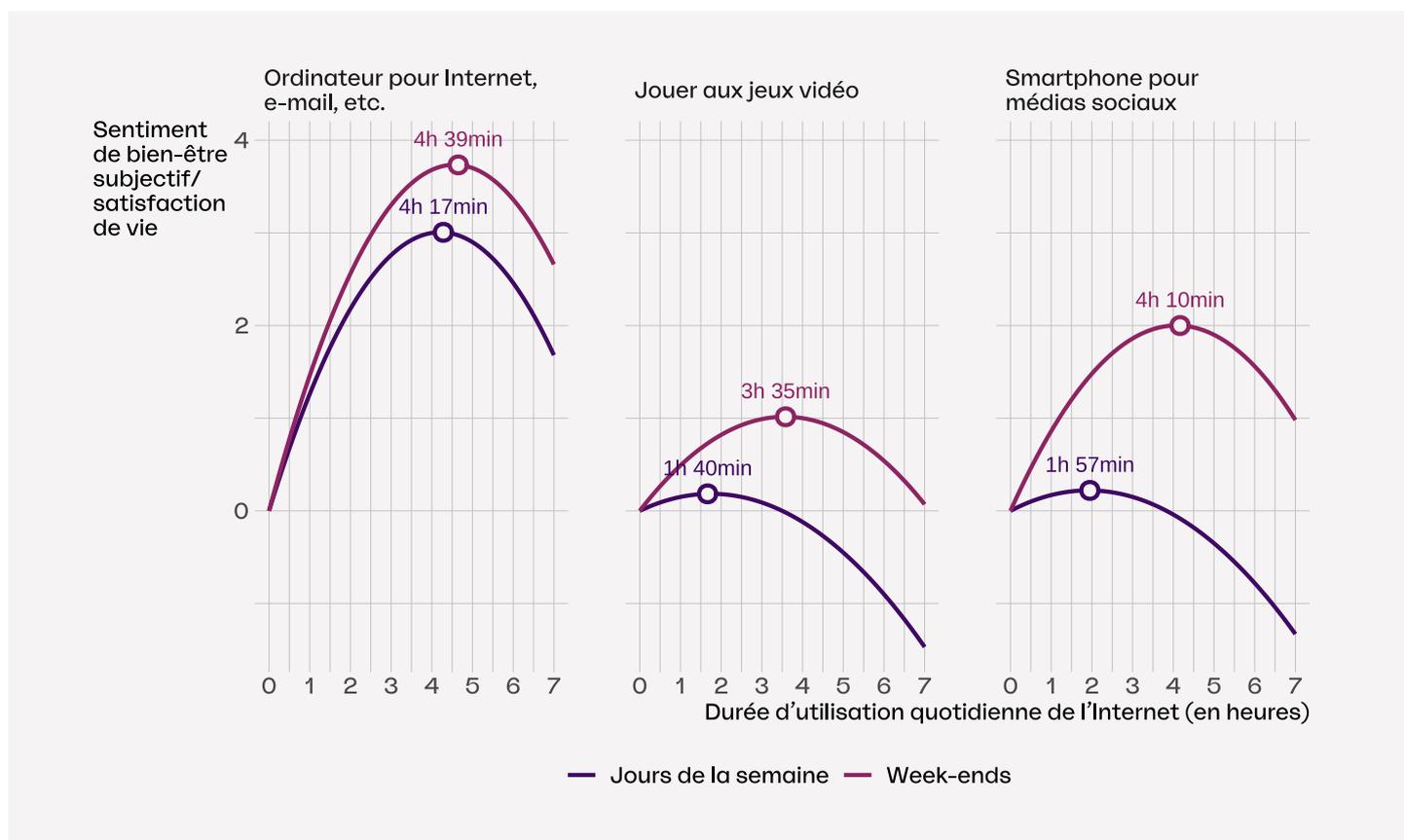
et que, de ce fait, elle empêche le développement de compétences scolaires de base (Weis & Cerankosky, 2010 ; Secades-Villa, et al., 2014 ; Camerini, Quinto, & Cafaro, 2015). Ainsi, Camerini, Schulz, & Jeannet (2017) constatent, dans une enquête portant sur des élèves tessinois du degré primaire, qu'une augmentation de la fréquence d'utilisation de l'Internet à des fins de divertissement et de communication privée donne lieu à une détérioration des notes de fin d'année. Mais ces effets sont faibles.²⁸ Cela correspond à peu près aux enseignements tirés des plus récentes méta-analyses internationales qui montrent également que l'effet de l'utilisation de services numériques pendant les loisirs sur les performances scolaires – du moins en moyenne – est très faible (Ferguson, 2015 ; Gnambs, et al., 2020 ; Marker, Gnambs, & Appel, 2018) ou n'existe pas (Appel, Marker, & Gnambs, 2019 ; Furuya-Kanamori & Doi, 2016).

Une explication possible de ces faibles effets – en moyenne – de l'utilisation des médias numériques pendant les loisirs sur la santé ainsi que sur les performances scolaires pourrait tenir à ce qu'on appelle l'« hypothèse Goldilocks » (voir Kardefelt-Winther, 2019). Cette hypothèse considère qu'une utilisation massive des services et médias numériques pourrait être bénéfique pour le bien-être psychique et les performances cognitives des enfants, adolescentes et adolescents. Ainsi, des services numériques permettent de rechercher des informations ou d'entretenir des contacts sociaux. En revanche, une utilisation trop intensive ou trop faible pourrait avoir des effets négatifs. À ce jour, des données provenant de la Suisse ne permettent pas de présumer l'existence d'un lien de ce genre (voir Graphique 13). Toutefois, une étude assez récente fondée sur une enquête réalisée auprès de plus de 120'000 élèves en Grande-Bretagne (Przybylski & Weinstein, 2017a) a montré que, du moins du point de vue du bien-être subjectif, il existe un lien non linéaire avec la durée d'utilisation de services numériques (Graphique 14). Le niveau de bien-être subjectif est le plus élevé lorsque la durée d'utilisation quotidienne se situe entre 1 heure et 40 minutes (pour l'utilisation de jeux vidéo pendant la semaine), et 4 heures et 40 minutes (utilisation de l'ordinateur pour communiquer via l'Internet le week-end). Des durées d'utilisation plus réduites sont liées à des effets négatifs comparativement faibles sur le bien-être psychique. En revanche, des durées d'utilisation plus longues entraînent des reculs plus importants. Toutefois, le niveau moyen de bien-être ne tombe au-dessous du niveau d'élèves qui déclarent ne jamais utiliser les médias numériques qu'à partir de durées d'utilisation très longues.²⁹ En outre, sur toutes

28 Les coefficients estimés indiquent qu'une augmentation de la catégorie de fréquence la plus basse (« jamais ») à la catégorie la plus élevée (« toujours ») entraînerait un recul moyen des notes de fin d'année de 0,1 point dans le barème standard s'échelonnant de 1 à 6.

29 Les chiffres se situent entre plus de 3 heures et 30 minutes pour l'utilisation de jeux vidéo pendant les jours de la semaine, et plus de 9 heures et 6 minutes pour l'utilisation d'ordinateurs pour l'Internet et la communication les week-ends.

les durées d'utilisation observées, tant les effets positifs que les effets négatifs demeurent faibles. Par exemple, l'effet subjectif précité sur le bien-être subjectif pour une adolescente ou un adolescent qui utilise un ordinateur les week-ends pendant un peu moins de 5 heures (279 minutes) est certes nettement supérieur au sentiment de bien-être d'une non-utilisatrice ou d'un non-utilisateur. Mais la différence substantielle entre ces deux personnes est de moins de 4 points sur un barème qui compte 56 niveaux, c.-à-d. il s'agit d'écart-types d'un peu moins de 0,4, ce qui peut donc être interprété comme un effet faible (Cohen, 1988).



Graphique 14: Durée d'utilisation des médias numériques et satisfaction de vie parmi les moins de 15 ans en Grande-Bretagne

Remarques: propre présentation sur la base des résultats de Przybylski & Weinstein (2017a). Les courbes du graphique illustrent le lien entre la variation du bien-être subjectif auto-évalué (sentiment de satisfaction de vie) et la variation de la durée d'utilisation des technologies numériques (auto-évaluée). Les courbes de couleur plus claire montrent cette corrélation pour la durée d'utilisation le week-end. Les courbes de couleur plus sombre illustrent la relation entre le bien-être subjectif et la durée d'utilisation pendant les jours de la semaine. Ces courbes se basent sur une série de modèles de régression qui, outre la durée d'utilisation (et le carré de la durée d'utilisation) pour le sexe et la provenance (arrière-plan de migration ou non) des élèves interrogés, contrôlent le bien-être économique moyen de leur commune de domicile. Les valeurs représentées sont normées de telle façon que le bien-être des élèves qui déclarent ne pas utiliser de technologies numériques est égal à zéro. La mesure utilisée pour le bien-être subjectif a un barème de 56 points (Tennant, et al., 2007). Les points de couleur grise illustrent la durée d'utilisation quotidienne concernée pour laquelle le sentiment de bien-être subjectif est le plus élevé.

4.1.5 Risques de l'utilisation de médias numériques par des enfants, des adolescentes et des adolescents en Suisse

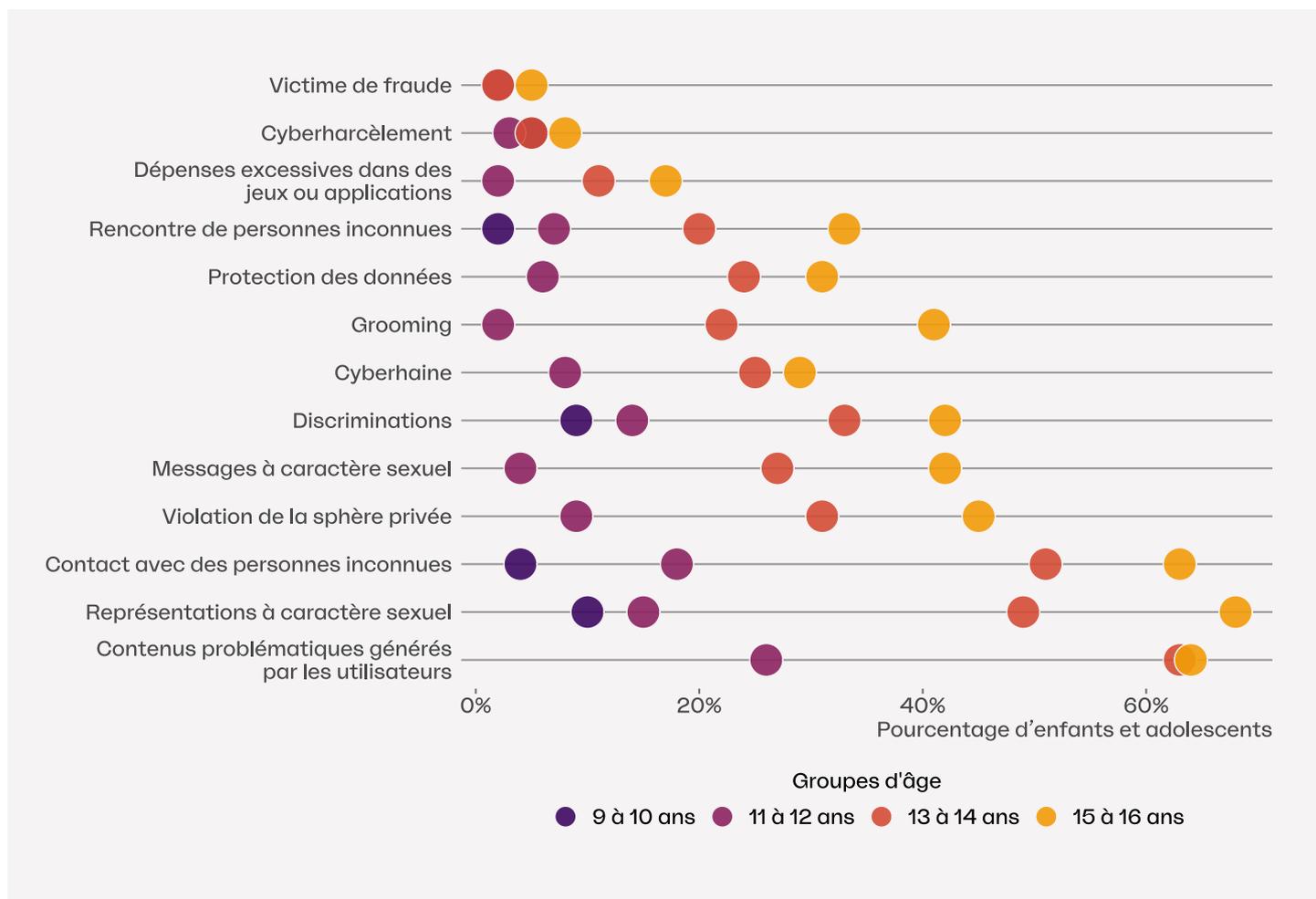
Lorsque des enfants, des adolescentes et des adolescents utilisent des médias numériques, ces activités offrent une série d'opportunités, mais sont aussi liées à certains risques. Ces risques résident surtout dans le fait que les enfants, les adolescentes et les adolescents sont confrontés à des contenus inappropriés ou illégaux, et qu'ils les diffusent à d'autres personnes. En outre, en raison de problèmes de sécurité (techniques) ou de la transmission volontaire d'informations, il peut en résulter une perte en matière de sécurité des données ou une violation de la sphère privée qui peuvent, dans le pire des cas, se transformer en préjudices financiers ou en atteintes à la santé.

Dans le cadre d'une enquête internationale, 38 % des jeunes âgés entre 9 et 16 ans interrogés en Suisse l'année passée ont déclaré avoir fait des expériences désagréables avec l'utilisation de l'Internet (Smahel, et al., 2020). Ainsi, elles et ils ont été confrontés, p. ex., à des commentaires haineux ou ont vu des contenus pornographiques (voir Graphique 15).³⁰ Ces chiffres sont nettement supérieurs à ceux des pays voisins de la Suisse où 9 % des enfants, adolescentes et adolescents interrogés (Allemagne) et 17 % d'entre eux (France) déclarent avoir fait des expériences désagréables sur l'Internet l'an passé. Parallèlement, les enfants, adolescentes et adolescents suisses se sentent être à un niveau de compétences à peu près identique dans la gestion des comportements en ligne jugés perturbants ou inappropriés que les enfants, adolescentes et adolescents du même âge dans les pays limitrophes.

De manière générale, le pourcentage des jeunes concernés s'accroît avec l'âge des personnes interrogées (Graphique 15), ce qui devrait s'expliquer avant tout par l'augmentation de la fréquence et de la durée de l'utilisation de médias numériques au fur et à mesure qu'ils avancent en âge. Alors que parmi les personnes interrogées de 11 à 12 ans, moins d'un jeune sur cinq fait état de trois risques ou plus dont elle ou il a fait l'expérience l'année précédente, c'était le cas chez les adolescentes et adolescents de 13 à 14 ans de trois jeunes sur cinq, et chez les adolescentes et les adolescents de 15 à 16 ans de quatre jeunes sur cinq (Hermida, 2019, p. 11). Ce qui était le plus répandu était le contact avec des représentations sexuelles comme la pornographie, et avec des contenus problématiques comme des représentations de la violence physique (29 % des personnes interrogées), ou avec des informations sur des possibilités de commettre un suicide (18 % des

³⁰ Environ une personne interrogée sur dix subit cela régulièrement (c.-à-d. au minimum une fois par mois).

personnes interrogées). Mais environ un jeune sur deux âgé de 15 à 16 ans a aussi vécu une expérience de violation de la sphère privée, par exemple parce que des tiers ont mis en ligne des informations privées. Deux jeunes sur cinq de cette catégorie d'âge déclarent qu'on leur a demandé en ligne des informations d'ordre sexuel (« grooming »). Dès lors, pour une majorité des enfants, adolescentes et adolescents en Suisse, le contact avec des contenus potentiellement problématiques et la participation à des modes de comportement risqués font partie de l'utilisation de l'Internet.



Graphique 15: Pourcentage des enfants, adolescentes et adolescents concernés par un risque, par catégorie d'âge
 Remarques: propre présentation sur la base des résultats de Hermida (2019, p. 12). Compte tenu de l'hypothèse qu'une majorité des risques enregistrés n'étaient pas compréhensibles ou étaient thématiquement inappropriés pour des enfants de 9 à 10 ans, ce groupe d'âge n'a été interrogé qu'à propos de cinq risques. Pour ce qui est de la cyberintimidation, le pourcentage des 9 à 10 ans recoupe celui des 13 à 14 ans (tous deux: 5%), ce qui entraîne sur le graphique une superposition de ces deux points.

4.2 Structure du marché des terminaux numériques et des logiciels

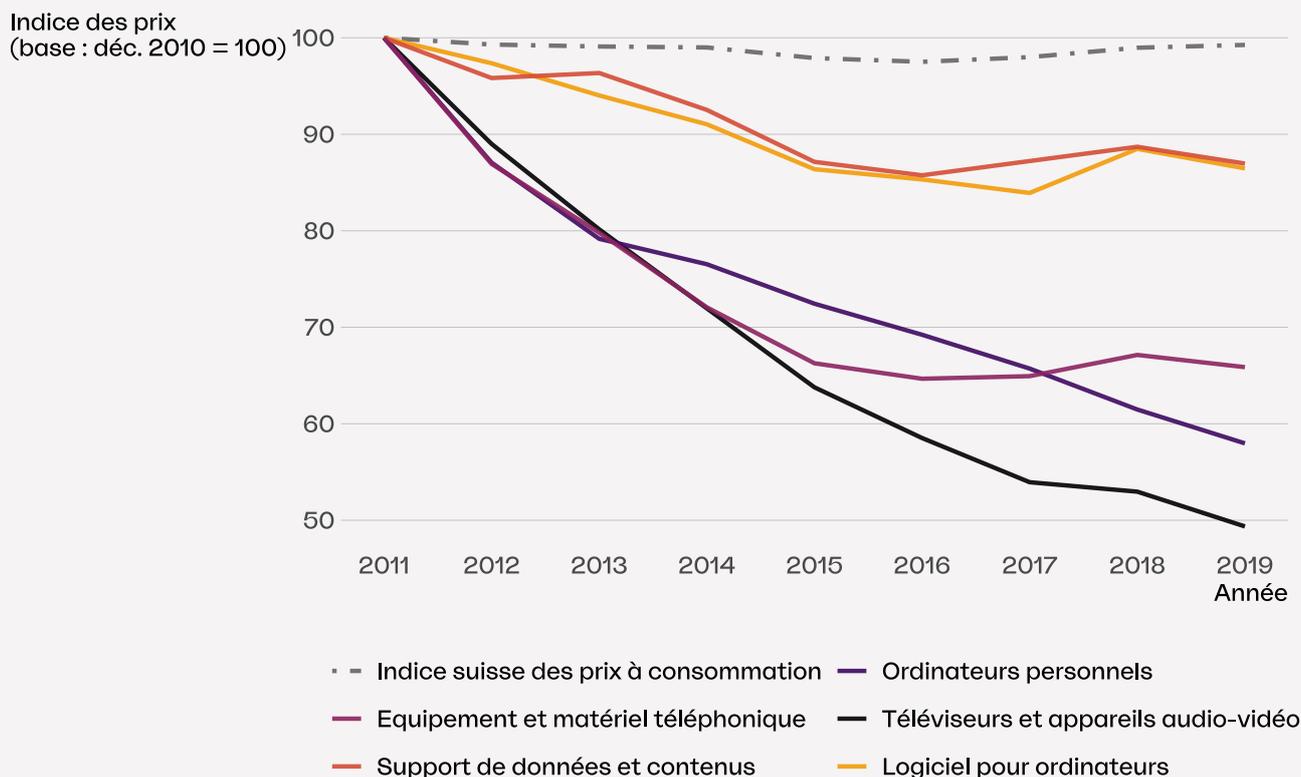
4.2.1 Le marché des terminaux numériques et des logiciels tous usages

Le marché des terminaux numériques est largement internationalisé, étant précisé que malgré la position dominante occupée par certains prestataires, il existe une intense concurrence entre les prestataires de différents types de terminaux (Costello & Rimol, 2020).

Au niveau des systèmes d'exploitation et des logiciels tous usages comme des logiciels de tableurs et des logiciels de traitement de texte, il existe une concentration nettement plus élevée tant à l'échelle internationale que sur le marché suisse. Ainsi, selon une évaluation réalisée sur la base des navigateurs utilisés, seuls deux prestataires se partagent le marché des systèmes d'exploitation d'ordinateurs personnels, de tablettes et de terminaux mobiles (StatsCounter, 2020). Cela concerne aussi le secteur de l'éducation. Ainsi, par exemple, dans les écoles du canton de Fribourg, presque 100 % des ordinateurs tournent sur la base de systèmes d'exploitation vendus par Microsoft et Apple (Fritic, 2019).

Des différences dans la structure du marché se reflètent, du moins en partie, dans la différence dans l'évolution des prix. Ainsi, les prix des terminaux numériques et des logiciels ont certes tous deux baissé au cours de cette dernière décennie, et se situaient à un niveau nettement inférieur à l'évolution générale des coûts de la vie (Graphique 16). Cependant, le recul des prix des terminaux numériques était nettement plus marqué que celui des logiciels ou des contenus numériques.

Le recul considérable de l'indice des prix pour les composants de hardware s'explique non seulement par un changement dans l'évolution des prix, mais surtout par l'amélioration continue des terminaux. Ces améliorations de la qualité sont intégrées dans le calcul des indices de prix reproduits dans la statistique (OFS, 2016). Des études internationales montrent une évolution similaire pour les prix des terminaux numériques (Byrne, Dunn, & Pinto, 2016).



Graphique 16: Évolution des prix des terminaux numériques et des logiciels, de 2011 à 2019

Remarques: propre présentation sur la base de la structure du panier-type de l'indice national des prix à la consommation de l'OFS (voir OFS, 2016). Les séries historiques sont normées de telle sorte que tous les indices de décembre 2011 prennent la valeur 100.

Exemple de lecture: pendant la période située entre fin 2011 et fin 2019, les prix corrigés des effets de la qualité pour les ordinateurs personnels (ordinateurs fixes et portables) ont diminué de près de moitié. Pendant la même période, les prix pour les logiciels ont baissé de quelque 13 %. Ces deux reculs sont nettement plus marqués que celui de l'indice de tous les coûts de la vie qui est resté largement stable entre 2011 et 2019.

4.2.2 Le marché des moyens d'enseignement et d'apprentissage numériques

Des données fiables et précises valables à l'échelle nationale sur la structure du marché des moyens d'enseignement et d'apprentissage numériques font défaut jusqu'à présent. Le marché du matériel pédagogique dans l'éducation formelle est fortement régulé en tant que tel étant donné que le matériel pédagogique est soumis au pilotage de l'administration de l'instruction publique et qu'il est ancré dans les lois scolaires cantonales. Une bonne douzaine de maisons d'édition de matériel pédagogique, qui sont parfois propriété de l'État, mais sont aussi organisées selon le droit privé, sont en concurrence sur le marché des degrés de la scolarité obligatoire (Döbeli Honegger, Hielscher, & Hartmann, 2018). Le matériel pédagogique dans la formation professionnelle est moins fortement régulé. Placées sous la responsabilité des organisations du monde du travail (OrTra), les

associations professionnelles et les organisations de branches jouent un rôle central à cet égard. Elles assument la responsabilité de l'élaboration des plans d'études et, de ce fait, définissent de manière déterminante les moyens d'enseignement et d'apprentissage.

Le marché du matériel pédagogique dans son ensemble (pour tous les degrés d'éducation) est estimé à quelque 100 millions de francs (Brütsch, 2017). Des chiffres plus précis ne sont pas disponibles. Au niveau de l'école primaire, nous ne disposons d'aucun indicateur de marché pour les marchés partiels complémentaires (p. ex. système d'encouragement à l'apprentissage, ouvrages de référence et applications logicielles générales, etc.).

Parallèlement, on assiste à une augmentation du nombre de prestataires qui lancent des offres par le biais du marché de la formation informel et non formel. Ces offres sont également demandées et utilisées dans le secteur formel de l'éducation. Dans ces deux domaines, le bas niveau des barrières à l'entrée sur le marché pour ce qui est des plateformes de distribution numériques pour l'enseignement et l'apprentissage sans critères de qualité didactique entraîne une concurrence accrue pour les maisons d'édition bien établies spécialisées dans le matériel pédagogique. En raison des économies d'échelle et des effets de réseau propres aux domaines de la formation non formelle et informelle, l'existence des app-stores d'Apple, Google et Microsoft a de fortes répercussions sur la demande en matériel d'enseignement et d'apprentissage, en applications logicielles et en outils informatiques (« tools ») pour l'éducation formelle (ilz, 2020).

4.3 Les effets de la numérisation sur le marché du travail

Le processus durable de remplacement du travail humain par des procédures automatiques qui se poursuit depuis le début de la révolution industrielle (Autor, 2015 ; Fernández-Macías, 2018 ; Witt & Gross, 2020) s'est encore renforcé et accéléré ces dernières années sous l'effet de la numérisation croissante de la société et de l'économie. Dans ce contexte, les technologies ne contribuent pas seulement à une automatisation supplémentaire d'un éventail toujours plus large d'activités humaines, mais permettent le développement de nouveaux produits et services, étendent et améliorent le contrôle des processus de production et simplifient l'échange et la coordination de transactions par le biais de plateformes informatiques (Fernández-Macías, 2018 ; Aepli, et al., 2017). Ces développements ont pour effet de changer la demande pour certaines compétences sur le marché

du travail et, de ce fait, de changer également les exigences posées au système éducatif suisse qui devrait les transmettre (CSRE, 2018, p. 26).

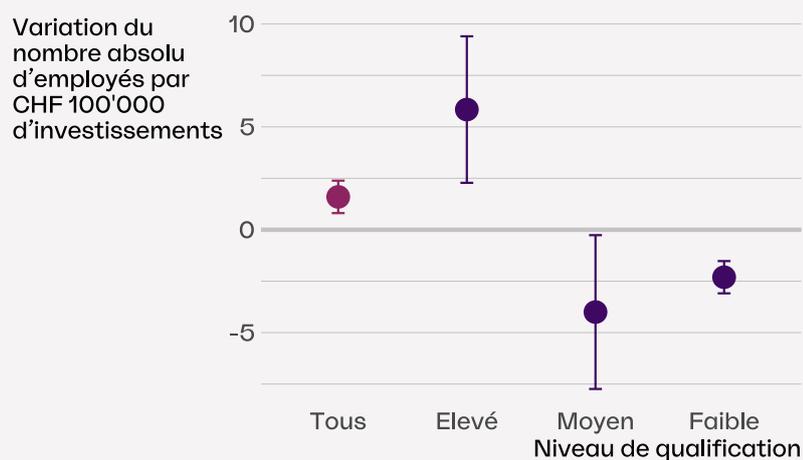
4.3.1 Effet net contesté...

Alors que la plupart du temps, les changements technologiques ont un effet net positif à moyen et long terme sur la situation en matière d'emploi (Pianta, 2006), les effets de la numérisation sur l'emploi et les salaires sont contestés. Dans une étude souvent citée portant sur le marché du travail américain, les experts interrogés ont estimé que près de la moitié des citoyennes et citoyens américains sont employés dans des métiers qui sont concernés par un risque élevé d'automatisation (Frey & Osborne, 2017). Sur la base de la même méthode, des chiffres similaires peuvent en être déduits pour la Suisse (Willimann & Käppeli, 2017). Toutefois, la robustesse de ces estimations est douteuse (p. ex. Arntz, Gregory, & Zierahn, 2017 ; Dengler & Matthes, 2015). Ainsi, des calculs plus récents partent du principe qu'au cours des 20 ans à venir, à l'échelle internationale, entre 9 % et 25 % environ des emplois existants seront concernés par une automatisation complète (Arntz, Gregory, & Zierahn, 2017 ; Nedelkoska & Quintini, 2018 ; Muro, et al., 2019). De surcroît, pour un autre tiers des emplois existants, il faut s'attendre à des changements fondamentaux dans la structure des tâches (Nedelkoska & Quintini, 2018).

Parallèlement, la plupart des estimations partent du principe qu'avec la diffusion des technologies numériques, la demande en certaines compétences déterminées comme la programmation ou l'analyse des données continuera à s'accroître, et que l'offre de travail s'étendra encore dans des domaines qui ne peuvent pas (encore) être automatisés, ou ne peuvent être automatisés que de manière insuffisante (Autor, 2015 ; Acemoglu & Restrepo, 2018).³¹ En outre, de nouveaux champs d'activité prendront naissance dans le sillage de la numérisation, ce qui peut entraîner une extension supplémentaire de l'offre de travail (Autor, 2015 ;

31 Du point de vue de la théorie économique, la diffusion des technologies numériques influence la demande d'emploi de quatre manières différentes (voir Zenhäusern & Vaterlaus, 2017 ; Acemoglu & Restrepo, 2018 ; Gregory, Salomons, & Zierahn, 2019). D'une part, elle simplifie et accélère le remplacement des hommes par des machines dans l'exécution d'activités routinières et crée une incitation à restructurer les processus de production et de distribution axés sur les tâches de routine. Cet « effet de substitution » entraîne une perte d'emplois. D'autre part, les gains d'efficacité causés par l'effet de substitution entraînent une baisse des coûts et des prix des biens négociables. Cela donne lieu à une augmentation de la demande en produits et, de ce fait, à une extension de l'offre en moyens de production, notamment en main-d'œuvre. Troisièmement, les technologies numériques permettent le développement de nouveaux produits, ce qui contribue également à une extension de l'offre de travail. Et quatrièmement, l'augmentation de la demande en produits entraîne une augmentation des revenus, qui se traduit par une plus forte demande en biens et services supplémentaires, ce qui induit ainsi une extension de l'offre de travail dans des branches économiques qui ne sont pas directement concernées par la numérisation. Dans ce contexte, on ne peut constater qu'empiriquement si, dans le cadre de ce processus, le recul de la demande en main-d'œuvre déclenché par l'effet de substitution ou l'effet d'augmentation complémentaire de la demande de travail prédominent ou non.

Zenhäusern & Vaterlaus, 2017 ; Acemoglu & Restrepo, 2018 ; Gregory, Salomons, & Zierahn, 2019). Il est difficile de prédire si, au final, le nombre d'emplois nouvellement créés sera supérieur à celui des emplois perdus. Ainsi, une estimation actuelle de l'entreprise de conseil McKinsey part du principe qu'au cours des 10 prochaines années en Suisse (d'ici à 2030), l'automatisation déclenchée par les technologies numériques détruira jusqu'à 20 % de plus d'emplois qu'elle n'en créera de nouveaux (Bughin, et al., 2018). En revanche, des enquêtes empiriques montrent que l'effet net des transferts structurels dus à la numérisation ont tendance à être positifs. Cela signifie que l'on créera davantage d'emplois que ceux qui auront été éliminés (Evangelista, Guerrieri, & Meliciani, 2014 ; Gregory, Salomons, & Zierahn, 2019 ; Balsmeier & Woerter, 2019 ; Dauth, et al., 2021). Ainsi, sur la base d'une enquête réalisée auprès de quelque 450 entreprises suisses, Balsmeier & Woerter (2019) montrent qu'une augmentation de CHF 100'000 des investissements dans des technologies (de production) numériques a pour effet de créer en moyenne 1,6 emploi à titre supplémentaire (voir Graphique 17, point à gauche).³²



Graphique 17: Effet des investissements dans des technologies de production numériques sur l'emploi, selon le niveau de qualification

Remarques: propre présentation sur la base des résultats de Balsmeier & Woerter (2019, Tableau 2). Les points du graphique illustrent la variation moyenne du nombre de personnes en emploi entre 2015 et 2016, sur la base de la variation des investissements dans des technologies de production numériques par investissement de CHF 100'000 entre 2015 et 2016. Les technologies de production numériques comprennent des systèmes de pilotage automatisé assisté par ordinateur, des dispositifs de pilotage logistique programmables, le Rapid Prototyping, des machines à commande numérique informatisée (CNC) et des machines à commande directe numérique (DNC), des robots, des véhicules à conduite autonome, des imprimantes 3D et l'Internet of Things (IoT). Les tirets illustrent 95 % d'intervalle de confiance des estimateurs. Les résultats sont basés sur un calcul par régression linéaire OLS (ein « first differences ») qui contrôle à titre supplémentaire le total du nombre d'emplois par entreprise par rapport à la variation correspondante des dépenses en R & D.

Exemple de lecture: une augmentation de CHF 100'000 des investissements dans des technologies de production numériques va de pair avec une augmentation de presque six emplois pour des travailleurs hautement qualifiés. Parallèlement, on constate un recul de quatre emplois pour les travailleurs moyennement qualifiés, et un recul de deux emplois pour les travailleurs faiblement qualifiés.

³² Pour la période d'observation d'une durée de deux ans, cela correspond à un gain net de quelque 4500 emplois supplémentaires pour les quelque 450 entreprises étudiées.

4.3.2 ... des effets de répartition clairs

Des différences considérables dans la structure des tâches et dans les exigences posées aux compétences caractérisent les emplois qui sont menacés par les technologies numériques et ceux qui sont créés par l'utilisation de technologies numériques. Les robots industriels, par exemple, remplacent généralement les activités routinières manuelles. Dès lors, leur diffusion dans la production détériore les chances sur le marché du travail des personnes qui disposent d'un bas niveau de qualification et qui, jusqu'à présent, étaient prioritairement employées dans des secteurs similaires. En revanche, les emplois qui sont nouvellement créés présupposent que les personnes concernées disposent de manière accrue de capacités analytiques, de capacités de communication et de capacités de résolution des problèmes (Zenhäusern & Vaterlaus, 2017) et nécessitent plutôt un niveau élevé de qualification (Aepli, et al., 2017).

Tant des enquêtes empiriques portant sur des données existantes que des prévisions sur les futurs développements dans ce domaine sont largement unanimes pour considérer que les effets positifs et les effets négatifs de la numérisation sur le marché du travail sont inégalement répartis (entre autres Frey & Osborne, 2017 ; Arntz, Gregory, & Zierahn, 2017 ; Balsmeier & Woerter, 2019 ; Dauth, et al., 2021). Dans ce contexte, les personnes faiblement à moyennement qualifiées se voient plus fortement exposées à la concurrence des technologies numériques que les personnes ayant un profil de qualification élevé (voir Graphique 17).

Le déplacement de la demande en qualification peut aussi donner lieu à des effets hétérogènes dans le temps étant donné qu'avec l'introduction des technologies numériques, de nets écarts à court et moyen terme entre la demande de qualification et l'offre de qualification peuvent en résulter. Cela peut entraîner, d'une part, un accroissement du chômage parmi les personnes dont les qualifications font défaut ou ne conviennent pas et, d'autre part, cela peut induire une demande de travailleurs qualifiés insatisfaite (un manque de main-d'œuvre spécialisée) (voir Abberger, 2016 ; SEFRI, 2017a ; Conseil fédéral, 2017). Ainsi, la demande de compétences dans le domaine de l'informatique en Suisse est durablement importante depuis des années (Buchmann, Buchs, & Gnehm, 2020b). Les résultats de différents systèmes d'indicateurs de quantification des besoins en main d'œuvre spécialisée montrent que, pour les métiers de l'informatique, il existe une lacune marquée et croissante entre la demande indigène et l'offre indigène (Degen, et al., 2016 ; BSS, 2020 ; SMM, 2020). Une analyse des offres d'emplois des 30 dernières années met en outre en évidence que même en dehors du secteur informatique, les exigences posées en matière de connaissances informatiques posées aux travailleurs ont augmenté dans de nombreux métiers (Buchmann, Buchs, & Gnehm, 2020b).

Enfin, les emplois qui sont créés sous l'effet de la numérisation ne sont souvent pas créés dans les régions où les emplois disparaissent en raison de l'automatisation. Ainsi, des enquêtes provenant de l'Union européenne et des États-Unis montrent que la diffusion de robots dans la production industrielle au niveau national n'a aucun effet, voire a même des effets positifs sur l'emploi (Autor & Salomons, 2018 ; Graetz & Michaels, 2018). Mais sur les marchés de l'emploi locaux, une diffusion plus large des robots entraîne une hausse du chômage et un recul des revenus, resp. un recul de la croissance des revenus (Chiacchio, Petropoulos, & Pichler, 2018 ; Acemoglu & Restrepo, 2020). Des disparités géographiques similaires sont aussi constatées dans des enquêtes antérieures sur la diffusion de l'Internet (Forman, Goldfarb, & Greenstein, 2012). Cela signifie que la numérisation entraîne également des effets géographiquement hétérogènes sur le marché du travail.

4.4 Conditions cadres politiques de l'utilisation de ressources numériques dans le système éducatif suisse

La numérisation de l'économie et de la société change aussi les conditions cadres relatives au système éducatif suisse et les exigences posées à ce dernier. C'est surtout en raison des fermetures des écoles dues à la pandémie survenues au printemps 2020 que ce thème a nettement gagné en actualité et en dynamisme dans la discussion politique. Mais c'est déjà depuis un certain temps que les responsables de la politique éducative étudient l'importance et les défis à relever liés à la numérisation pour le système éducatif suisse.

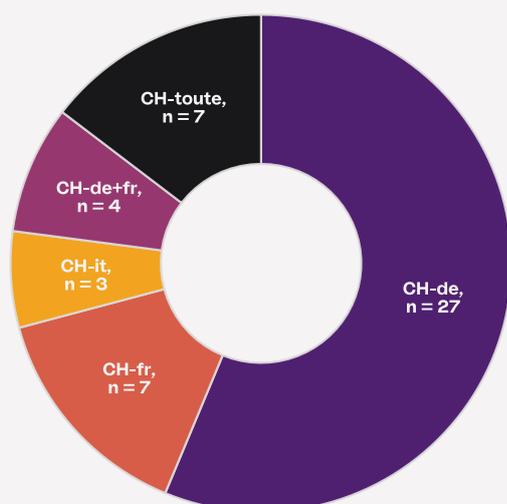
4.4.1 Documents cadres pour la gestion de la mutation numérique dans le système éducatif suisse

La politique de l'éducation et l'administration de l'éducation ont réagi de multiples manières aux défis posés par la numérisation pour le système éducatif suisse. Dans les lignes qui suivent, nous étudions les documents cadres avec lesquels les autorités de l'administration de l'instruction publique assument leur compétence de pilotage en lien avec la mutation numérique dans le système éducatif suisse. Ces documents ont généralement pour but de définir les conditions préalables à créer pour que les écoles puissent tirer parti au maximum des chances de la numérisation dans leur champ de compétence et qu'elles puissent permettre aux élèves d'acquérir des compétences numériques dans l'enseignement et l'apprentissage.

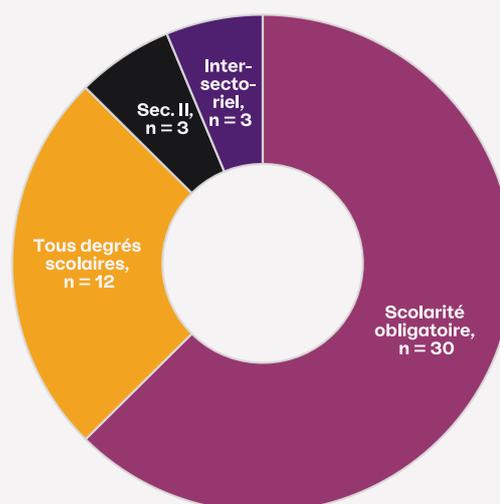
Les documents pris en compte proviennent du recueil intitulé « Numérisation dans le système éducatif suisse: concepts cantonaux » disponible sur le serveur suisse de documents pour l'éducation et la formation (edudoc.ch, 2020). Ce recueil, réalisé dans le cadre des travaux sur la stratégie de numérisation de la CDIP (2018a), a été étendu et actualisé de manière ad hoc par l'IDES pour le présent rapport. Au début du mois de décembre 2020, ce recueil comprenait 48 documents (y compris les différentes versions linguistiques). Comme ce recueil n'a pas été réalisé de manière systématique, il présente certaines lacunes. Les documents présents proviennent majoritairement de Suisse alémanique. Ils ont été publiés après 2015 et se focalisent sur la scolarité obligatoire (voir Graphique 18). Il n'est donc pas possible de procéder à une analyse des différences entre les cantons ainsi qu'entre les écoles générales et les écoles professionnelles. En lieu et place de ce qui précède, nous mettons l'accent sur:

- les types de documents stratégiques,
- le niveau de la politique en matière d'éducation où ils sont discutés,
- les thèmes qui sont repris dans les documents stratégiques – et, de ce fait, les thèmes qui sont reconnus comme ayant une pertinence stratégique, et
- les acteurs auxquels on attribue un rôle pertinent dans la structuration de la mutation numérique.

Selon région linguistique



Selon degré de scolarité



Graphique 18: Composition du corpus de textes selon la région linguistique et selon le degré de scolarité

Remarques: dans le graphique de gauche, on représente les régions linguistiques des cantons pour lesquelles des mesures sont stipulées dans les documents stratégiques. La catégorie «CH-de-fr» porte sur les documents provenant des cantons BE, FR et VS; la catégorie «CH-toute» porte sur les documents valables pour toute la Suisse. Dans le graphique de droite, on représente les degrés d'éducation pour lesquels des mesures de mise en œuvre sont stipulées dans les documents stratégiques (de nature conceptuelle). La catégorie «Scolarité obligatoire» porte tant sur le degré primaire que sur le degré secondaire I, y compris les offres passerelles. La mention «Sec. II» désigne le degré secondaire II. La catégorie «Tous degrés scolaires» contient des documents qui sont valables pour tous les degrés d'éducation. «Intersectoriel» désigne des documents qui ne sont pas spécifiquement axés sur le secteur de l'éducation.

4.4.1.1 Types de documents cadres

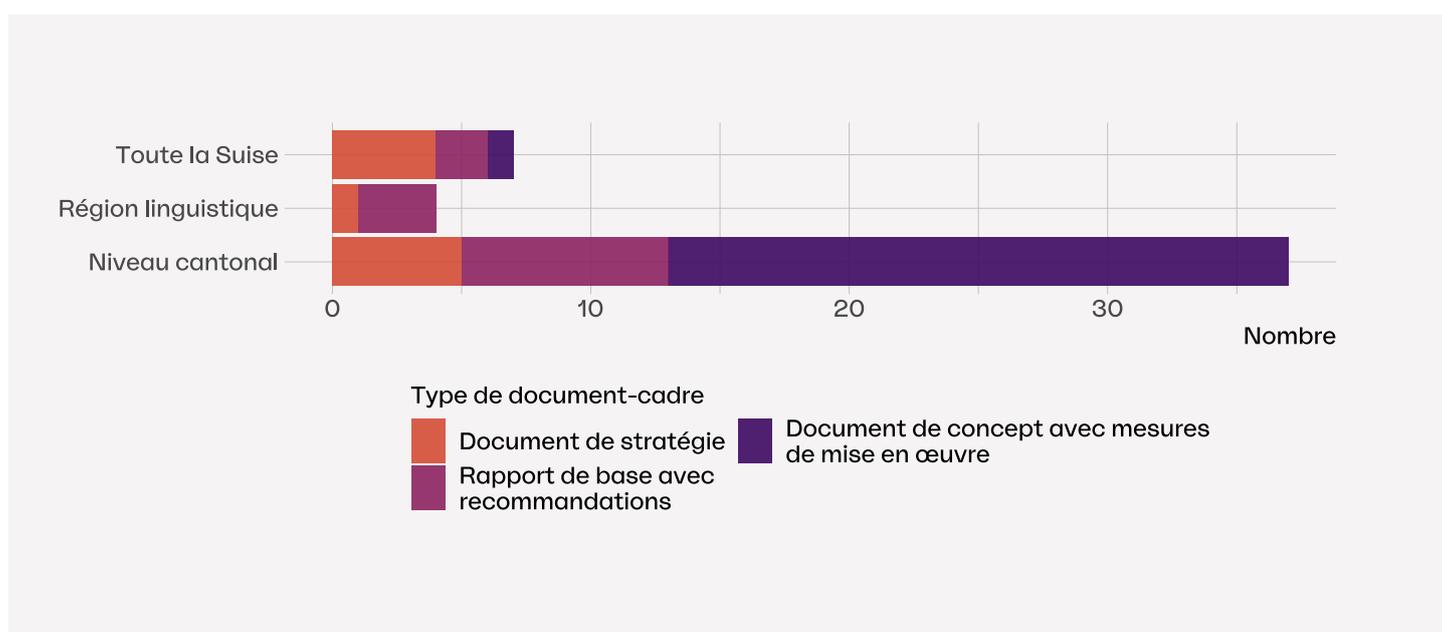
Les documents pris en compte se distinguent fondamentalement par leur contenu:

- **Les stratégies de transformation numérique** prennent pour point de départ la mutation numérique perçue par la société dans son ensemble, définissent de nouveaux objectifs transversaux pour l'école et l'enseignement, ou adaptent des objectifs existants aux nouveaux défis à relever. Les stratégies de transformation numérique sont décidées par des instances politiquement responsables du système éducatif suisse. Elles fixent des visions d'orientation, en déduisent des objectifs à moyen et long terme, et définissent des voies et moyens pour atteindre ces objectifs.
- **Les concepts comportant des mesures de mise en œuvre** considèrent les écoles comme des unités organisationnelles du système éducatif suisse. Ces concepts proviennent sans exception d'autorités des administrations cantonales de l'instruction publique. Ils fixent des lignes directrices pédagogiques et

didactiques pour la transmission de compétences numériques et l'utilisation des TIC dans les écoles et l'enseignement, définissent des caractéristiques d'équipement en moyens TIC, formulent des mesures de mise en œuvre dans le domaine de l'organisation des écoles, et renvoient à des offres de formation et de formation continue ainsi qu'à des possibilités d'échange d'expériences et de mise en réseau qui permettent également de soutenir les directrices et directeurs d'écoles et les enseignantes et les enseignants lors de l'acquisition de compétences numériques.

- **Les rapports de fond qui contiennent des recommandations** éclairent de nouveaux champs thématiques qui résultent de la numérisation pour le système éducatif. Ils anticipent ou réagissent à des changements dans l'environnement des écoles en identifiant des opportunités, des risques et des défis à relever et des recommandations pour les maîtriser. En règle générale, les rapports de fond contenant des recommandations ne sont pas rédigés par les autorités elles-mêmes en matière d'éducation, mais sont donnés en mandat et sont élaborés par des expertes et des experts.

La répartition des documents pris en compte dans ces trois types de documents est représentée dans le Graphique 19. On opère ensuite une distinction en précisant s'ils sont basés au niveau national du système éducatif suisse, resp. s'ils s'adressent selon les régions linguistiques à des cantons ou à des parties de canton, ou s'ils s'adressent aux écoles d'un même canton individuel.



Graphique 19: Documents cadres du corpus de textes selon le type et selon le champ d'application géographique

La répartition des documents stratégiques pris en compte selon le niveau national, le niveau de la région linguistique et le niveau cantonal reflète l'organisation fédéraliste des compétences respectives au sein du système éducatif suisse. Sur ces 48 documents stratégiques, 37 d'entre eux se rapportent aux cantons, ce qui souligne clairement leur compétence fondamentale pour le système scolaire.

4.4.1.2 Documents cadres au niveau national

Sur les sept documents au total qui concernent le niveau national, quatre d'entre eux sont des stratégies de transformation numérique selon la typologie précitée. Il s'agit ici des deux versions des stratégies de numérisation de la Confédération (OFCOM, 2018 ; 2020) et de la CDIP (CDIP, 2007 ; 2018a). La totalité de ces quatre documents sont ce qu'on appelle des stratégies faïtières sur laquelle se basent les documents stratégiques propres aux régions linguistiques et les documents stratégiques cantonaux:

- Avec la stratégie nationale « Suisse numérique » (OFCOM, 2020), le Conseil fédéral prescrit l'objectif de rang hiérarchique supérieur consistant à « tirer le meilleur parti possible des opportunités que le changement numérique offre à la société et à l'économie ». Pour le secteur de l'éducation, la stratégie stipule ce qui suit: « Le processus de transformation numérique influence grandement notre vie quotidienne et professionnelle. Il exige des compétences dans l'utilisation des nouvelles technologies, mais aussi un esprit critique et créatif. La transmission des capacités appropriées et la mise à disposition d'offres de formation et de perfectionnement revêtent à cet égard une grande importance. » En faisant référence à « l'évolution toujours plus rapide des exigences et les nouveaux défis » à relever, il s'agit donc de créer « un cadre adéquat » qui permettent de « tirer parti des chances de la numérisation dans le secteur de l'éducation ».
- Avec la « Stratégie numérique » de la CDIP (2018a) « les cantons conviennent d'objectifs en matière de numérisation et d'éducation ». Ces objectifs concernent « l'utilisation pédagogique et didactique des technologies numériques et de leur potentiel pour les processus d'enseignement et d'apprentissage, les compétences TIC à acquérir, la gestion des données générées par la numérisation et les questions de sécurité » qui ont pour but de tirer parti au maximum des possibilités « d'individualisation des processus d'enseignement et d'apprentissage » pour « aider au mieux et de manière équitable tous les élèves et toutes les personnes en formation à devenir des citoyennes et citoyens autonomes et responsables ».

Sur la base de ces deux stratégies nationales, deux rapports ayant pour but de dresser un état des lieux systématique des défis spécifiques à relever s'agissant de la numérisation dans le système éducatif suisse ont été donnés en mandat. Alors que le rapport « Défis de la numérisation pour l'éducation et la recherche en Suisse » du SEFRI (2017a) constate des « effets systémiques » de la numérisation, compris au sens large, sur le secteur de l'éducation et fixe les conséquences qui en découlent pour la formation professionnelle et universitaire, la recherche scientifique, le transferts de connaissances et de la technologie au sein de l'économie, ainsi que pour les instruments d'encouragement à la recherche et à l'innovation de la Confédération, le rapport « Données dans l'éducation – Données pour l'éducation » (educa.ch, 2019) met l'accent sur la question des chances et des risques de l'utilisation des données qui sont générées par la numérisation dans le système éducatif. Sont reprises et traitées thématiquement en particulier les questions sur les bases légales, les aspects touchant à la sécurité, à l'interopérabilité et les possibilités ouvertes par les « open data ». Enfin, à partir de leur présentation, on déduit des pistes de réflexion à prendre en compte lors de l'élaboration d'un cadre d'action praticable et applicable à toute la Suisse pour l'utilisation des données dans le système éducatif suisse. Ces rapports présentent tous deux des faiblesses dans leurs recommandations et soulignent qu'à l'avenir, toutes les offres d'éducation et de formation devront être contrôlées « à un rythme de plus en plus soutenu » (SEFRI, 2017a, p. 4) sous l'angle des défis qui résultent de la numérisation.

Le document thématique « Numérisation à l'école obligatoire » de l'Initiative des villes pour la formation (2019) se situe également au niveau national. Il reflète le point de vue commun des communes membres de l'Union des villes suisses. Il formule d'une part des recommandations génériques restant au niveau conceptuel à l'intention des Villes concernant l'équipement en TIC, l'organisation et l'intégration de leurs écoles au sein de l'administration communale et recense également des « exigences » – au sens de conditions préalables au succès – qui permettront de reprendre la répartition des tâches et l'interaction conjointe entre autorités communales, cantonales et nationales dans le cadre de la « mission intégrée » consistant à permettre aux élèves d'acquérir des compétences numériques dans l'enseignement dispensé dans les écoles.

4.4.2 Documents cadres au niveau des régions linguistiques

Quatre documents cadres au total relèvent du niveau des régions linguistiques. Deux rapports concernent des questions sur le matériel pédagogique numérique et le matériel pédagogique disponible en ligne. Alors que le rapport « Accès aux ressources numériques » de la CIIP (2014) traite la question spécifique de savoir comment il faudrait organiser l'accès à l'offre existante de matériel pédagogique

numérique pour les enseignantes et les enseignants des cantons francophones, le rapport paru en 2017 intitulé « Lernmedien in den Kantonen der Nordwestschweiz » (Brütsch, 2017: « Médias d'apprentissage dans les cantons de la Suisse du Nord-Ouest ») traite du matériel pédagogique numérique dans toute sa diversité thématique.

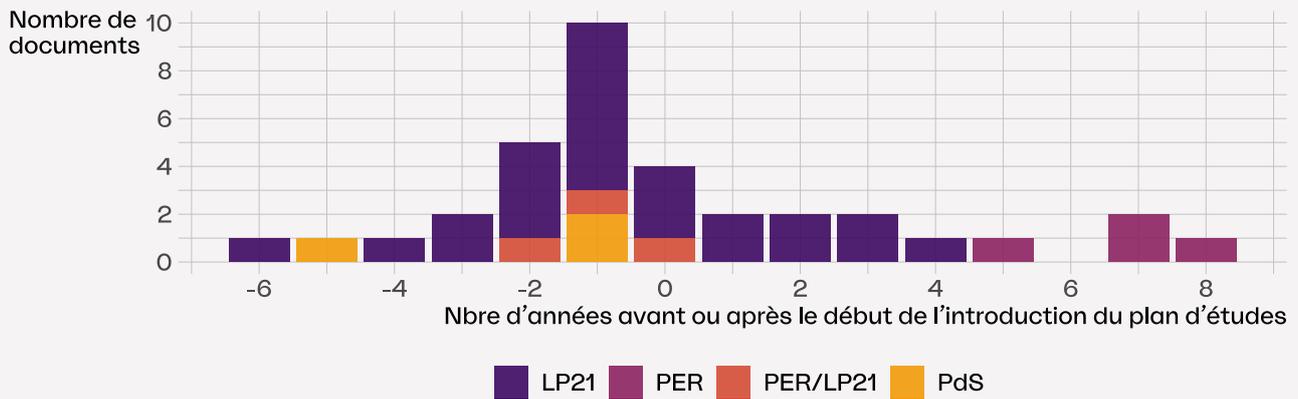
Les deux autres documents cadres qui existent au niveau des régions linguistiques traitent également un thème commun. Le « Schlussbericht der Arbeitsgruppe zu Medien und Informatik im Lehrplan 21 » (Arbeitsgruppe ICT und Medien, 2015: « Rapport final du groupe de travail Médias et Informatique dans le Lehrplan 21 ») résume les discussions autour de la structuration du module « Médias et Informatique » dans le Lehrplan 21, et prépare, avec les recommandations qu'il contient, sa mise en œuvre par les cantons. Pour sa part, le « Plan d'action et lancement des travaux de coopération en faveur de l'éducation numérique dans l'espace latin de la formation » de la CIIP (2018) renforce et complète les stratégies déjà développées dans les cantons membres et leur offre un cadre de convergence et de possibilités pour la collaboration. Basé sur cinq priorités, il indique avec quels types de mesures les cantons membres de la CIIP devraient s'attaquer aux défis de la numérisation dans le système éducatif. Il prévoit une extension des compétences numériques du PER aux compétences relevant du « Computational Thinking », l'élaboration de recommandations communes sur l'équipement des écoles en moyens TIC, la coordination au niveau de la région linguistique des offres de formation et de formation continue des hautes écoles pédagogiques de langue française, l'amélioration de la collaboration avec les hautes écoles afin de développer de nouveaux formats d'enseignement et de nouveaux matériels pédagogiques, ainsi que l'établissement d'un dialogue et d'un échange selon la région linguistique au sujet des nouvelles technologies et de leur utilisation à l'école et dans l'enseignement.

4.4.3 Documents cadres au niveau cantonal

Les 37 documents stratégiques au niveau cantonal constituent, à raison de 77 %, la part de loin la plus importante de la totalité des 48 documents stratégiques pris en compte. Ils se répartissent comme suit sur les différents types de documents cadres: 5 stratégies de transformation numérique, 8 rapports de fond contenant des recommandations, et 24 concepts comportant des mesures de mise en œuvre.

4.4.3.1 Concepts à l'origine de l'introduction de nouveaux plans d'études

Dans les cantons alémaniques, la raison principale qui est à l'origine de l'élaboration et de la publication de ces documents cadres réside dans l'introduction du Lehrplan 21 et, dans le canton du Tessin, dans l'introduction du PdS. Le soutien des écoles à l'introduction et à la mise en œuvre de ces plans d'étude constitue ainsi l'objectif constant des concepts existants.



Graphique 20: Introduction des concepts cantonaux relativement à l'introduction des plans d'études propres aux régions linguistiques

Remarques: sans le concept du Département de la formation, de la culture et des sports du canton du Jura qui a été publié sans mention de la date de publication. La catégorie «PER/LP21» porte sur des documents issus des cantons bilingues BE, FR et VS. Les cantons où au moins un document stratégique a été publié jusqu'à un an avant l'introduction du plan d'études sont les suivants: SZ, TI, AR, SO, ZG, BL, SG, BE, ZH, FR, NW, TG, GR, ZG, SH, AG. Les cantons où un document stratégique a été publié au cours de l'année du début de l'introduction du plan d'études sont les suivants: LU, SG, TG, VS. Les cantons où un document stratégique a été publié après le début de l'introduction du plan d'études sont les suivants: AR, TG, SG, SZ, LU, BS, GE, VD, NE.

Une majorité des concepts cantonaux étudiés ont été publiés pendant une période de cinq ans proche du début de l'introduction du plan d'études concerné propre à la région linguistique (Graphique 20). C'est le cas pour 66 % de l'ensemble des documents cantonaux, et de 75 % des concepts de Suisse germanophone. Seuls les documents cantonaux issus de la Suisse francophone semblent avoir été publiés avec un retard considérable après l'introduction du PER. Mais cela s'explique en priorité par la sélection des documents dans le corpus de textes analysé. Ainsi, les documents cadres qui ont été publiés cinq ans et plus après l'introduction du PER dans les cantons ou parties de cantons francophones n'ont pas été publiés en réaction au plan d'études introduit en 2010, mais au contraire en réaction aux premières évaluations de sa mise en œuvre. En outre – conformément au document précité intitulé « Plan d'action et lancement des travaux de coopération en faveur de l'éducation numérique dans l'espace latin de la formation » (CIIP, 2018) – ces documents ont un double objectif: ils visent aussi bien son remaniement que le croisement et l'intégration renforcée des équipements TIC des écoles au sein des infrastructures TIC qui les entourent relevant des autres autorités cantonales. Cela montre que l'introduction de nouveaux plans d'études peut être interprétée aussi bien comme des mesures déduites de stratégies actuelles que comme un facteur déclenchant en vue de la formulation de nouveaux objectifs stratégiques.

4.4.3.2 Éventail des thèmes et des mesures de mise en œuvre des concepts cantonaux

Des concepts cantonaux contiennent une série de mesures et/ou recommandations de mise en œuvre. Ces mesures comprennent des indications sur l'équipement des écoles en ressources numériques et en infrastructure TIC, sur des mesures organisationnelles ainsi que sur des domaines de responsabilité et compétences nécessaires à accorder aux directrices et directeurs d'écoles et aux enseignantes et enseignants. La mise en œuvre de ces mesures par les écoles a pour but de garantir que l'enseignement peut être dispensé d'une manière qui soit conforme aux exigences des plans d'études.

Ces mesures sont majoritairement formulées sous forme de recommandations qui sont justifiées par des nécessités de la branche. Au sein des régions linguistiques, il existe un large accord sur ce qui concerne les mesures formulées au plan cantonal. À cet égard, on peut distinguer, dans les grandes lignes, les quatre aspects thématiques suivants:

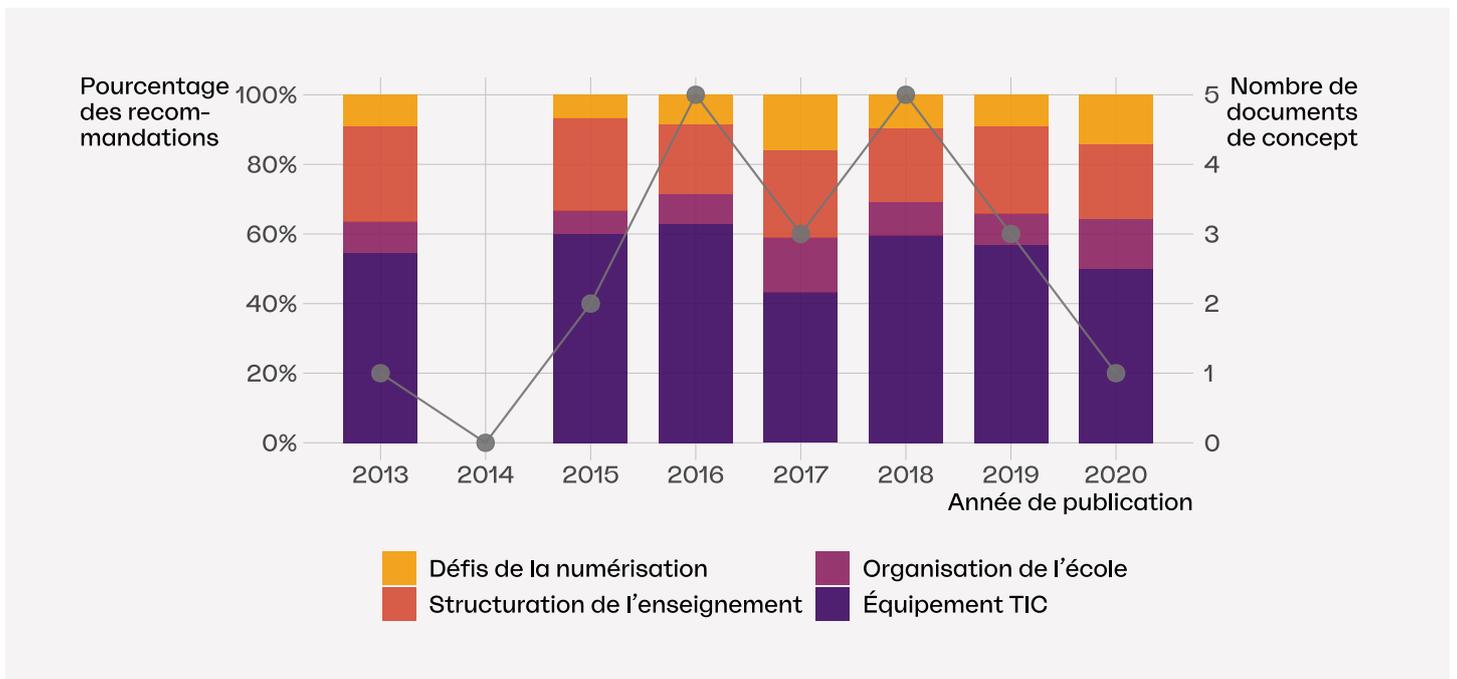
- **Équipement TIC des écoles:** étant donné que l'équipement des écoles en terminaux et infrastructure numériques est une condition nécessaire pour l'utilisation de ces ressources dans l'enseignement, il n'est pas étonnant de constater que les mesures d'équipement TIC sont celles que l'on rencontre le plus fréquemment et dans le plus large éventail de contenus parmi ces quatre thèmes. La quasi-totalité des concepts disponibles incluent des recommandations sur le nombre d'ordinateurs qui devraient être mis à disposition des élèves pour l'enseignement. Dans des concepts plus récents, on intègre de manière croissante des modèles « Bring Your Own Device » (BYOD), en particulier pour les élèves des degrés secondaires I et II. La question de l'accès à l'Internet ou celle de l'équipement des écoles en appareils périphériques est reprise dans presque tous les concepts.
- **Structuration de l'enseignement:** c'est surtout pendant la phase préparatoire de l'introduction d'un nouveau plan d'études qu'on accorde une grande place, dans les concepts cantonaux, aux lignes directrices dans lesquels sont formulées des recommandations de réalisation pédagogique et didactique dans l'enseignement. Dans ce contexte, dans les cantons ou parties de cantons de Suisse alémanique, il arrive souvent qu'on reprenne les chapitres d'introduction du module « Medien und Informatik » (« Médias et informatique ») du LP21, avec la description de la mise en œuvre spécifique au canton concerné ainsi que des explications des leçons mises à disposition à cet effet dans la grille

horaire cantonale. Vont de pair avec ce qui précède des indications sur les supports de cours et le matériel d'enseignement qui sont recommandés à titre de complément au matériel pédagogique obligatoire (principal) qui continue d'être proposé sous forme analogique. Comparées aux mesures visant un soutien pédagogique et didactique qui sont majoritairement proposées par les services cantonaux spécialisés et par les hautes écoles pédagogiques sous forme de manifestations et de cours, les mesures qui passent au second rang sont celles qui recommandent un renforcement de la collaboration au sein du collège des enseignantes et enseignants – p. ex. par le biais d'un échange direct de matériel pédagogique déjà élaboré, resp par le biais d'une préparation commune et d'un suivi ultérieur commun d'unités d'enseignement avec utilisation des TIC.

- Organisation de l'école: les mesures relatives au thème de l'organisation de l'école octroient aux écoles des compétences de large portée pour la planification, la mise en œuvre et le pilotage de l'équipement ICT. On recommande constamment de tenir compte des spécificités locales et d'établir de propres concepts TIC pour l'équipement technique et son utilisation dans l'enseignement. L'école est également le lieu destiné à l'organisation de l'exploitation et du support techniques de l'infrastructure numérique. Compte tenu de la complexité croissante de la technologie, il est recommandé de confier l'exploitation et le support techniques, à titre de tâches à exécuter sous forme de mandats, à un prestataire externe. La formation et la formation continue des enseignantes et des enseignants doit, elle aussi, être organisée au niveau des écoles. Elle est considérée comme une mesure de développement du personnel qui doit être gérée à l'interne de l'école sur la base du concept pédagogique TIC de l'école. La responsabilité correspondante est confiée aux directrices et directeurs d'écoles. Dans tous ces documents, on attire l'attention sur l'existence des offres de formation continue des services spécialisés et des hautes écoles pédagogiques dont il faut tenir compte. Abstraction faite des chapitres introductifs figurant dans le module « Medien und Informatik » (« Médias et informatique ») du Lehrplan 21, des prérequis obligatoires pour l'acquisition de compétences numériques et pour leur utilisation dans l'enseignement ne sont prévus que sporadiquement.
- Nouveaux défis de la numérisation: c'est plutôt avec hésitation que les thèmes d'actualité qui n'ont attiré l'attention que sous l'effet de la progression vertigineuse de la numérisation ont été repris dans les concepts cantonaux. La protection des données est certes citée relativement souvent en tant que responsabilité incombant aux directions des écoles, mais elle est rarement également mise en œuvre dans les faits dans ses conséquences à large portée – p. ex. la nécessi-

té légale de se procurer une déclaration écrite de consentement pour l'utilisation des services en ligne dans l'enseignement auprès des parents et gardiens. Les recommandations de mesures qui sont de loin les moins fréquentes sont celles qui sont consacrées aux aspects touchant à l'égalité des chances et aux questions relatives à l'exploitation des données. Ces deux thèmes constituent des défis qui sont encore aggravés par la numérisation (educa.ch, 2019).

Si l'on étudie l'évolution de l'importance relative de ces quatre aspects thématiques pendant la période considérée (2013-2020), il est frappant de constater, ici également, une homogénéité comparativement grande des documents cadres cantonaux (voir Graphique 21). Les pourcentages relatifs de recommandations concernant ces quatre domaines thématiques restent, pour l'essentiel, constants sur l'ensemble de la période étudiée. Les recommandations qui dominent sont celles qui concernent le champ thématique de l'« équipement TIC des écoles



Graphique 21: Evolution thématique dans les documents de concept cantonaux concernant la numérisation dans l'éducation

Remarques: les barres du graphique illustrent le pourcentage relatif des recommandations portant sur un domaine thématique de l'ensemble des concepts cantonaux qui ont été publiés en une année (échelle de gauche). Les points gris du graphique illustrent le nombre de concepts cantonaux par année qui sont inclus dans le calcul des pourcentages (échelle de droite). Sont inclus dans cette étude 20 concepts au total qui ont été publiés entre 2013 et 2020 et qui ont été sauvegardés dans le recueil « Numérisation dans le système éducatif suisse: concepts cantonaux » (edudoc.ch, 2020).

4.4.4 « Compétences numériques » dans les plans d'études

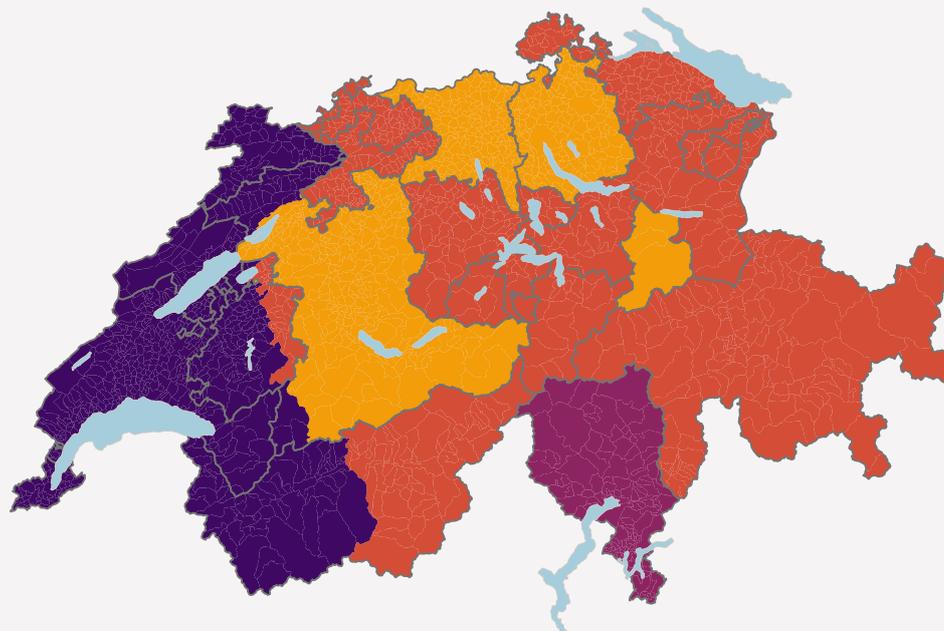
Des compétences numériques ont été reprises dans les plans d'études destinés aux écoles publiques de Suisse sous l'effet des plus récentes révisions. Ils ont été accompagnés par des discussions – qui ont été menées très souvent publiquement et parfois de manière controversée – sur la manière dont il faut gérer les exigences posées aux compétences à l'école et dans l'enseignement qui sont dues à la mutation numérique de la société. Petko, Döbeli Honegger, & Prasse (2018) présentent trois traits fondamentaux des plans d'études actuels qui sont en lien avec cette mutation: premièrement, ces plans d'études ne sont plus guère rédigés en tant que plans portant des matières, mais ils fixent au contraire des compétences au sein desquelles on fusionne des attentes quant à l'acquisition de connaissances avec des attentes quant à la capacité et à la disponibilité des élèves visant à pouvoir acquérir et utiliser de nouvelles connaissances pour la résolution de problèmes. Deuxièmement, ces plans d'études soulignent plus fortement l'importance des domaines spécialisés plutôt que des disciplines spécialisées individuelles et ouvrent ainsi l'enseignement à un apprentissage comportant de multiples points de vue, par exemple dans le cadre de projets. Troisièmement, des compétences transdisciplinaires gagnent en importance par rapport aux compétences axées sur des disciplines, étant précisé que ces plans d'études reprennent des réflexions qui prennent pour base des grilles de compétences où les exigences sociétales (et, dans cette mesure, des exigences également extrascolaires) de la numérisation sont également placées au centre des priorités.

Le large accord entre les cantons sur la reprise, dans tous les documents, des compétences numériques dans les plans d'études destinés aux écoles publiques de Suisse ne saurait occulter le fait qu'une approche uniforme fait défaut pour la définition de leur étendue et de leurs contenus. C'est chaque fois individuellement dans chacun des plans d'études que l'on définit ce qu'il faut entendre par « compétences numériques », quelles sont leurs relations mutuelles, et comment il faut les spécifier dans le détail. En règle générale, une harmonisation avec les autres plans d'études fait défaut, et il n'y a aucune référence à un cadre de compétences national ou à un cadre de référence de tiers. Ainsi, une multitude de descriptions des compétences numériques ont pris naissance et ont foisonné au sein du système éducatif suisse, face auxquelles il n'existe jusqu'à présent aucune vue d'ensemble unifiée à partir d'une perspective nationale. Toutefois, l'élaboration d'un cadre de référence uniforme valable pour toute la Suisse pour les compétences numériques est prévue en tant que partie intégrante de la stratégie de numérisation de la CDIP (2018a ; 2019).

En outre, l'absence d'un cadre de référence uniforme pour les compétences numériques rend plus difficile la comparaison entre les exigences qui sont définies dans le cadre des différents plans d'études. Pour rendre une telle comparaison possible, nous vous présentons dans les lignes qui suivent le cadre de compétence des enquêtes ICILS (voir chapitre 3.3.2.2) qui est à la base de ces dernières en tant que norme de référence commune.

4.4.4.1 Transmission de compétences numériques selon les plans d'études de la scolarité obligatoire

La totalité des trois plans d'études propres aux trois régions linguistiques destinés à la scolarité obligatoire – à savoir le Plan d'études romand (PER), le Lehrplan 21 (LP21) et le Piano di Studio (PdS) – contiennent des descriptions des compétences numériques que les élèves doivent acquérir dans l'enseignement. La reprise de ces compétences dans les plans d'études est unanimement justifiée par l'importance des médias numériques et des technologies informatiques pour la mutation de la société, et pour les perspectives professionnelles et les perspectives de formation correspondantes qu'elles comportent pour les élèves.



- Formation générale: Thématique MITIC introduite en tant que partie intégrante du PER
- Formazione generale: Tecnologia e media introduite en tant que partie intégrante du PdS
- Module «Medien und Informatik» introduit en tant que partie intégrante du LP21
- Module «Medien und Informatik» ayant fait l'objet d'une décision pour inclusion en tant que partie intégrante du LP21, mais pas encore introduit (dans l'ensemble des niveaux scolaires)

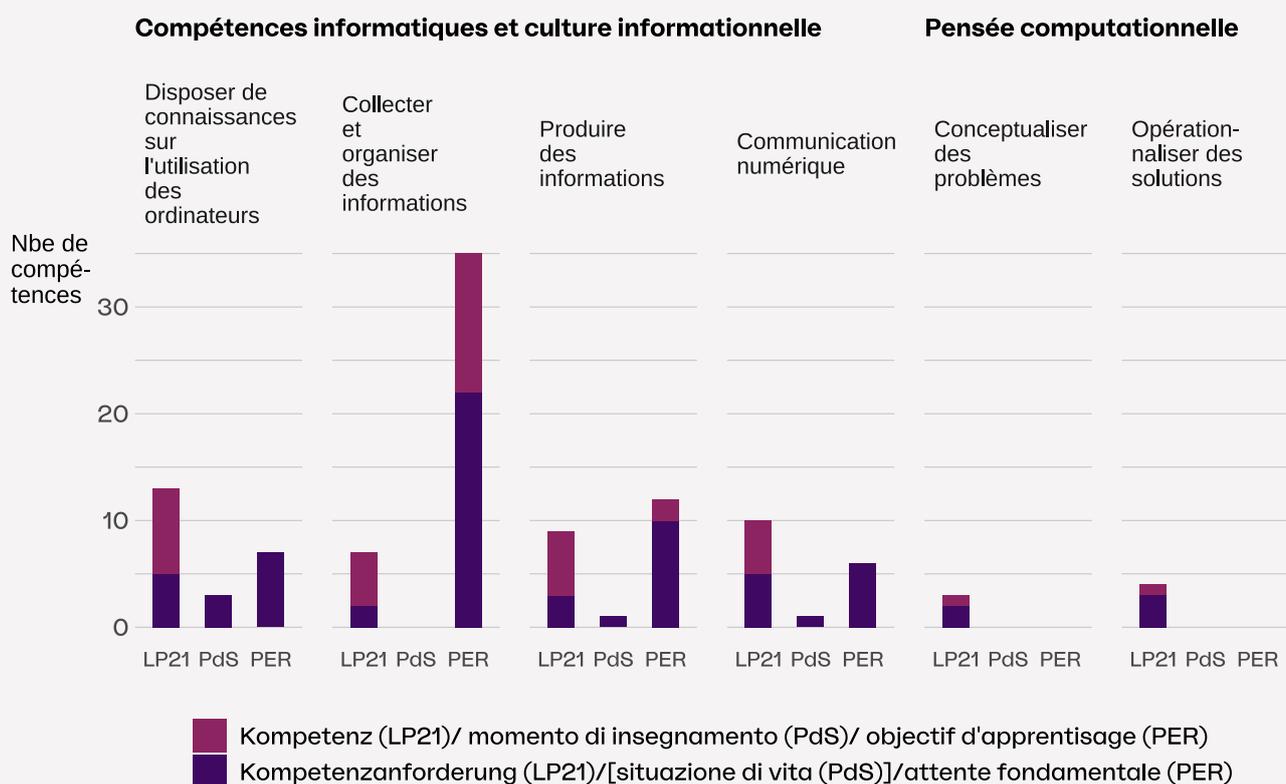
Graphique 22: État de l'introduction de la transmission de compétences numériques dans les plans d'études propres aux régions linguistiques pour la scolarité obligatoire
 Remarques: propre présentation sur la base des données de la CDIP (état: mai 2020). Carte: Swisstopo.

Dans l'ensemble de ces trois plans d'études, les compétences numériques ne sont pas présentées comme une discipline classique bien délimitée, mais au contraire regroupées en un champ thématique transdisciplinaire reliant entre elles des disciplines individuelles. Dans le PER, ce sont les compétences numériques qui justifient l'existence de la « thématique MITIC » de la « Formation générale » ; dans le LP21, elles forment le module « Medien und Informatik », et dans le PdS, elles sont regroupées sous la désignation « Tecnologia e media » constituant un « contesto di esercizio » de la « Formazione générale » (voir Graphique 22). Tant dans le PER que dans le LP21 et le PdS, on attire explicitement l'attention sur le fait que de cette façon, l'objectif poursuivi réside dans la transmission inter- ou transdisciplinaire des compétences numériques. Dans ce contexte, le PER et le PdS confèrent aux compétences numériques le statut de véritables compétences clés en soulignant leur importance pour une participation en tant qu'adulte autonome à la société et à la vie professionnelle.

Dans le PER et le LP21, les compétences numériques sont définies en tant qu'objectifs communs à toutes les années scolaires pour lesquels ces deux plans d'études fixent des exigences en matière de compétences que les élèves doivent atteindre pendant les années scolaires individuelles. Le PdS ne contient aucune description correspondante des compétences numériques. En lieu et place de ces dernières, il présente des exemples de contextes de vie (« contesti di vita ») qui sont utilisés pour inciter les élèves, par le biais de « momenti di insegnamento », à développer une attitude personnelle vis-à-vis des TIC et de leur utilisation.

Ces trois plans d'études ne poursuivent aucune définition uniforme des compétences numériques. Leur étendue et leurs contenus sont définis de manière différente. Si l'on extrait de ces plans d'études les capacités décrites qui sont attribuées au cadre de compétence de l'enquête ICILS, on constate ainsi des différences considérables dans la fixation des axes prioritaires (voir Graphique 23). Dans le PER, la priorité est donnée aux capacités consistant à utiliser les technologies numériques en tant que médias pour pouvoir rassembler, organiser et produire des informations. D'autres compétences allant au-delà de ce qui précède sont reprises dans la mesure où elles concernent les capacités techniques nécessaires pour faire fonctionner et utiliser des ordinateurs ou des logiciels. Dans le cadre du module « Médias et informatique » du LP21, outre des compétences d'application et des capacités spécifiques en matière d'information, on considère en outre que les compétences relevant du domaine du « Computational Thinking »³³ comme faisant partie intégrante des compétences numériques. Pour le PdS, il s'avère difficile de pouvoir déterminer avec précision l'étendue et les contenus des compétences numériques. Les « momenti di insegnamento » des « situazioni di vita » de son « contesto Tecnologia e media » restent vagues en tant que définition du contenu des compétences numériques. Ils suivent en priorité des césures dans la psychologie du développement des élèves et, dès lors, ne sont basés qu'à titre secondaire sur des compétences qui sont acquises dans le cadre de disciplines scolaires classiques.

33 La notion de «Computational Thinking» décrit les capacités de conceptualiser et de structurer des problèmes (et leurs résolutions) de telle sorte qu'ils puissent être résolus par un algorithme d'ordinateur (voir Eickelmann, et al., 2014a ; Fraillon, et al., 2019b).



Graphique 23: Compétences numériques dans les plans d'études de la scolarité obligatoire propres aux régions linguistiques

Remarques: propre présentation sur la base des données des plans d'études propres aux régions linguistiques. Pour permettre une comparaison, les objectifs d'apprentissages et les attentes fondamentales du PER, les «Kompetenzen» et les «Kompetenzanforderungen» du LP21, et les «momenti di insegnamento» du PdS ont été attribués aux six domaines de compétences du cadre de référence («framework») des compétences numériques des enquêtes ICILS (Fraillon, et al., 2019).

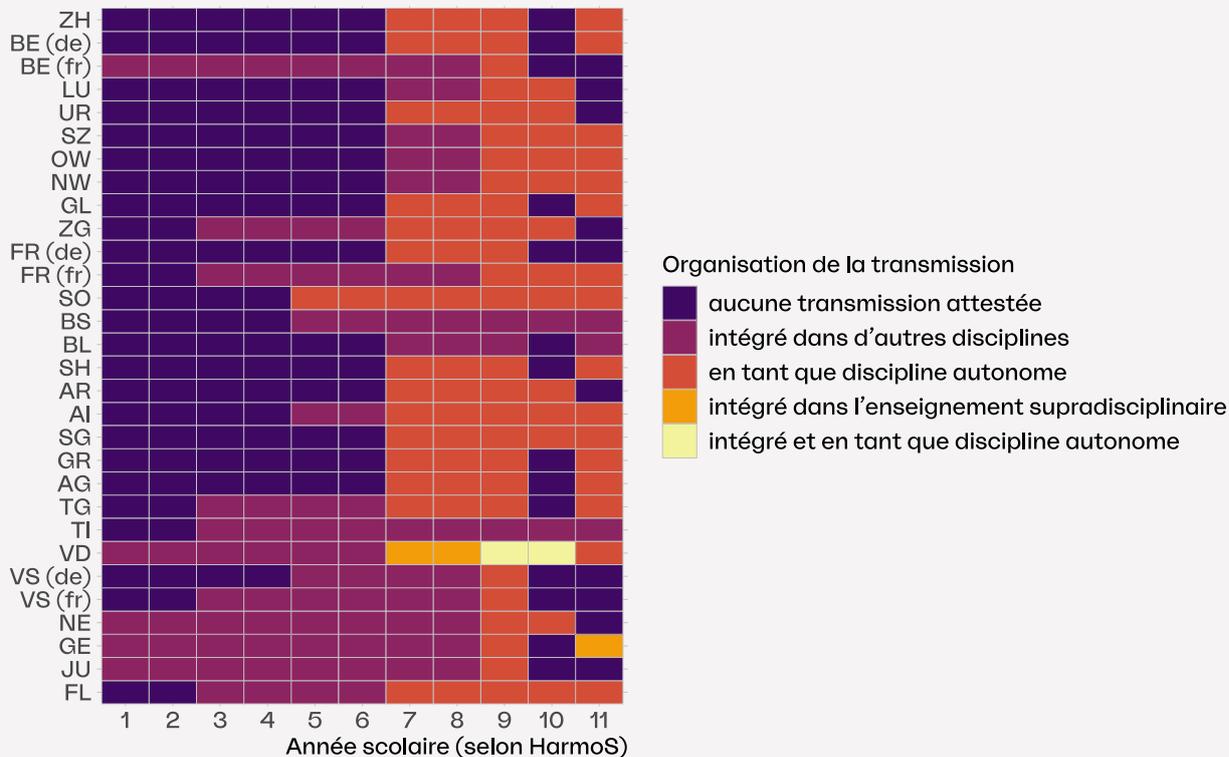
4.4.4.2 Mise en œuvre des plans d'études de la scolarité obligatoire propres aux régions linguistiques dans les cantons

Les plans d'études ne contiennent que dans une étendue très limitée des directives sur la manière d'acquérir des compétences numériques dans l'organisation de l'école et de l'enseignement. Si l'on étudie les tableaux horaires cantonaux des leçons pour la scolarité obligatoire (voir Bucher & Zemp, 2019 ; IRDP, 2020a ; 2020b), il en résulte ainsi des différences d'organisation parfois considérables entre les cantons même au sein d'une même région linguistique. Ces différences concernent l'année scolaire ou commence l'enseignement qui transmet les compétences numériques. Elles concernent aussi la question de savoir si ces compétences sont intégrées dans une discipline autonome, si elles sont intégrées dans l'enseignement d'autres disciplines, ou s'il faut les acquérir dans le cadre d'entités d'enseignement transdisciplinaires ; et ces différences portent aussi sur le nombre de leçons qui sont prévues à cet effet.³⁴

4.4.4.2.1 Début de la transmission de compétences spécifiques aux médias et de compétences en informatique

Dans les cantons et parties de cantons qui mettent en œuvre le PER, l'enseignement en MITIC commence avec la 1^{re} année scolaire de la période de scolarité obligatoire (selon HarmoS). Les parties francophones des cantons de Fribourg et du Valais qui, conjointement avec le canton du Tessin – sur la base du PdS – prévoient de transmettre les compétences numériques à partir de la 3^e année scolaire (selon HarmoS), constituent des exceptions (Graphique 24). Dans les cantons et parties de cantons qui suivent le LP21, l'enseignement dans le domaine de compétences « Médias et informatique » commence, dans les cantons de ZG, TG et dans la Principauté du Liechtenstein, à partir de la 3^e année scolaire (selon HarmoS). Dans les cantons BS, AI et VS (partie germanophone), cet enseignement commence à partir de la 5^e année scolaire, et dans les autres cantons alémaniques, à partir de la 7^e année scolaire (selon HarmoS) (voir Graphique 24). Toutefois, il n'est pas clair de savoir si les compétences numériques, du moins occasionnellement, sont déjà reprises ou non dans des degrés scolaires antérieurs en tant que thème d'enseignement dans d'autres disciplines. Ainsi, par exemple, dans le canton de Schwyz, le thème des « Médias » est traité dans l'enseignement de l'allemand à partir de la 1^{re} année scolaire (selon HarmoS) (Bucher & Zemp, 2019, p. 10).

34 Par exemple, le PER renvoie à la compétence dévolue aux cantons de fixer les tableaux horaires comme ils l'entendent et de décider si les MITIC doivent être considérées comme une discipline autonome, doivent être intégrées dans l'enseignement d'autres disciplines, ou doivent être gérées dans le cadre d'entités d'enseignement supradisciplinaires. En revanche, le LP21 prévoit d'intégrer l'acquisition de compétences d'utilisation de ce genre dans l'enseignement d'autres disciplines, et prévoit la reprise d'une discipline autonome « Informatique » pendant la deuxième moitié du 2^e cycle. Enfin, le PdS prescrit un enseignement des compétences numériques entièrement intégré.



Graphique 24: Organisation de la transmission de compétences spécifiques aux médias et de compétences en informatique dans la scolarité obligatoire, par canton et par année scolaire

Remarques: propre présentation sur la base des tableaux de leçons cantonaux. Les cantons sont représentés dans l'ordre défini par la Constitution fédérale. Les parties de cantons figurent dans l'ordre alphabétique de la langue concernée. La transmission de compétences numériques peut avoir lieu aussi bien sous forme de discipline autonome que dans le cadre de l'enseignement à option. Dans le canton de Vaud, l'enseignement dans le domaine MITIC a lieu en priorité sous forme de travaux de projet transdisciplinaires dans les classes des années scolaires 7 à 10.

4.4.4.2 Enseignement intégré, enseignement transdisciplinaire et enseignement sous forme de discipline autonome

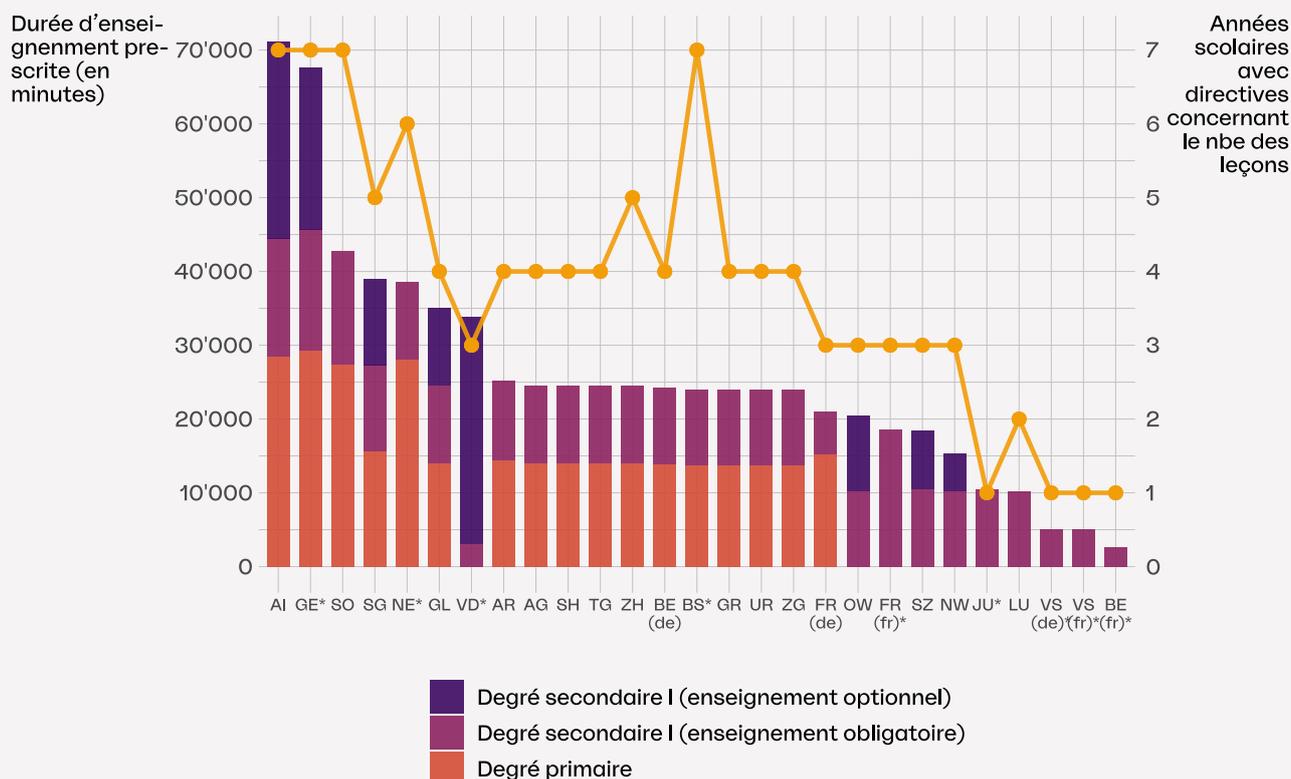
Jusqu'à la 6^e année scolaire (selon HarmoS), les compétences numériques sont majoritairement enseignées de manière intégrée dans d'autres disciplines. Seul le canton de Soleure prévoit une discipline autonome à partir de la 5^e année scolaire ; pour sa part, la Principauté du Liechtenstein passe, pendant la 6^e année scolaire, de l'enseignement intégré à l'enseignement sous forme de discipline autonome. Pendant la 7^e et la 8^e année scolaire, le même nombre de cantons prévoient tant un enseignement intégré qu'un enseignement sous forme de discipline autonome pour la transmission des compétences numériques. À partir de la 9^e année scolaire, c'est l'enseignement sous forme de discipline autonome qui domine. Seuls les cantons BL, BS et TI continuent de dispenser l'enseignement intégré jusqu'à la 11^e année scolaire. Deux cantons prévoient de transmettre les compétences numériques sous la forme d'un enseignement transdisciplinaire. Le canton de Vaud introduit un « bain informatique » de la 7^e à la 10^e année scolaire, et dans le canton de Genève, on crée des combinaisons de disci-

plines PER sous les désignations « Communication et technologie », « Langues vivantes et communications » ainsi que « Littéraire-Scientifique avec Profil Latin [ou] Profil Langues vivantes » et « Profil Sciences » en vue de constituer les profils de la 10^e et de la 11^e année scolaire qui n'existent pas déjà dans le PER (voir Graphique 24).

4.4.4.2.3 Nombre de leçons et budgets-temps

Aussi longtemps que l'enseignement intégré des compétences numériques est prévu par les cantons, leurs tableaux horaires ne contiennent que sporadiquement des indications quant au nombre de leçons qu'il faut utiliser à cet effet. Ce n'est qu'à partir du passage à l'enseignement sous forme de discipline autonome en 7^e ou en 8^e année scolaire que les budgets-temps sont définis partout dans tous les cantons. Seuls BL et TI ne prescrivent dans leurs tableaux horaires aucun nombre de leçons disponibles pour la transmission et l'acquisition de compétences numériques. Ces cantons prescrivent tous deux un enseignement intégré sur l'ensemble des années scolaires. À partir de la 7^e année scolaire, une majorité de cantons définissent le nombre de leçons disponibles pour la transmission et l'acquisition de compétences numériques. Cela coïncide avec le passage de l'enseignement intégré à l'enseignement sous forme de discipline autonome. Pendant la 9^e année scolaire, la transmission des compétences numériques dans 28 cantons ou parties de cantons se fait en tant qu'enseignement obligatoire avec un nombre de leçons fixés à cet effet. Pendant la 10^e année scolaire, 16 cantons ou parties de cantons prescrivent encore le nombre de leçons obligatoires à utiliser pour la transmission et l'acquisition de compétences numériques. Pendant la 11^e année scolaire, 12 cantons ou parties de cantons ont encore des directives sur ces leçons obligatoires.

En outre, dans quelques cantons, la transmission de compétences numériques au degré secondaire I est proposé sous forme de discipline optionnelle. Pendant la 9^e année scolaire, c'est uniquement le cas dans le canton de Vaud. Pendant la 11^e année scolaire, dans huit cantons, les élèves peuvent étendre et approfondir leurs compétences au-delà de l'enseignement obligatoire. À cet égard, dans les cantons GL et GE, l'enseignement optionnel vient compléter l'enseignement obligatoire, alors que dans les cantons SZ, OW, NW, AI, SG et VD, des offres d'enseignement optionnel prennent la relève de l'enseignement obligatoire.



Graphique 25: Temps d'enseignement prescrit pour la transmission de compétences numériques dans les classes de la 5e à la 11e année scolaire (selon HarmoS), par canton

Remarques: propre présentation sur la base des Informations provenant des tableaux de leçons cantonaux. Les barres du graphique illustrent le temps d'enseignement prescrit pour l'acquisition de compétences numériques (en minutes) de la 5e à la 11e année scolaire (selon HarmoS). Leurs chiffres figurent dans la colonne verticale de gauche. Le total du temps d'enseignement prescrit est composé conjointement du total dans le degré primaire, ainsi que de l'enseignement obligatoire et de l'enseignement optionnel dans les disciplines spécialisées «MITIC» (Suisse romande), resp. «Medien und Informatik» (Suisse alémanique) dans le degré secondaire I. La ligne jaune illustre le nombre des années scolaires pour lesquels existent des directives cantonales concernant le nombre de leçons. Leurs chiffres ressortent de la colonne de droite. Dans les cantons désignés avec un astérisque (*), les compétences numériques sont intégrées dans l'enseignement dans d'autres disciplines dans plus de la moitié des années scolaires concernées (de la 5e à la 11e année scolaire). Les cantons de Bâle-Ville et du Tessin ne comportent aucune leçon prescrite dans aucune année scolaire. Pour cette raison, ils ne sont pas inclus dans le graphique.

Exemple de lecture: dans le canton de Saint-Gall, il existe des directives sur le nombre de leçons pour cinq des sept années scolaires 5 à 11 (selon HarmoS) pour l'enseignement dans la discipline spécialisée «Médias et informatique». Pour le degré primaire, ces directives totalisent 15'600 minutes de temps d'enseignement. Cela correspond à 260 heures, soit 346,7 leçons à 45 minutes, resp. 312 leçons à 50 minutes (durée d'une leçon dans le canton des Grisons). S'y ajoutent, pour le degré secondaire I, encore une fois 11'700 minutes d'enseignement obligatoire et 11'700 minutes d'enseignement optionnel pour l'informatique.

À partir de la 7^e année scolaire, le nombre de leçons obligatoires à utiliser pour la transmission et l'acquisition de compétences numériques se stabilise à environ 1 leçon par semaine d'école. Pendant la 9^e année scolaire, 28 cantons ou parties de cantons prévoient ce mode de faire, alors qu'auparavant, il s'agissait de 18 cantons ou parties de cantons pendant la 7^e année scolaire, et de 17 cantons ou parties de cantons pendant la 8^e année scolaire.

En résumé, il en résulte une hétérogénéité comparativement grande des budgets-temps prescrits pour l'acquisition de compétences numériques au cours de la scolarité obligatoire (voir Graphique 25 pour les années scolaires 5 à 11, selon HarmoS). Pour les élèves des cantons AI et GE, par exemple, il y a presque le double d'heures prescrites pour la transmission de compétences numériques par comparaison avec le nombre d'heures prévu dans les cantons ZH, SH, AG ou TG. Si l'on inclut encore les budgets-temps des disciplines optionnelles, à la lecture du graphique, on constate un triplement de la différence entre les cantons de l'extrémité supérieure (gauche) de la répartition des budgets-temps par rapport aux cantons qui se trouvent au milieu de la courbe de répartition. Une partie de ces différences est due au fait qu'on ne dispose pas, d'habitude, d'informations sur le budget-temps prévu pour la transmission de compétences numériques si les compétences numériques sont intégrées et enseignées dans d'autres disciplines. Il faut donc partir du principe que les différences représentées dans le Graphique 25 dans les budgets-temps surestiment les différences effectives entre les cantons du point de vue du temps qui est consacré à la transmission de compétences numériques. Toutefois, tous les cantons ne prévoient pas non plus une transmission de ressources numériques dans l'enseignement d'autres disciplines. Les cantons ZH, SH et AG, par exemple, ne le font pas (selon leurs tableaux de leçons). Ces différences ne s'expliquent aussi qu'en partie par le nombre différent des années scolaires pour lesquelles les directives sur les budgets-temps existent. Certes – ce qui est peu surprenant – le total du budget-temps prévu augmente avec le nombre des années scolaires prescrites pour les leçons concernées (voir Graphique 25). Mais même si l'on compare le total du nombre d'années scolaires avec les directives sur le budget-temps, les chiffres des cantons se trouvant aux extrémités supérieures de la courbe de répartition des budget-temps se situent à un niveau entre 60 % et 84 % plus élevé que les chiffres des cantons situés au milieu de la courbe de répartition.

4.4.4.3 Importance des compétences numériques dans les plans d'études cadres du degré secondaire II

À la différence de la scolarité obligatoire, il existe des directives uniformes valables dans toute la Suisse pour les écoles des plans d'études du degré secondaire II. Elles sont disponibles sous la forme de plans d'études cadres nationaux qui définissent les disciplines, resp. les domaines spécialisés ainsi que leurs objectifs de formation et leurs objectifs indicatifs qu'il faut atteindre sur toute la durée de l'enseignement. Leur caractère obligatoire pour toutes les écoles publiques du degré secondaire II a pour effet que, pour tenir compte des grandes différences entre les organisations cantonales du degré secondaire II, ils ne contiennent que des directives minimales, voire aucune directive sur la progression temporelle de l'acquisition des compétences.

4.4.4.3.1 Plans d'études cadres pour les écoles de maturité gymnasiale

Le plan d'études cadre pour les écoles de maturité (PEC EM) fixe, en tant que document de référence pour la reconnaissance suisse des certificats de maturité cantonaux, les contenus de l'enseignement dans les écoles de maturité gymnasiale et contient des propositions pédagogique-didactiques et des propositions organisationnelles sur la manière de les transmettre. Ce plan d'études cadre a été adopté par la CDIP en 1994 en tant que recommandation aux cantons sur la base desquels les plans d'études cantonaux pour les écoles de maturité devraient s'orienter.

Les compétences numériques sont ancrées de manière relativement large dans le PEC EM. Elles font partie des « compétences dans les domaines des méthodes personnelles de travail et d'apprentissage, de l'accès aux savoirs et des technologies de l'information » et constituent une grande part du « champ de compétences des méthodes de traitement de l'information, des méthodes d'apprentissage et de travail ainsi que de la compréhension de la technique » qui appartiennent au profil de formation, resp. aux objectifs généraux de la formation conduisant à la maturité. Est reprise de manière séparée de ce qui précède l'« informatique » en tant que domaine propre pour lequel des connaissances de base, des capacités de base et des attitudes de base sont listées dans le sens d'« objectifs indicatifs » sur la base desquels l'enseignement de l'informatique dans les écoles de maturité doit s'orienter.

En 2017, la CDIP a complété le PEC EM existant par le « Plan d'études cadre pour les écoles de maturité: informatique » (PEC EMI ; voir aussi chapitre 8.2.1). Le PEC EMI ancre l'informatique en tant que discipline obligatoire dans les écoles de maturité qui – tout comme toutes les autres disciplines – est également pertinente pour l'obtention de la maturité. Il reprend la structure du PEC EM pour la définition des compétences. Comme le fait le PEC EM pour les autres disciplines, le PEC EMI opère lui aussi une distinction entre les connaissances de base, les capacités de base et les attitudes de base que tous les élèves doivent acquérir pendant leur enseignement gymnasial en informatique.

4.4.4.3.2 Plan d'études cadre pour les écoles de culture générale

Les écoles de culture générale (ECG) sont des écoles du degré secondaire II qui préparent les élèves à une formation professionnelle dans les écoles spécialisées et les hautes écoles spécialisées, notamment dans les domaines de la santé, du travail social, de la pédagogie, de la communication/information, du graphisme et des arts. Suite à une révision totale du « Règlement concernant la reconnaissance des certificats délivrés par les écoles de culture générale » (CDIP, 2018b), la CDIP

a également mis à jour le plan d'études cadre pour les écoles de culture générale (PEC ECG). Tous deux sont entrés en vigueur en 2019.

Des compétences numériques sont reprises rapidement dans le PEC ECG d'une part en tant que compétence transdisciplinaire qui doit contribuer au « développement de la personnalité ». En tant que telles, ces compétences sont uniquement définies de manière fonctionnelle: elles permettent la participation « responsable, proactive et autonome dans la société » et, pour cette raison, dans le contexte scolaire du PEC ECG, elles doivent être considérées comme des « compétences-clés de la vie professionnelle ». Une spécification du concept suit ensuite, d'une part dans la partie intitulée « informatique » qui, en tant que discipline obligatoire, fait partie du domaine d'apprentissage « mathématiques, sciences expérimentales, informatique ». Des compétences numériques y sont définies en tant que compétences spécialisées qui doivent être acquises par tous les élèves pour lesquelles on mentionne en tant que « domaines d'apprentissage » les « technologies de l'information et de la communication », les « applications » ainsi que le « Multimédia ».

4.4.4.3.3 Plan d'études cadre pour la formation professionnelle

À la différence des écoles de culture générale du degré secondaire II, c'est la Confédération qui est compétente pour définir les plans d'études de culture générale des écoles professionnelles. Dans ce contexte, le SEFRI assume la compétence consistant à édicter un plan d'études cadre pour l'enseignement de culture générale (PEC CG), resp. un plan d'études cadre pour la maturité professionnelle (PEC MP). Ces deux plans d'études cadre prescrivent les compétences nécessaires que les apprenantes et les apprenants doivent acquérir pour la culture générale de la formation professionnelle initiale.

Le PEC CG a été mis en vigueur le 1er mai 2006. Il est subdivisé en deux domaines d'apprentissage, à savoir « Langue et communication » d'une part, et « Société » d'autre part, pour lesquels on décrit chaque fois – en tant que formulations d'objectifs – « les compétences que les personnes en formation doivent acquérir ou renforcer ». Des compétences numériques sont reprises dans le domaine d'apprentissage « Société » comme constituant un objectif de formation de l'aspect « Technologie ». Sans autre explication supplémentaire, on stipule dans ce document que les apprenantes et les apprenants « réfléchissent en particulier aux répercussions des technologies de l'information et de la communication et s'efforcent d'utiliser judicieusement les instruments correspondants ». À l'heure actuelle, le SEFRI est en train d'étudier, en collaboration avec ses partenaires de réseau, dans le cadre du projet « Culture générale 2030 », si et selon

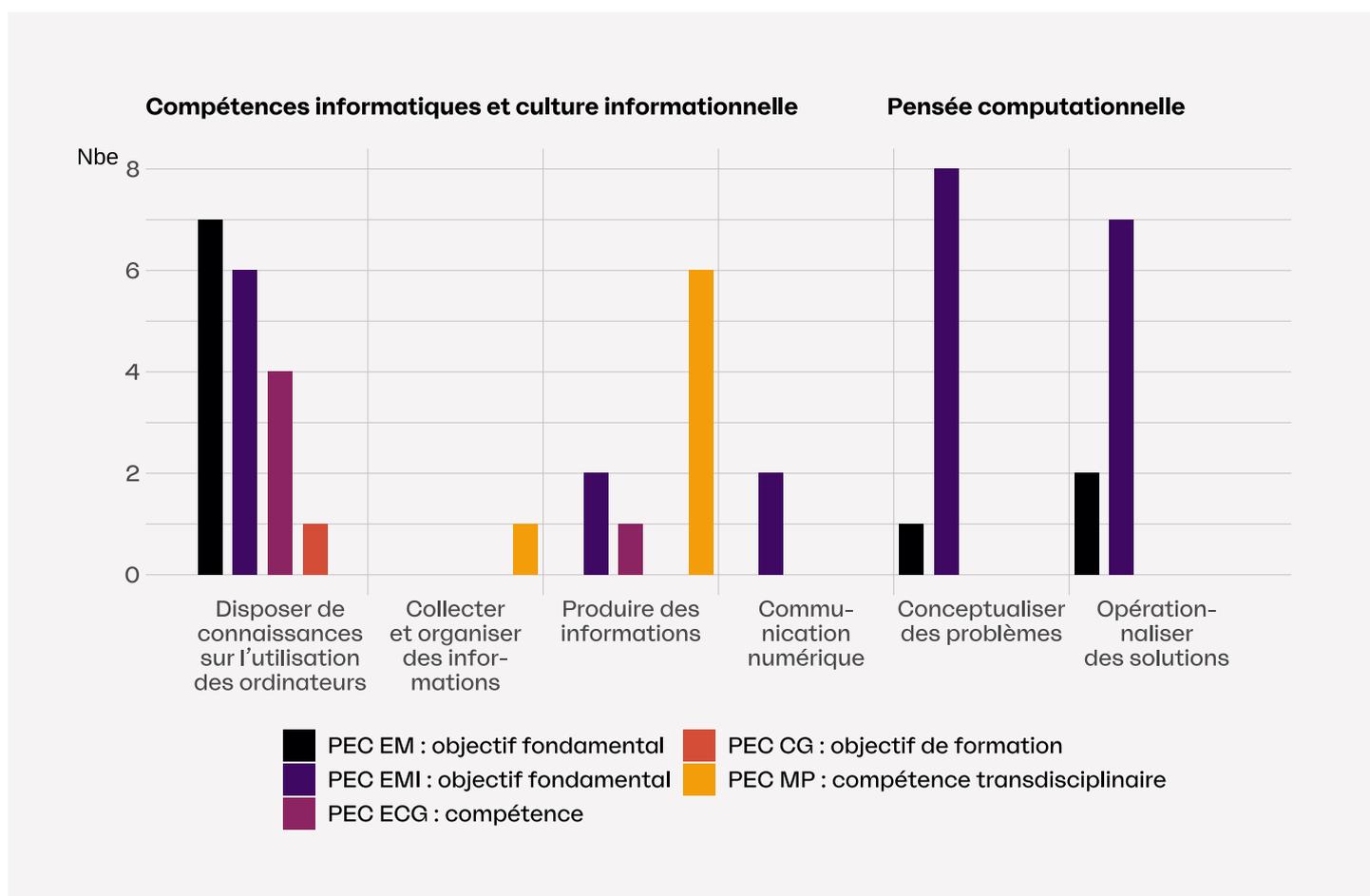
quelle étendue une adaptation des directives édictées sur la formation professionnelle s'avère nécessaire. Cela concerne aussi les exigences posées aux compétences des apprenantes et des apprenants de la formation professionnelle initiale. La publication de résultats d'une étude de passage en revue sur la situation actuelle et la situation visée est attendue pour le milieu de l'année 2021 (SEFRI & CSFP, 2020).

Le PEC MP a été mis en vigueur le 1er janvier 2013. Il contient des plans d'études cadre pour chaque discipline des écoles de maturité professionnelle où sont définies les « compétences minimales qui doivent être maîtrisées par les personnes en formation à la fin de l'enseignement menant à la maturité professionnelle ». À cet égard, on distingue entre les « objectifs généraux », les « compétences transdisciplinaires » et « les domaines de formation et les compétences spécifiques ». Des compétences numériques dont leur entrée dans le PEC MP uniquement en tant que compétences transdisciplinaires au sens de l'« utilisation des technologies de l'information et de la communication ». Elles devraient être intégrées et acquises dans le cadre de l'enseignement technique de culture générale axé sur les écoles de maturité professionnelle. Par conséquent, elles sont conçues comme étant orientées sur des applications informatiques et sont peu profilées, tant individuellement que dans leur ensemble ; selon la liste d'exemples non exhaustive figurant à l'annexe 2 (à laquelle on renvoie toutefois aux fins de concrétisation du concept d'« utilisation des technologies de l'information et de la communication ») il s'agit de l'exécution de recherches et de l'identification des informations pertinentes, du fait de porter une appréciation, de remettre en question de manière critique et d'utiliser correctement les informations en citant et en évaluant les sources. Il s'agit d'éviter les plagiat, de mettre en page des textes, de maîtriser des calculs simples à l'aide de tableurs – et, tout à la fin de cette énumération très courte, le maniement d'une caméra vidéo.

Dans le cadre de l'étude « Évaluation de l'aptitude à étudier dans les hautes écoles spécialisées des personnes ayant terminé leur maturité professionnelle » qui a été établie en 2021 par E-Concept en collaboration avec la HEP de Saint-Gall sur mandat du SEFRI et du CSFP, des leçons importantes ont été tirées s'agissant du caractère approprié et du besoin d'adaptation des contenus du plan d'études cadre (et notamment des TIC). Les résultats de cette évaluation seront disponibles d'ici fin décembre 2021.

4.4.4.3.4 Étendue et contenu des compétences numériques dans les plans d'études cadres du degré secondaire II

L'étude comparative des compétences numériques des plans d'études cadre EM, EMI, ECG, CG et MP donne une image disparate de leur étendue et de leurs contenus dans l'enseignement des écoles du degré secondaire II (voir Graphique 26). C'est seulement dans les écoles de maturité gymnasiale que les domaines de compétences propres au cadre de référence ICILS sont majoritairement couverts par les PEC EM et EMI. Il s'avère que des compétences numériques relevant du domaine « Computational Thinking » sont déjà disponibles dans le PEC EM, et qu'elles n'ont pas été seulement introduites avec le PEC EMI. Toutefois, le PEC EMI renforce à titre supplémentaire l'acquisition de compétences numériques dans les domaines « Produire de l'information » et « Communication numérique » dans l'enseignement gymnasial.



Graphique 26: Nombre et répartition thématique des compétences numériques et des exigences en matière de compétences dans les plans d'études des écoles du degré secondaire II

Remarques: propre présentation sur la base des explications figurant dans les plans d'études cadres relatifs aux données des écoles de maturité gymnasiale, des écoles de culture générale et des écoles professionnelles (PEC EM, PEC EMI, PEC CGE, PEC CG, PEC MP). Afin de permettre une comparaison, les objectifs d'apprentissage mentionnés dans ces plans d'études ont été attribués aux six domaines de compétences propres aux compétences numériques du cadre de référence ICILS (Fraillon, Ainley, Schulz, Duckworth, & Friedman, 2019).

Les plans d'études cadres (PEC) destinés aux écoles de culture générale, à l'enseignement général de la formation professionnelle initiale et à la maturité professionnelle révèlent des lacunes flagrantes. Elles s'expliquent par la définition des compétences numériques qu'ils contiennent. Elles sont en effet fortement axées sur le profil de compétences de la formation professionnelle auxquelles ces élèves aspirent. Si l'on part du principe que la totalité de ces trois PEC soulignent l'importance capitale de la compétence numérique en tant qu'objectif de formation transdisciplinaire allant dans le sens d'une condition à remplir pour pouvoir participer et s'impliquer avec succès dans la vie sociale et professionnelle, nous pouvons nourrir des doutes légitimes sur le fait que cet objectif serait atteint sans exception dans toute l'étendue nécessaire et avec un niveau de fiabilité suffisante.

4.4.4.3.5 Directives sur l'organisation de l'école et de l'enseignement, et références thématiques à d'autres disciplines

À la différence des plans d'études destinés à la scolarité obligatoire, les PEC prescrivent clairement, pour les écoles du degré secondaire II, si des compétences numériques sont intégrées dans l'enseignement d'autres disciplines, ou si elles devraient être acquises selon des formes d'enseignement transdisciplinaires. Ils contiennent également des références thématiques à d'autres disciplines, étant toutefois précisé que ces dernières se limitent à des renvois d'ordre général et, le cas échéant, sous forme d'exemples.

Tableau 4: Intégration de compétences numériques dans les plans d'études cadres individuels

Plan d'études cadre	Forme d'enseignement	Références thématiques à d'autres disciplines
Écoles de maturité	Intégré	
Écoles de maturité informatique	informatique en tant que discipline	La discipline fait partie du domaine d'apprentissage obligatoire « mathématiques, sciences expérimentales, informatique »
Écoles de culture générale	informatique en tant que discipline	La discipline fait partie du domaine d'apprentissage obligatoire « mathématiques, sciences expérimentales, informatique »
Enseignement général	Intégré	
Maturité professionnelle	Intégré et transdisciplinaire	fait notamment partie du « travail interdisciplinaire dans les branches » et du « travail interdisciplinaire centré sur un projet »

4.4.4.3.6 Mise en œuvre des plans d'études cadres EM, EMI, ECG, CG et MP dans les cantons et dans les écoles

Tous les plans d'études cadres destinés aux écoles de culture générale du degré secondaire II prévoient que soient élaborés, sur leur base, des plans d'études cantonaux, resp. des plans d'études école. Dans les PEC EM/EMI et ECG, ce mode de faire a été intégré sous forme de recommandation alors que les PEC CG et MP prescrivent leur mise en œuvre dans un plan d'études école en tant que directive obligatoire.

À ce jour, une vue d'ensemble, valable à l'échelle de toute la Suisse, de la mise en œuvre des plans d'études cadres destinés aux écoles du degré secondaire II fait défaut. Mais au vu des différences qui existent dans les modalités organisationnelles cantonales du degré secondaire II et dans ses ramifications détaillées – en particulier dans la formation professionnelle – la charge de travail nécessaire à cet effet sortirait du cadre du présent rapport.

4.5 La formation et la formation continue dans le domaine des médias et de l'informatique dans les hautes écoles pédagogiques (HEP)

Jusqu'à présent, des informations comparables à l'échelle de toute la Suisse sur l'offre de formation et de formation continue des hautes écoles pédagogiques ne sont pas recensées de manière systématique.³⁵ Les résultats d'une recherche ad hoc réalisée sur les sites Internet des hautes écoles pédagogiques (HEP) montrent que la structure de la formation et de la formation continue des HEP dans le domaine « Médias et informatique » est relativement hétérogène, et qu'il existe différentes approches pour la structuration des offres.³⁶

35 La Commission Formation continue/Prestations de services de la Chambre des hautes écoles pédagogiques de swissuniversities est en train de rédiger actuellement un rapport qui sera publié fin 2021. Ce rapport fournira des informations supplémentaires sur les offres de formation continue des hautes écoles pédagogiques dans le domaine « Médias et informatique » ou « Numérisation ».

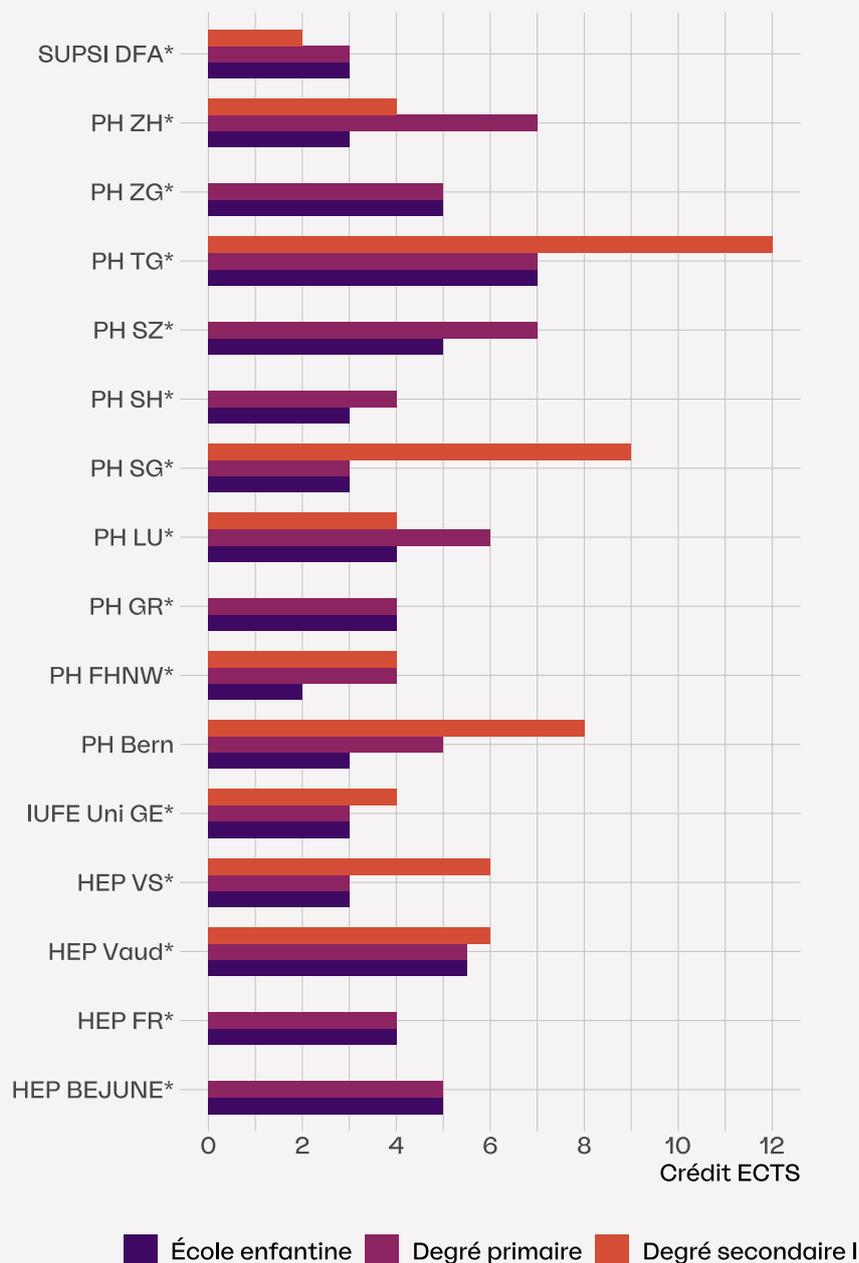
36 Les sites web des hautes écoles pédagogiques ont été consultés une première fois pendant la période du 7 au 22 décembre 2020. D'éventuelles actualisations des offres de formation continue ont été prises en compte via une deuxième consultation qui a eu lieu le 21 et 22 janvier 2021. Début février 2021, l'aperçu des offres de formation et de formation continue a été présenté aux HEP qui ont été priées de le vérifier et de le compléter. D'ici au 15 mars 2021, 15 institutions sur 16 avaient répondu à cette demande dans le domaine de la formation, et 13 institutions sur 16 y avaient répondu dans le domaine de la formation continue. Dans la recherche ad hoc, nous n'avons recensé que les offres de formation et de formation continue destinées aux enseignantes et enseignants de la scolarité obligatoire.

Ainsi, le nombre de points ECT³⁷ à acquérir à titre obligatoire au cours de la formation varie aussi bien entre les cursus d'études individuels propres aux hautes écoles pédagogiques qu'au sein des divers parcours de formation entre les HEP (voir Graphique 27).³⁸ Par exemple, les enseignantes et les enseignants qui veulent enseigner dans le domaine des médias et de l'informatique pour le degré primaire doivent acquérir trois points ECTS à la HEP Saint-Gall, alors qu'ils sont tenus d'acquérir sept points ECTS à la HEP Thurgovie. Parallèlement, les étudiantes et les étudiants de la HEP Thurgovie doivent même acquérir 12 points ECTS à titre obligatoire pour être formées et formés en tant qu'enseignantes et enseignants du degré secondaire I dans le domaine « Médias et informatique ». Soulignons que les médias et l'informatique sont aussi considérés comme un thème transdisciplinaire et que ces sujets sont parfois dispensés dans leur intégralité dans le cadre d'un autre enseignement didactique portant sur d'autres disciplines. Il n'est pas possible d'extraire des présentes informations l'étendue de l'enseignement intégré dans d'autres disciplines, raison pour laquelle cela n'a pas été pris en compte dans le Graphique 27. En outre, dans quelques HEP, il existe un large éventail de disciplines optionnelles disponibles dans le domaine « Médias et informatique » qui ne sont pas non plus enregistrées dans le Graphique 27.

Même sans ces informations supplémentaires, on peut constater que, par comparaison avec le contenu du rapport final « ICT und Medienbildung in der Lehrpersonenausbildung » publié en 2010 (Hansen, 2010), le nombre de points ECTS à acquérir pendant l'année de formation 2020/2021 a nettement augmenté dans le domaine des disciplines obligatoires. Également dans la perspective de la structuration de l'offre de formation continue dans le domaine « Médias et informatique », les hautes écoles pédagogiques poursuivent des approches différentes. Dans ce contexte, chaque haute école pédagogique propose un portefeuille de formation continue qui lui est propre, pour l'essentiel, de sorte qu'il faut distinguer d'une HEP à l'autre le nombre total, la durée et les contenus des formations continues proposées (voir Graphique 28).

37 European Credit Transfer and Accumulation System: 1 points ECTS correspond à une charge de travail de 25 à 30 heures.

38 L'aperçu des offres de formation prend en compte des informations relatives au semestre d'automne 2020 ainsi qu'au semestre de printemps 2021.



Graphique 27: Points ECTS obligatoires dans la formation des enseignantes et des enseignants par HEP et selon les degrés de scolarité

Remarques: ne sont représentés sur ce graphique que les points ECTS à acquérir à titre obligatoire dans le domaine « Médias et informatique » pendant la formation conduisant au métier d'enseignante et enseignant. Font exception des modules optionnels possibles et l'intégration de ces thèmes dans d'autres modules. Le nombre de points ECTS se rapporte aux semestres d'automne 2020/printemps 2021. Les étudiantes et les étudiants qui choisissent la discipline « Médias et informatique » au degré secondaire I doivent acquérir un nombre de points ECTS considérablement plus élevé dans ce domaine. La Haute école pédagogique du canton des Grisons augmentera à 6 le nombre de points ECTS pour le semestre de printemps 2022 au degré « école enfantine » et au degré primaire. À la HEP Valais, les étudiantes et les étudiants qui veulent devenir enseignantes et enseignants au degré secondaire I dans le cursus monodisciplinaire ne doivent acquérir que 4 points ECTS au lieu des 6 points ECTS du cursus d'études bidisciplinaire représenté dans le graphique. La classification des degrés est basée sur celle du rapport sur l'éducation 2018 du CSRE. Pour les HEP avec classification des degrés subdivisés en 1er cycle, 2e cycle et 3e cycle, l'indication du nombre de points ECTS correspond au degré « école enfantine » de la formation pour le 1er cycle (école enfantine, puis classes 1 et 2), au degré primaire pour le 2e cycle (classes 3 à 6), et au degré secondaire I pour le 3e cycle (classes 7 à 9). Les HEP munies d'un astérisque (*) ont eu l'amabilité de vérifier et de compléter les indications sur la formation trouvées sur leur site web en répondant avant le 15 mars 2021.

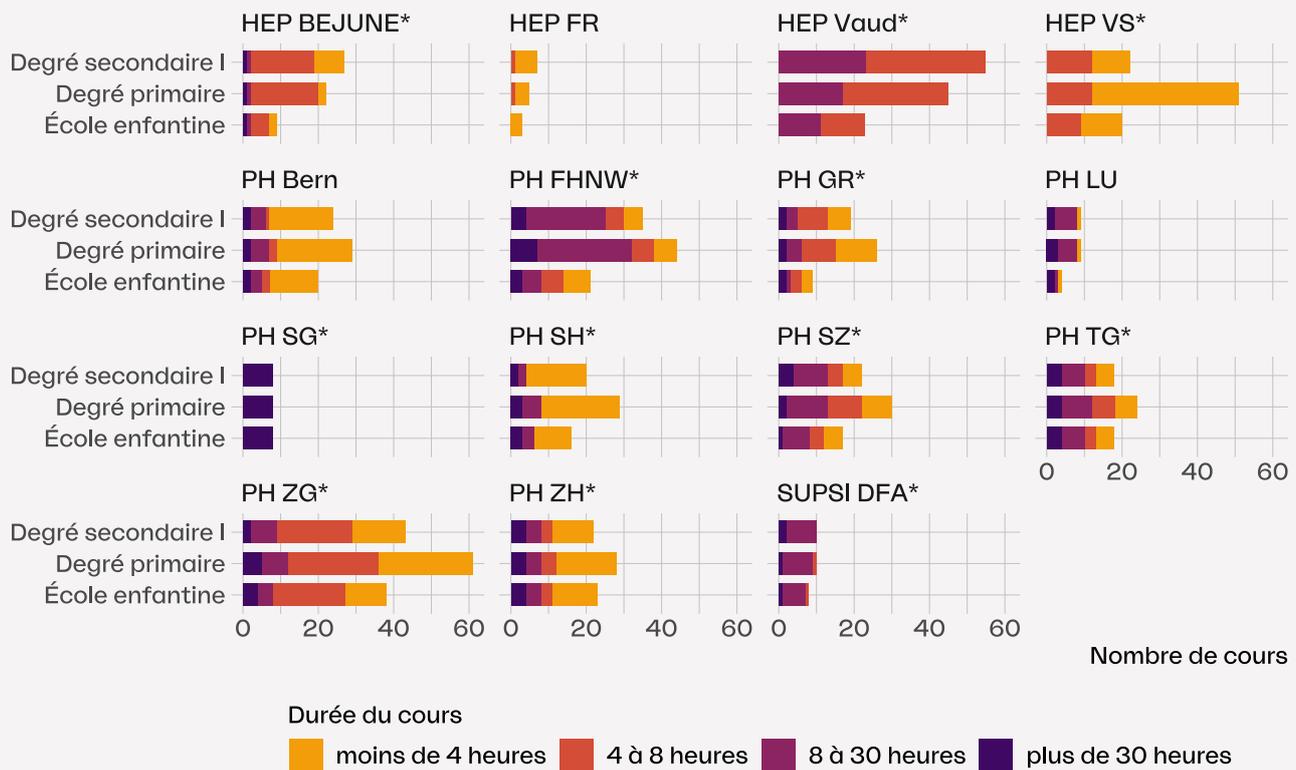
La plupart des offres de formation continue des HEP requièrent une charge de travail pouvant aller jusqu'à huit heures. Les offres d'une durée supérieure à 30 heures sont majoritairement des cycles de formation avec certificat (Certificate of Advanced Studies CAS).

Il existe des collaborations entre certaines HEP pour ce qui est de l'offre de formation continue. Le projet MIA21 résulte p. ex. d'une telle collaboration: dans le cadre du MIA21, douze hautes écoles pédagogiques et services spécialisés de Suisse alémanique ont travaillé ensemble (voir notamment Pädagogische Hochschule Schwyz, u.a., 2017). Le matériel pédagogique modulaire élaboré en commun ainsi que les réflexions didactiques correspondantes sont proposées par les HEP et par les services spécialisés dans différents modules de cours.

Différentes offres de formation continue, surtout dans le domaine des compétences en matière d'applications informatiques, sont dispensées en collaboration avec des prestataires privés. Dans quelques HEP, ces offres représentent un nombre considérable parmi les offres de formation continue. Il existe parfois également une étroite collaboration avec la direction cantonale de l'enseignement primaire pour l'offre de formation continue. Dans le canton de Genève, c'est même uniquement le service de l'enseignement primaire qui dispense des formations continues dans le domaine « Médias et informatique », et pas l'institution cantonale chargée de la formation des enseignantes et des enseignants (à savoir: l'Institut universitaire de formation des enseignants de l'Université de Genève). En outre, de nombreuses HEP proposent des formations continues spécifiques sur mesure adaptées aux besoins de certaines écoles.

39 L'aperçu des offres de formation continue se rapporte à l'année civile 2021. D'une part, parce que la plupart des offres de l'année civile 2020 ne peuvent plus être retrouvées sur les sites web et, d'autre part, parce que les cas d'annulation de cours possibles dus au Corona, et le passage à des offres de formation continue à distance pendant l'année civile 2020, ne pèsent ainsi pas aussi fortement dans la balance. Les HEP qui ne publient pas leurs offres de formation continue selon l'année civile, mais selon l'année d'études, ont eu la possibilité de compléter les indications figurant dans cet aperçu avec des offres élaborées qui n'étaient pas encore publiées. Dès lors, des offres de formation continue qui ne seront créées qu'en cours d'année restent non prises en compte.

40 En voici un exemple: le cycle de formation avec certificat intitulé « Soutien pédagogique TIC (PICTS) », qui est dispensé par la Haute école pédagogique de Zurich et la Haute école pédagogique de la HES Suisse du Nord-Ouest en collaboration avec la Haute école pédagogique de Schaffhouse et le Centre suisse de l'enseignement secondaire II (CES) (voir notamment Pädagogische Hochschule Zürich, u. a., 2021).



Graphique 28: Nombre de cours de formation continue proposés dans le domaine « Médias et informatique » par HEP, selon le degré de scolarité

Remarques: la liste se rapporte à l'offre de formation continue pour l'année civile 2021. La consultation des sites web des hautes écoles pédagogiques a eu lieu entre la mi-décembre et la mi-janvier. La possibilité existe qu'en raison du coronavirus, certaines formations continues ont été annulées, raison pour laquelle elles ne sont pas incluses dans la liste. Les HEP ont été priées de vérifier les indications. Elles avaient ainsi la possibilité de compléter des offres non publiées dans l'aperçu. La classification des degrés est basée sur celle du rapport sur l'éducation 2018 du CSRE. Pour les HEP avec classification des degrés subdivisés en 1er cycle, 2e cycle et 3e cycle, l'indication du nombre de points ECTS correspond au degré « école enfantine » de la formation pour le 1er cycle (école enfantine, puis classes 1 et 2), au degré primaire pour le 2e cycle (classes 3 à 6), et au degré secondaire I pour le 3e cycle (classes 7 à 9). Des offres de formation continue destinées aux enseignantes et enseignants du 1er cycle sont comptées au niveau « école enfantine » et au degré primaire si la même offre n'existe pas aussi pour les enseignantes et les enseignants du 2e cycle. Ne sont pas pris en compte les cours qui ont déjà commencé en 2020, sauf s'il s'agit de formations de plus longue durée, comme les modules MIA ou un CAS. Ne sont pas incluses dans l'aperçu des formations continues où il s'agit principalement de l'introduction d'un nouveau matériel pédagogique avec une partie en ligne en dehors du domaine « Médias et informatique ». Les offres de formation continue des services de l'enseignement primaire n'ont pas non plus été comptées. Dans le canton de Genève, c'est uniquement le service de l'enseignement primaire qui dispense des formations continues dans le domaine « Médias et informatique », et pas l'institution cantonale chargée de la formation et de la formation continue des enseignantes et des enseignants (à savoir: l'Institut universitaire de formation des enseignants de l'Université de Genève), raison pour laquelle cet institut ne figure pas dans l'aperçu. Les formations continues spécifiques à certaines disciplines axées en priorité sur les appareils numériques ont été prises en compte, tout comme les offres de formation continue qui sont proposées sur place dans les écoles. Les HEP munies d'un astérisque (*) ont eu l'amabilité de vérifier et de compléter les indications sur la formation trouvées sur leur site web.

5 Thèmes communs à tous les degrés de scolarité

5.1	Enquête « Moniteur sur la numérisation de l'éducation du point de vue des élèves »	132
5.2	L'effet de l'utilisation de ressources numériques sur les performances scolaires	137
5.3	Potentiel de distraction en cas d'utilisation à des fins privées dans l'enseignement	147
5.4	Utilisation de moyens de communication numériques afin d'impliquer les parents et les personnes investies de l'autorité parentale	149
5.5	Efficienc e en matière de coûts de l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement	151
5.6	Scalabilité des applications d'apprentissage numériques	155
5.7	Utilité des robots dans l'enseignement et la mise en place des compétences	156
5.8	Auto-évaluation, perception du sentiment d'auto-efficacité, et compétences effectives dans l'utilisation d'appareils et contenus numériques	158
5.9	Efforts de formation continue des enseignantes et des enseignants	161

Le chapitre « Thèmes communs à tous les degrés de scolarité » reprend toutes les thématiques qui, en raison du caractère général du thème concerné, de la complexité de la littérature y afférente ou de limitations dans les données disponibles, ne peuvent pas être attribués clairement à un degré de scolarité déterminé. Les thèmes traités ici couvrent un large éventail de problématiques. Ils vont de questions d'importance décisive sur la contribution des ressources numériques aux progrès d'apprentissage en passant par leur efficacité (relative) en matière de coûts jusqu'à la discussion de défis méthodologiques concernant la mesure des compétences numériques et leur lien avec l'utilisation des ressources d'apprentissage numériques.

L'intensité de l'effet en tant que moyen de mesure du rapport entre utilisation de ressources numériques et succès de l'apprentissage

Afin de quantifier le rapport entre l'utilisation de ressources numériques et les performances d'apprentissage des élèves, différentes études font appel à diverses méthodes, à divers instruments de mesure (p. ex. à des tests standardisés, resp. à des tests spécialement développés pour une technologie ou pour une étude déterminée) ainsi qu'à la masse de données correspondante (p. ex. en recourant aux nombres de points ou aux notes exprimés en valeur absolue ou en valeur standardisée). Cette diversité rend considérablement plus difficile une comparaison entre les résultats de ces études.

Pour maîtriser ce type de défis, l'approche typique choisie dans le cadre de méta-analyses consiste à convertir cette masse disparate de données à une même échelle à l'aide d'une statistique simple, à savoir ce qu'on appelle la « taille d'effet standardisée », et de rendre ainsi comparables des études de nature différente.

La mesure de conversion la plus largement répandue est la taille d'effet « d » (voir la formule mathématique ci-dessous) proposée en 1988 par Jacob Cohen (Cohen, 1988). Elle est définie comme suit:

$$d = \frac{\begin{array}{c} \text{valeur moyenne} \\ \text{du groupe} \\ \text{traité} \\ \mu^{\text{treat}} \end{array} - \begin{array}{c} \text{valeur moyenne} \\ \text{du groupe} \\ \text{contrôle} \\ \mu^{\text{control}} \end{array}}{\begin{array}{c} \sigma^{\text{joint}} \\ \text{écart-type de} \\ \text{la population} \end{array}}$$

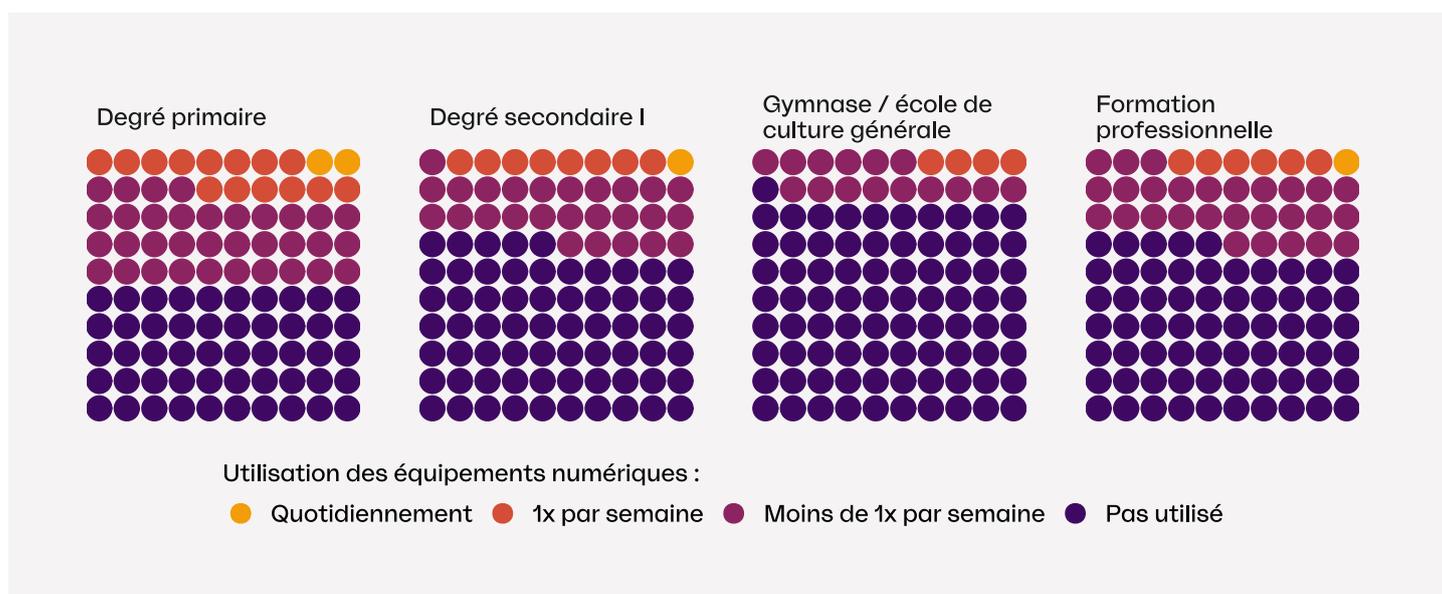
Cette mesure de conversion permet de standardiser la différence moyenne entre le groupe traité et le groupe contrôle au moyen de leur écart-type commun. Dès lors, elle permet de formuler des énoncés précisant où se situe - moyennant certaines hypothèses - la valeur moyenne d'un groupe dans la répartition empirique de l'autre groupe. Une valeur de $d=1$ dans le cadre d'une expérience d'étude de la contribution d'un système de tutorat intelligent pour les mathématiques portant sur les performances en mathématiques signifie, par exemple que, dans l'hypothèse d'une répartition normale des performances en mathématiques, parmi les élèves qui utilisent cette ressource d'apprentissage, la performance moyenne en mathématiques correspond au 84e percentile des élèves ne bénéficiant pas de ce système de tutorat.

Plus cette valeur devient grande, et plus sera importante la différence substantielle entre le groupe traité et le groupe contrôle d'une expérience donnée. Des interprétations qualitatives différentes existent s'agissant de possibles valeurs seuils de la mesure de taille d'effet « d ». Sur la base de la littérature scientifique en psychologie sociale des années 1970 et 1980, Cohen (1988) a proposé d'interpréter $d \geq 0,2$ comme étant un petit effet, $d \geq 0,5$ comme étant un effet moyen, et $d \geq 0,8$ comme étant un grand effet. Mais des méta-analyses plus récentes d'études d'interventions montrent que ces valeurs seuils ne sont pas appropriées dans le domaine de la scolarité obligatoire. Pour sa part, Kraft (2020) propose d'interpréter $d \leq 0,05$ comme étant un petit effet, $0,05 < d < 0,2$ comme étant un effet moyen, et $d \geq 0,2$ comme étant un grand effet.

On obtient une interprétation plus intuitive de l'ampleur des tailles d'effet lorsqu'on les compare avec le progrès général d'apprentissage des élèves enregistré au cours d'une année scolaire. Des enquêtes provenant des États-Unis montrent que, dans des tests standardisés effectués au cours d'une année scolaire, les performances d'élèves à partir de la 7e classe environ (selon HarmoS) s'améliorent jusqu'à atteindre des écarts-types de 0,4 (Bloom, Hill, Black, & Lipsey, 2008). Un effet de $d=0,4$ correspond à un progrès des connaissances réalisé sur l'ensemble d'une année scolaire. Un effet de $d=0,2$ correspond à celui d'un semestre scolaire.

5.1 Enquête « Moniteur sur la numérisation de l'éducation du point de vue des élèves »

Pour l'ensemble des degrés de scolarité, il n'est possible de formuler des assertions sur l'utilisation des terminaux numériques que si des enquêtes comparables sont réalisées sur tous les degrés scolaires. Or cela n'a guère été le cas jusqu'à présent en Suisse. L'enquête « Moniteur sur la numérisation de l'éducation du point de vue des élèves » (MDSS) constitue une exception. Elle a été réalisée à l'automne 2020 par le Centre suisse de coordination pour la recherche en éducation (CSRE) en collaboration avec l'Institut d'études de marché et d'études d'opinion gfs.berne (Oggenfuss & Wolter, 2021). Ses résultats sont représentatifs pour les degrés scolaires et les régions linguistiques. Toutefois, on ne peut en déduire aucun résultat représentatif pour les degrés scolaires selon les régions linguistiques ou pour les régions linguistiques selon les degrés scolaires. Voici des extraits des résultats de cette enquête:



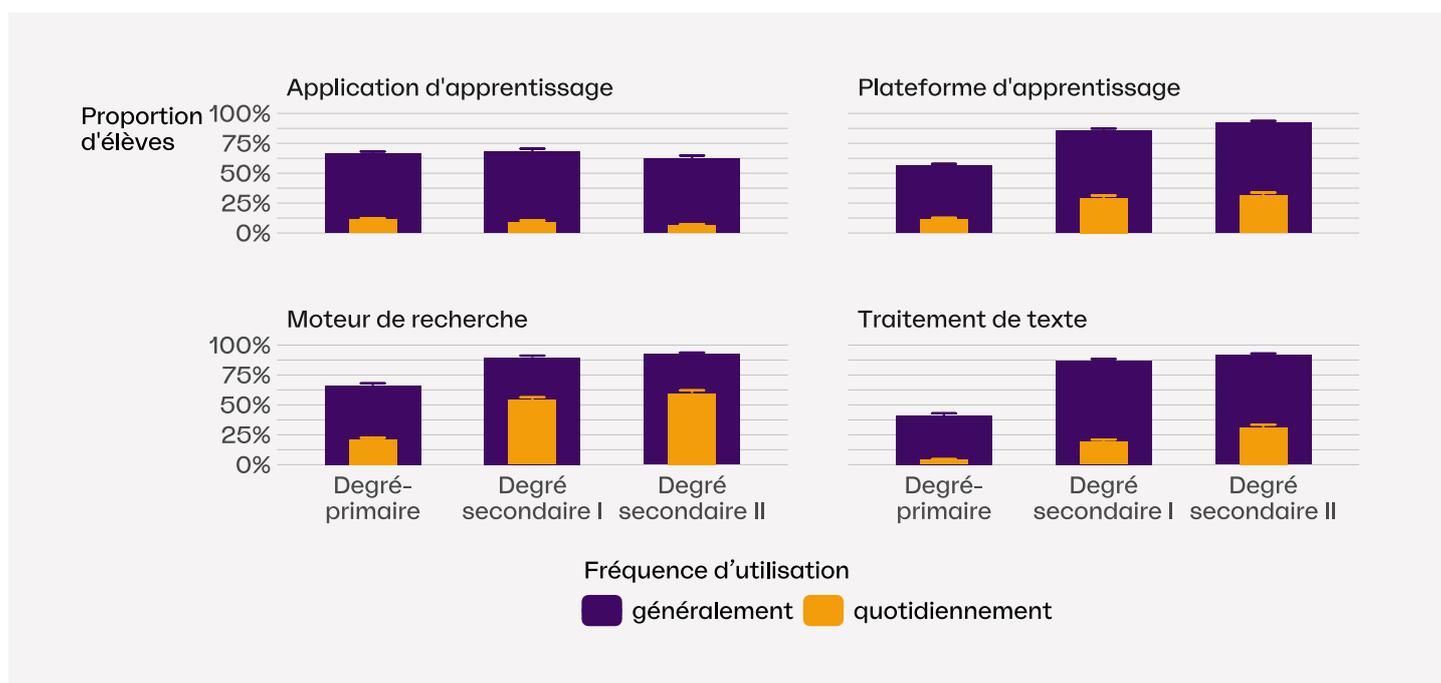
Graphique 29: Fréquence d'utilisation des terminaux numériques, selon le degré de scolarité

Remarques: propre présentation sur la base des données de l'enquête MDSS (dépouillement des données destiné au présent rapport). Les graphiques illustrent les pourcentages d'élèves selon le degré de scolarité et selon la fréquence d'utilisation. Chaque point représente 1% des élèves du degré scolaire concerné. Les réponses sont fondées sur l'agrégation de trois questions portant sur la fréquence d'utilisation des « ordinateurs fixes (PC, Mac, etc.) », des « laptops et notebooks » et des « tablettes, iPad, etc. » à l'école ou à domicile pour l'école pendant la période située entre les vacances d'été 2020 et les vacances d'automne 2020. Il se peut que le type d'agrégation choisi sous-estime la fréquence effective d'utilisation des terminaux numériques. La marge d'erreur est inférieure à $\pm 3,2\%$. On ne saurait exclure que la diffusion plus faible de l'utilisation quotidienne parmi les élèves en formation professionnelle soit imputable au fait que les apprenantes et apprenants en formation professionnelle ne fréquentent généralement pas quotidiennement l'école par comparaison avec les élèves des gymnases et des écoles de culture générale.

Exemple de lecture: 50% des élèves du degré primaire utilisent chaque jour des terminaux numériques à l'école ou pour l'école, 34% d'entre eux les utilisent une fois par semaine, et 14% d'entre eux les utilisent plus rarement qu'une fois par semaine. Seuls 2% des apprenantes et apprenants du degré primaire n'utilisent ni à l'école, ni pour l'école des terminaux numériques pendant la période située entre les vacances d'été et d'automne 2020 et les vacances d'automne 2020.

La fréquence d'utilisation des terminaux numériques augmente avec l'âge des élèves

Des résultats de l'enquête montrent que l'intensité d'utilisation des terminaux et applications numériques pour l'école et à l'école est en nette progression pour tous les degrés de scolarité. Ainsi, au moins 80 % des gymnasiennes et gymnasiens interrogés déclarent utiliser chaque jour des terminaux numériques pour l'école ou à l'école. Chez les élèves du degré primaire, en revanche, c'est seulement le cas pour environ la moitié d'entre eux (voir Graphique 29). Hormis les applications d'apprentissage, on constate une augmentation similaire liée aux degrés de scolarité de la fréquence d'utilisation également pour les applications numériques telles que les plateformes d'apprentissage ou les moteurs de recherche (voir Graphique 30). Nous ne disposons d'aucune information précisant dans quel but ces ressources numériques sont utilisées.



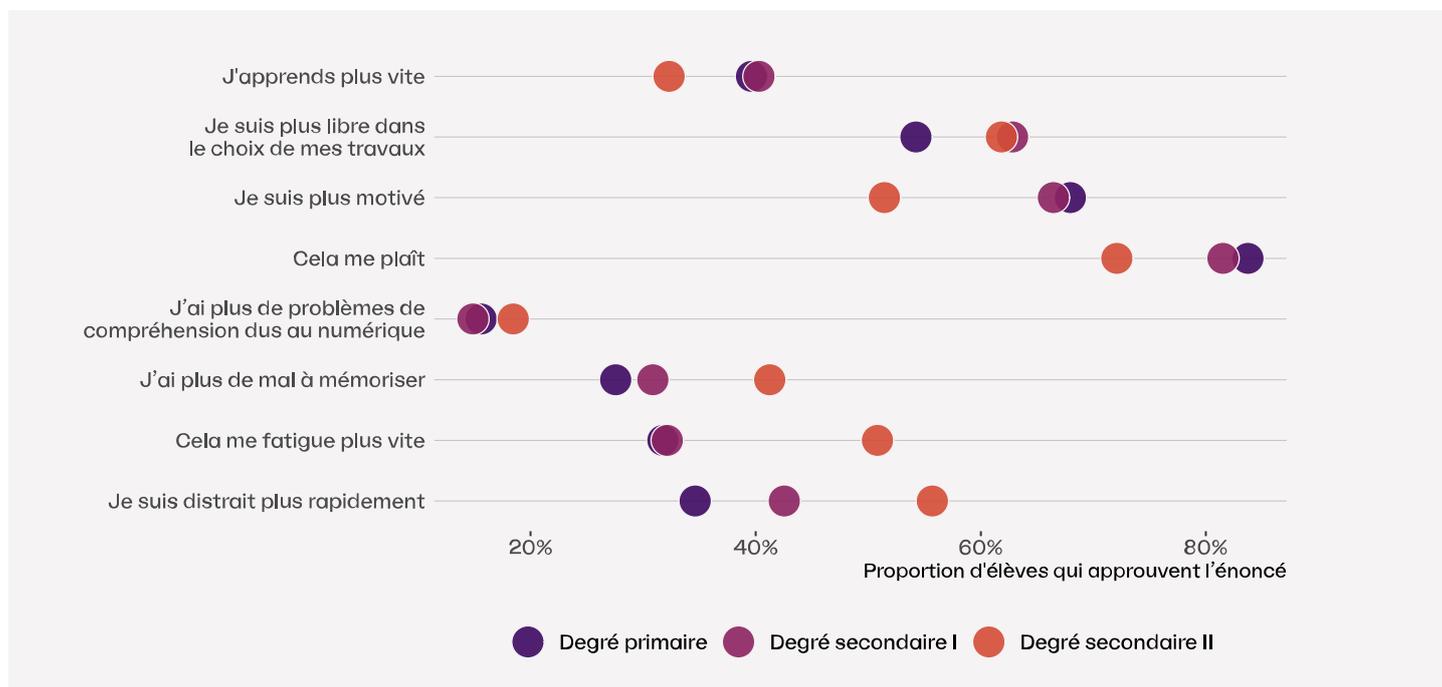
Graphique 30: Fréquence d'utilisation des applications numériques, selon le degré de scolarité

Remarques: propre présentation sur la base des données de l'enquête MDSS (dépouillement des données destiné au présent rapport). Les barres de couleur foncée illustrent les pourcentages d'élèves, par degré de scolarité et par application, qui ont vraiment utilisé cette application entre les vacances d'été 2020 et les vacances d'automne 2020. Les barres de couleur claire illustrent le pourcentage des apprenantes et des apprenants qui ont utilisé chaque jour cette application. Les tirets reflètent la largeur de 95% de l'intervalle de confiance. Les valeurs représentées tiennent compte exclusivement des différences dans le degré de scolarité. Les différences représentées entre les degrés de scolarité sont comparables aux résultats des modèles linéaires de probabilité qui contrôlent à titre supplémentaire des facteurs démographiques et socio-économiques (voir Oggenfuss & Wolter, 2021).

Exemple de lecture: à l'exception des élèves de la formation professionnelle, des applications d'apprentissage ont été utilisées au minimum une fois par 70% des élèves de tous les degrés de scolarité pendant la période «vacances d'été 2020 - vacances d'automne 2020». Toutefois, pour ce qui est de l'utilisation quotidienne des applications d'apprentissage numériques, les élèves du degré primaire les ont utilisées plus fréquemment (11%) que les élèves du degré secondaire I (9%) ou du degré secondaire II (6%).

Les élèves plus âgés sont plus critiques vis-à-vis de l'apprentissage faisant appel à des ressources numériques

Parallèlement, le degré de motivation pour l'apprentissage avec des terminaux et applications numériques baisse au fur et à mesure que les élèves avancent en âge (voir Graphique 31). La perception de l'existence de problèmes lors du travail faisant appel à des ressources d'apprentissage numériques est aussi plus marquée parmi les élèves du degré secondaire II par comparaison avec les degrés de scolarité de niveau inférieur. Ainsi, les deux tiers des élèves du degré primaire, mais seulement la moitié des apprenantes et des apprenants au niveau du degré secondaire II, indiquent être plus motivés à apprendre et à travailler lorsqu'ils utilisent des ressources d'apprentissage numériques. Les élèves du degré secondaire II se sentent également plutôt distraits, ont davantage de difficultés à retenir ce qu'ils ont appris, ou se fatiguent plus rapidement lorsqu'ils apprennent avec des ressources numériques (voir Graphique 31). Sur la base des informations disponibles, on ne peut pas répondre à la question de savoir si le plus faible degré de motivation des élèves et leur conscience accrue de problèmes lors du travail effectué avec des ressources numériques sont influencées par l'utilisation plus fréquente de ces ressources dans les degrés de scolarité de niveau supérieur.



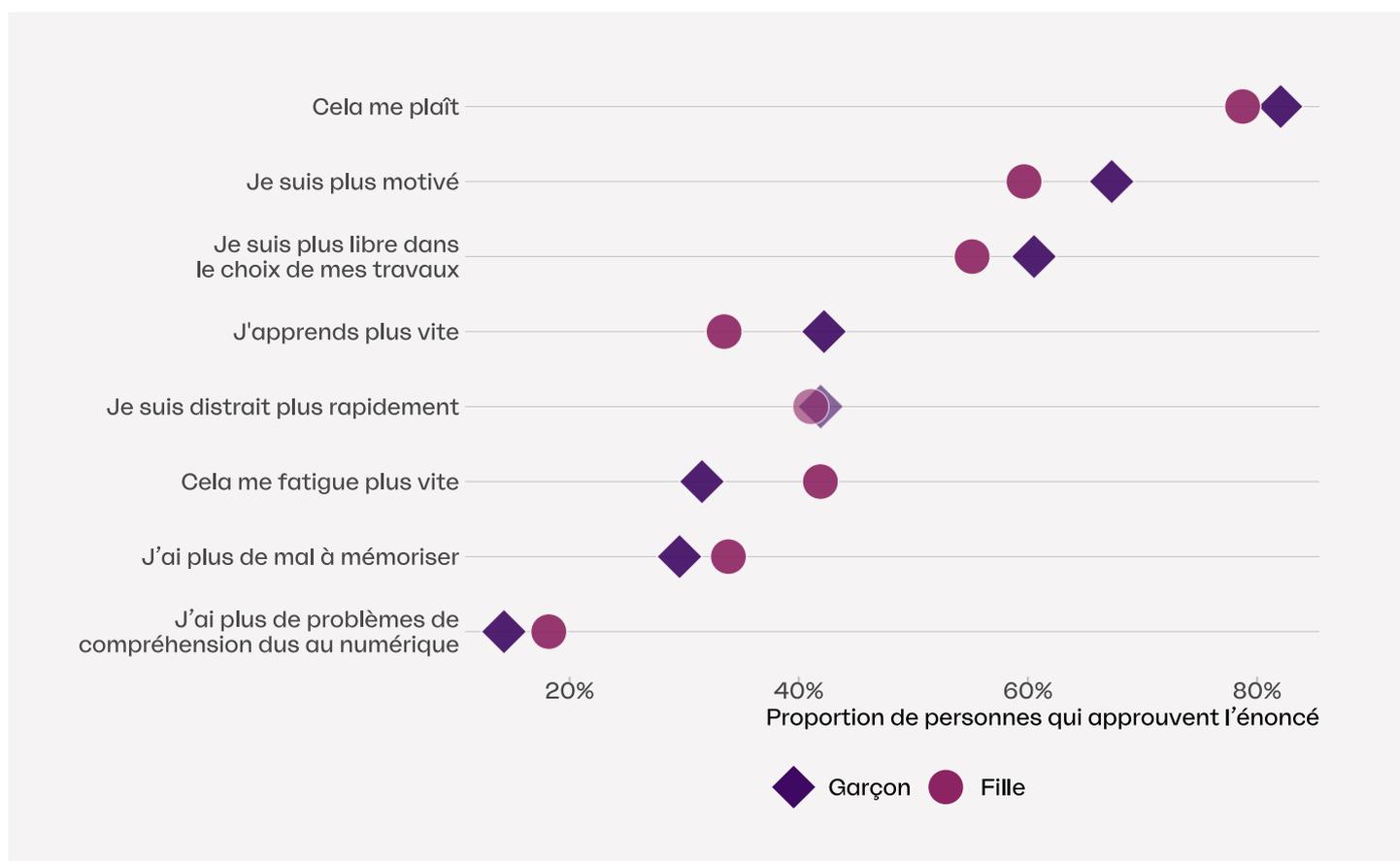
Graphique 31: Évaluation de l'apprentissage avec des ressources numériques par comparaison avec l'enseignement « analogique », selon le degré de scolarité

Remarques: propre présentation sur la base des données de l'enquête MDSS (dépouillement des données destiné au présent rapport). Dans le graphique, les rayons illustrent, pour chaque énoncé, la part des élèves qui déclarent « approuver » ou « plutôt approuver » cet énoncé. La marge d'erreur est inférieure à $\pm 3\%$.

Exemple de lecture: 51% des apprenantes et des apprenants du degré secondaire II se fatiguent plus rapidement par comparaison avec l'enseignement sans ressources d'apprentissage numériques lorsqu'ils doivent résoudre certaines tâches en utilisant un terminal numérique. Parmi les élèves du degré primaire et parmi ceux du degré secondaire I, ce pourcentage est de 32%. La différence entre les élèves du degré secondaire II et les élèves des degrés scolaires de niveau inférieur est statistiquement significative.

Les élèves filles sont plus critiques vis-à-vis de l'apprentissage avec des terminaux numériques

Les élèves filles aussi ont tendance à s'exprimer de manière plus critique que les élèves garçons vis-à-vis de l'utilisation des terminaux et applications numériques pour l'apprentissage. Par exemple, 42 % des élèves filles, mais seulement 32 % des élèves garçons, déclarent se fatiguer plus rapidement lorsqu'ils résolvent certaines tâches en recourant à des terminaux numériques. 42 % des élèves garçons, mais seulement 33 % des élèves filles, indiquent qu'ils apprennent plus rapidement lorsqu'ils résolvent certaines tâches avec des terminaux numériques. Parallèlement, il semble qu'une majorité prépondérante des élèves (filles et garçons) ont du plaisir à apprendre avec des terminaux numériques. Environ 80 % d'entre eux déclarent qu'ils aiment utiliser les ordinateurs fixes, tablettes, ordinateurs portables, etc. pour résoudre certaines tâches ou pour apprendre des contenus (voir Graphique 32).

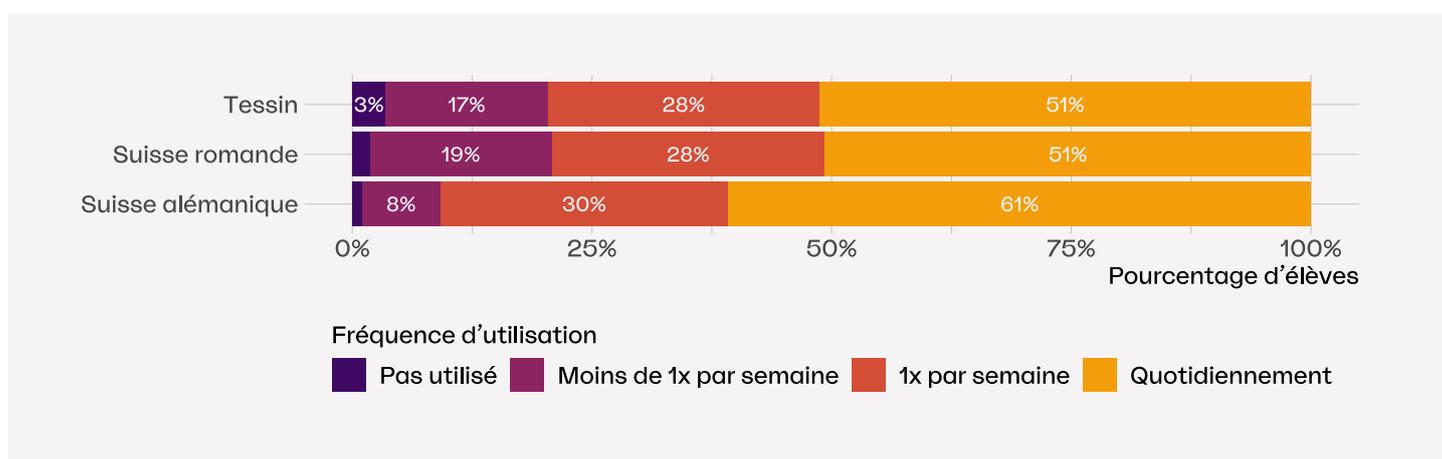


Graphique 32: Évaluation de l'apprentissage avec des ressources numériques par comparaison avec l'enseignement « analogique », par sexe

Remarques: propre présentation sur la base des données de l'enquête MDSS (dépouillement des données destiné au présent rapport). Les points illustrent le pourcentage des élèves filles (couleur claire) et le pourcentage des élèves garçons (couleur foncée) qui déclarent « approuver » ou « plutôt approuver » les énoncés cités. La marge d'erreur est inférieure à $\pm 2.1\%$.

Des différences marquées selon les régions linguistiques quant à l'utilisation des terminaux numériques à l'école et pour l'école

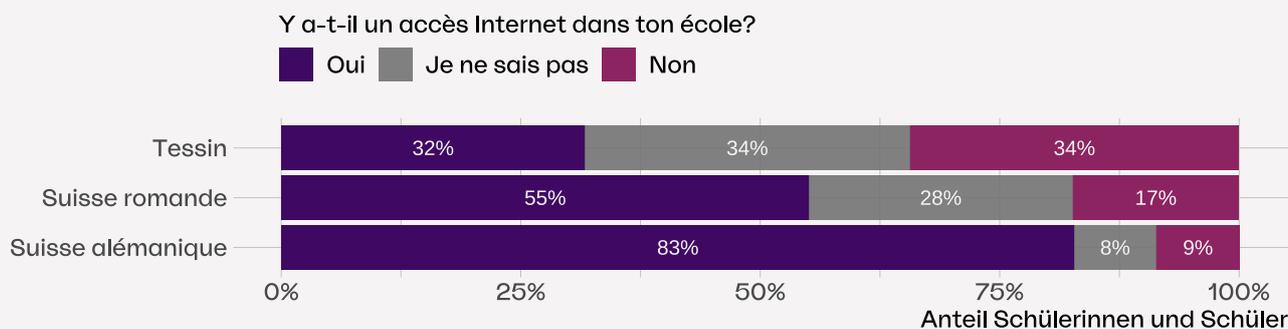
L'étude montre en outre qu'il existe des différences nettes selon les régions linguistiques dans l'utilisation des terminaux numériques et de l'Internet pour l'école et à l'école. Ainsi, moins de 10 % des élèves (filles et garçons) de Suisse alémanique déclarent utiliser plus rarement qu'une fois par semaine des terminaux numériques pour l'école ou à l'école. En Suisse latine, cela concerne en revanche 20 % des élèves (filles et garçons) (voir Graphique 33). Cela correspond, pour l'essentiel, aux différences selon les régions linguistiques dans les modèles d'habitudes d'utilisation qui peuvent être déduits également d'autres jeux de données statistiques (voir chapitre 6.1.1 ; 7.1.2).



Graphique 33: Fréquence d'utilisation des terminaux numériques, par région linguistique

Remarques: propre présentation sur la base des données de l'enquête MDSS (dépouillement des données destiné au présent rapport). Les graphiques illustrent le pourcentage d'élèves (garçons et filles) par région linguistique et par fréquence d'utilisation. Les réponses sont fondées sur l'agrégation de trois questions portant sur la fréquence d'utilisation des « ordinateurs fixes (PC, Mac, etc.) », « des laptops et des notebooks » et des « tablettes, iPad, etc. » à l'école ou à domicile pour l'école pendant la période située entre les vacances d'été 2020 et les vacances d'automne 2020. Il se peut que le type d'agrégation choisi sous-estime la fréquence effective d'utilisation des terminaux numériques. La marge d'erreur est inférieure à $\pm 3,5\%$.

Cela se reflète également dans la perception relative à l'accès à l'Internet. En Suisse alémanique, les élèves répondent beaucoup plus souvent par l'affirmative à la question « Y a-t-il dans ton école un accès à l'Internet ? » que ceux de Suisse latine (voir Graphique 34). Puisque le pourcentage effectif des écoles qui ne sont pas raccordées à l'Internet devrait être très faible dans toutes les régions linguistiques, le faible pourcentage d'élèves du Tessin et de Suisse romande qui déclarent qu'il n'y a pas d'accès à l'Internet dans leur école parle plutôt en faveur du fait que ces élèves n'utilisent pas les offres disponibles sur l'Internet pendant qu'ils sont à l'école.



Graphique 34: Accès à l'Internet à l'école, par région linguistique

Remarques: propre présentation sur la base des données de l'enquête MDSS (dépouillement des données destiné au présent rapport). Les graphiques illustrent la part des élèves par région linguistique et la réponse à la question «Y avait-il un accès à l'Internet dans ton / votre école pendant les semaines entre les vacances d'été et d'automne?». La marge d'erreur est inférieure à $\pm 1,6\%$.

5.2 L'effet de l'utilisation de ressources numériques sur les performances scolaires

Le recours aux ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage est souvent lié à de grands espoirs en une amélioration de la qualité de l'enseignement et en une augmentation du succès de l'apprentissage. Ces ressources devraient motiver plus fortement les élèves, et les contenus d'apprentissage devraient être présentés de manière plus tangible, plus compréhensible et plus pertinente pour la vie quotidienne. Cela devrait permettre l'individualisation des objectifs, des contenus et des parcours d'apprentissage, et cela devrait simplifier l'apprentissage collaboratif (voir Schaumburg & Prasse, 2019).

Mais la question de savoir si et dans quelle ampleur ces espoirs sont légitimes est une question contestée (Cuban, 2001 ; Luschei, 2013). En règle générale, des enquêtes réalisées sur la base des données de grandes études comparatives des performances scolaires, comme les études PISA, PIRLS ou TIMSS, ne constatent aucune indication qui laisserait à penser qu'une utilisation plus fréquente de ressources numériques entraîne une amélioration des performances scolaires moyennes (Woessmann & Fuchs, 2004 ; Skryabin, et al., 2015 ; OCDE, 2015b). Des études d'évaluation de programmes politiques d'encouragement à la diffusion des ressources numériques à l'école parviennent généralement à la conclusion que des investissements plus élevés dans des terminaux numériques entraînent certes une diffusion plus large et une utilisation plus intensive de ces technologies. Mais cette utilisation plus intensive n'entraîne pas une amélioration des performances de la plupart des élèves (voir Bulman & Fairlie, 2016 ; Escueta, Quan, Nickow, & Oreopoulos, 2017). En revanche, il existe un grand nombre d'enquêtes expérimentales qui montrent généralement un effet positif de diffé-

rentes technologies d'apprentissage sur le progrès d'apprentissage et sur les performances d'apprentissage (voir Liao & Hao, 2008 ; Liao & Lai, 2018). En comparaison directe avec des classes avec enseignement traditionnel, les élèves des classes où l'on travaille avec des ressources numériques présentent de meilleurs résultats dans les tests de performance réalisés dans des études expérimentales (Hillmayr, et al., 2017).

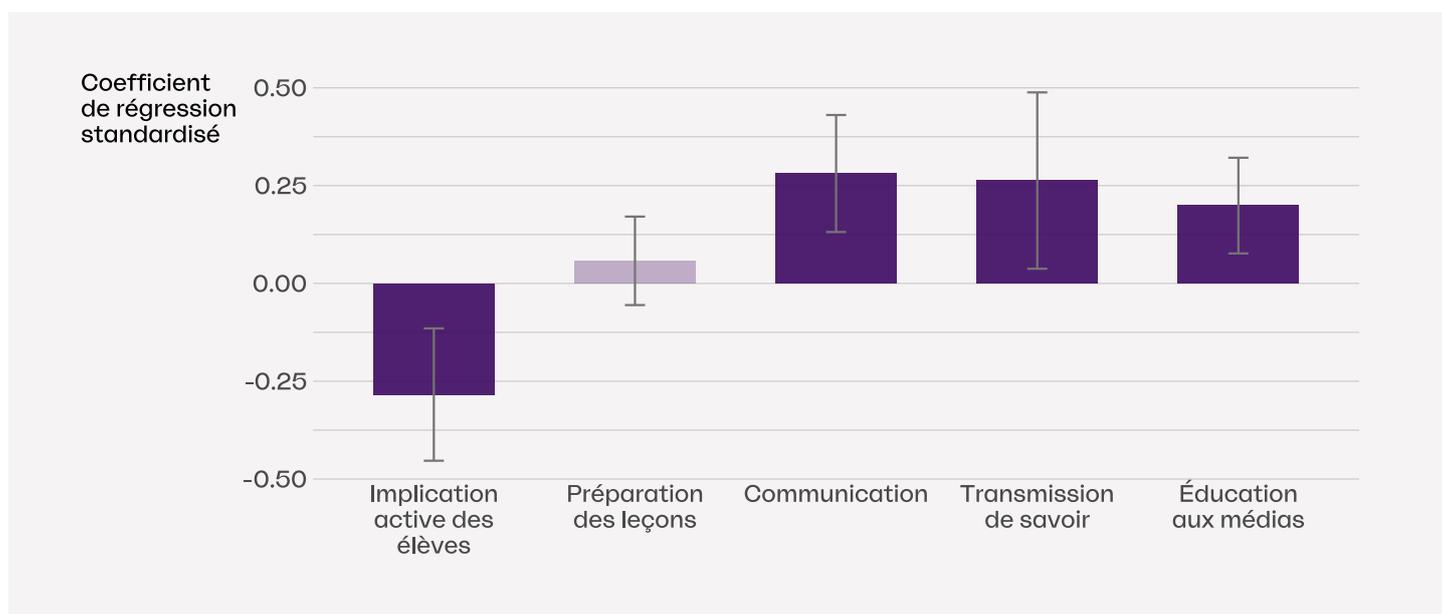
L'écart entre ces résultats demeure insuffisamment expliqué à ce jour. Dans la littérature scientifique internationale, il existe une série d'indications qui font penser que c'est surtout la prise en compte globale de l'effet des technologies numériques qui contribue à ce constat. Indépendamment du type de technologie ainsi que du but et de la qualité de son utilisation, on assiste à une superposition dans la mesure des effets positifs et négatifs. Une sélection d'élèves à niveau de performance plus faible dans une utilisation plus intensive de ressources numériques contribue également à cette situation (voir chapitre 6.1.2 et chapitre 7.3.1.5). (Comi, et al., 2017 ; Falck, Mang, & Woessmann, 2018 ; Petko, Cantieni, & Prasse, 2017). Cela signifie que les technologies numériques sont utilisées aussi bien là où elles sont supérieures aux méthodes d'apprentissage traditionnelles que là où elles produisent de plus mauvais résultats que des méthodes traditionnelles. Si l'on ne recense pas de manière séparée ces deux domaines d'utilisation, et si l'on enregistre uniquement la fréquence générale d'utilisation, voire la situation en matière d'équipement, l'effet constaté est alors égal à la moyenne des effets positifs et négatifs, pondéré par la fréquence relative du type d'utilisation concerné. Même des études qui permettent de formuler des énoncés sur une relation causale par le biais de l'effet général de l'utilisation de ressources numériques sur le succès de l'apprentissage ne fournissent qu'une image incomplète et fortement simplifiée de cette relation.

Dans une étude par sondage réalisée auprès d'élèves de la 10^e classe, Comi et al. (2017) constatent une utilisation plus fréquente des ordinateurs par des élèves en mathématiques et en langue italienne qui va de pair avec des performances plus faibles dans ces deux disciplines (Graphique 35). En revanche, l'utilisation d'ordinateurs par des enseignantes et des enseignants pour la transmission de connais-

41 Les résultats de l'enquête PISA 2018 pour la Suisse mettent en évidence une relation similaire entre l'utilisation active des technologies numériques par des élèves, et des performances en mathématiques, en sciences naturelles et dans des compétences de lecture (Crotta, Ambrosetti, & Salvisberg, 2019). Dans ces matières, les élèves enregistrent de meilleurs résultats lorsque c'est exclusivement leurs enseignantes et leurs enseignants qui utilisent l'ordinateur pendant les cours. En revanche, les performances des élèves qui utilisent eux-mêmes également des ressources numériques pendant l'enseignement ont des résultats qui se situent même en-dessous des performances de leurs camarades n'ayant jamais de recours aux ressources numériques dans l'enseignement. Toutefois, ces résultats n'autorisent aucune conclusion sur l'effet causal de l'utilisation de l'ordinateur sur les performances d'apprentissage. Ainsi, p. ex., il n'est pas clair de savoir si des enseignantes et des enseignants font appel à l'ordinateur en tant qu'instrument de motivation pour des élèves de niveau plus faible.

sances, pour l'éducation aux médias ainsi que pour la communication et la formation continue vont de pair avec des performances plus élevées de leurs élèves. Falck, Mang, & Woessmann (2018) montrent, dans les données de l'enquête TIMSS de 2011, que l'utilisation d'ordinateurs par des élèves des degrés de classe 4 et 8 est en corrélation avec des performances plus élevées (en mathématiques et en sciences naturelles) lorsqu'ils sont utilisés pour la recherche d'informations. Des performances plus faibles sont constatées lorsque l'ordinateur est utilisé pour s'exercer. Ces résultats laissent penser que l'utilisation de ressources numériques n'a pas d'effet uniforme sur les élèves. C'est plutôt le type d'utilisation qui détermine si le recours à ces ressources sera finalement productif.

À ce jour, seul un nombre restreint d'études ont été réalisées sur cette question. C'est pourquoi on ne saurait dire avec certitude quelles formes d'utilisation encouragent effectivement l'apprentissage. D'autres enquêtes seraient donc nécessaires pour corroborer ou réviser les relations constatées. En particulier, on ignore largement dans quelle mesure ces relations restent stables au fil du temps. Compte tenu de l'évolution technique vertigineusement rapide dans les domaines



Graphique 35: Type d'utilisation de l'ordinateur par des enseignantes et des enseignants et succès d'apprentissage des élèves

Remarques: propre présentation sur la base des résultats de Comi, et al. (2017, p. 33). Les résultats se fondent sur deux enquêtes par sondage représentatives effectuées auprès d'élèves et d'enseignantes et d'enseignants de 10^e année (selon HarmoS) de la région italienne de Lombardie.

Exemple de lecture: une augmentation d'un écart-type de la fréquence d'utilisation d'ordinateurs par des enseignantes et des enseignants pour la transmission de connaissances va de pair avec l'augmentation d'un quart de l'écart-type des performances scolaires en mathématiques et en italien. Cela correspond à environ 3 à 4,5 points sur l'échelle de 100 points utilisée dans l'étude. En moyenne, les élèves réalisent 78 points en italien et 58 points en mathématiques.

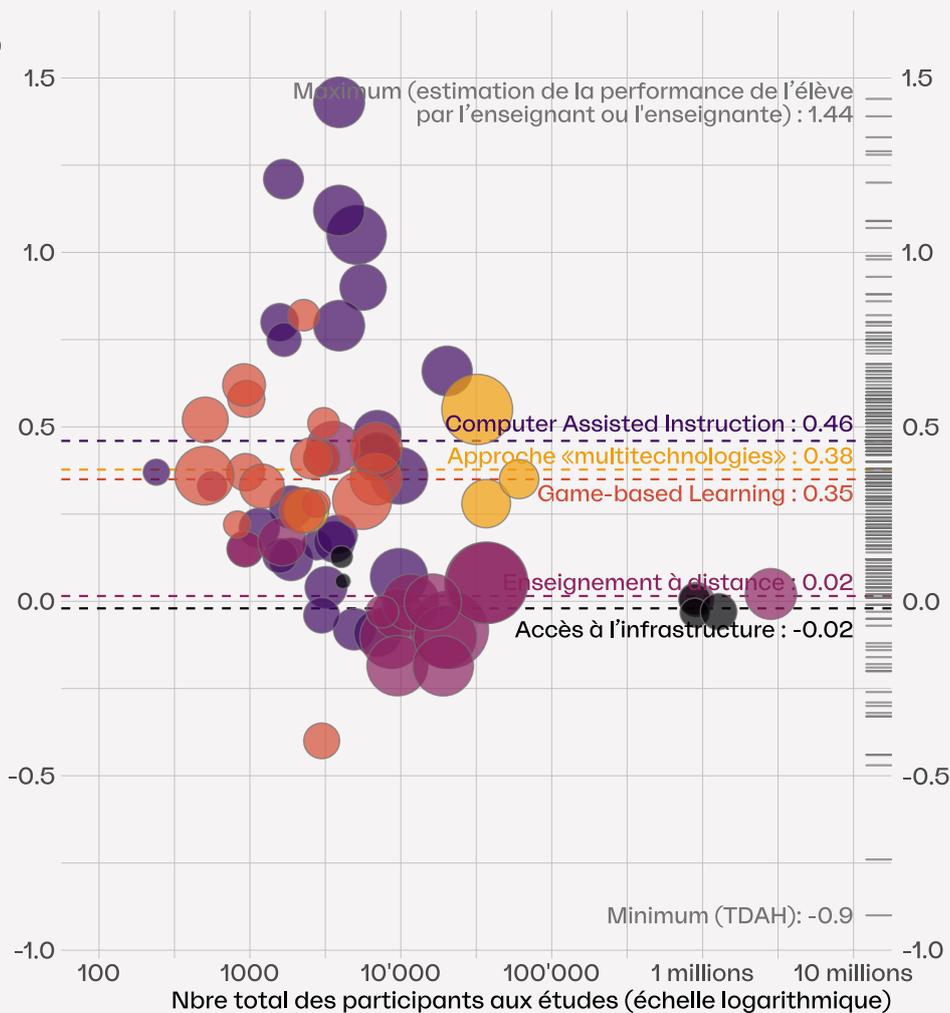
du hardware et des applications, la question de savoir si des résultats basés sur des données qui ont été enregistrées en 2011 (Falck, Mang, & Woessmann, 2018) ou en 2012 (Comi et al., 2017) sont encore valables aujourd'hui est une question ouverte.

Un autre défi à relever pour ce qui est de l'identification de l'effet de ressources numériques sur le succès de l'apprentissage réside dans le fait que le concept de « ressources numériques » ne décrit pas une construction monolithique. Il s'agit en effet d'un concept générique qui contient un large éventail de terminaux et d'applications (p. ex. des applications d'apprentissage) ainsi que leur combinaison pédagogiquement fondée (p. ex. apprentissage actif basé sur la résolution de problèmes, « digital game-based learning ») (Petko, Cantieni, & Prasse, 2017). Au vu de l'immense diversité des approches, la réduction à la mesure d'un seul effet peut être considérée, dans le meilleur des cas, comme posant de grandes difficultés – et dans le pire des cas comme fallacieuse.

Si l'on étudie de manière séparée selon différentes approches technologico-pédagogiques ou selon différentes technologies (Graphique 36) les résultats de différentes méta-analyses relatives à l'effet des ressources numériques sur la performance d'apprentissage et la motivation d'apprentissage, il est frappant de constater qu'en moyenne, les tailles d'effet diffèrent nettement d'une approche à l'autre. Comme déjà discuté ci-dessus, la mise à disposition d'une infrastructure (supplémentaire) n'induit pas une amélioration de la motivation d'apprentissage ou de la performance d'apprentissage. On ne constate pas non plus de différences systématiques entre les élèves qui suivent un enseignement à distance et les élèves qui suivent un enseignement en présentiel. En revanche, en moyenne, d'autres types d'application présentent des effets positifs et modérément forts sur le succès d'apprentissage. En font partie le recours à des jeux d'apprentissage et à des programmes de simulation (« digital game-based learning ») ainsi que le recours à des applications de soutien aux processus d'enseignement et d'apprentissage telles que des systèmes de tutorat (intelligent) et des systèmes d'exercices (« computer-assisted instruction »). L'effet correspond approximativement à l'effet moyen de tous les paramètres d'influence sur le succès d'apprentissage étudiés par Hattie (Hattie & VisibleLearningMeta, 2020). Cela parle en faveur du

42 Il faut toutefois faire preuve de prudence dans l'interprétation des résultats pour l'enseignement à distance. Une grande part des méta-analyses prises en compte combinent des études individuelles relatives aux élèves sur l'ensemble des niveaux scolaires, étant précisé que la plupart des études individuelles ont été réalisées au degré tertiaire. Des méta-analyses qui sont axées de manière prédominante sur des études du degré primaire et secondaire montrent tendanciellement un effet légèrement négatif de l'enseignement à distance sur la performance d'apprentissage et sur le succès d'apprentissage.

Taille d'effet
(«d» de Cohen)



Répartition de la taille d'effet de paramètres d'influence (n = 277) déjà connus selon Hattie/Visible Learning Meta (2020)

Objet de recherche

- Accès à l'infrastructure
- Computer Assisted Instruction
- Enseignement à distance
- Game-based Learning
- Approche «multitechnologies»

Nombre d'études

- 10
- 50
- 100

Graphique 36: Effet des ressources numériques sur la motivation d'apprentissage et le succès d'apprentissage à l'école primaire et secondaire, par type de technologie

Remarques: propre évaluation de 71 tailles d'effet moyennes sur la base de 58 méta-analyses. Les données proviennent des méta-analyses de Bulman & Fairlie (2016), Escueta, et al. (2017) et de Hattie & VisibleLearningMeta (2020), ainsi que de la méta-analyse secondaire de Liao & Lai (2018). Des méta-analyses prennent en compte les résultats de 1283 études individuelles réalisées auprès d'un total de 5,2 millions d'élèves au degré primaire, secondaire et tertiaire. Des méta-analyses axées spécifiquement sur le degré tertiaire ont été ôtées du jeu de données. Des études individuelles proviennent d'un grand nombre de pays et de régions, étant précisé que les études provenant de pays anglo-saxons et asiatiques prédominent.

Exemple de lecture: chaque point représente le résultat d'une méta-analyse. La taille d'effet moyenne a été reportée sur l'axe vertical du graphique. La méthode de mesure utilisée (la taille d'effet «d» de Cohen) décrit la différence entre le groupe traité et le groupe contrôle relativement à l'écart-type des performances mesurées dans le groupe contrôle. Elle indique l'ampleur de la différence entre ces deux groupes relativement à la variabilité des performances de manière générale. Des valeurs élevées indiquent d'importantes différences. L'axe horizontal illustre la somme de tous les participants des études individuelles prises en compte dans la méta-analyse. La taille des points décrit le nombre des études individuelles évaluées dans la méta-étude.

fait que du moins certains buts d'utilisation déterminés de ressources numériques peuvent accroître le succès moyen d'apprentissage. Il semble en particulier que des ressources numériques qui soutiennent les élèves lorsqu'ils apprennent, exercent et élaborent des contenus de manière autonome sont prometteuses à cet égard.⁴³ De plus, il est évident que l'intensité moyenne de l'effet des méta-analyses individuelles, du moins pour les types d'applications qui ont un effet moyen positif, varie dans une forte mesure. Cette intensité va des effets modérément négatifs jusqu'aux effets fortement positifs. Dans ce contexte, certaines méta-analyses atteignent des intensités moyennes d'effets qui sont égales, voire qui dépassent les intensités des plus forts degrés d'influence connus.⁴⁴ Cela parle en faveur du point de vue selon lequel, même au sein de certains concepts ou technologies pédagogique-techniques, il existe des différences considérables dans le degré de contribution au succès d'apprentissage et à la motivation d'apprentissage.

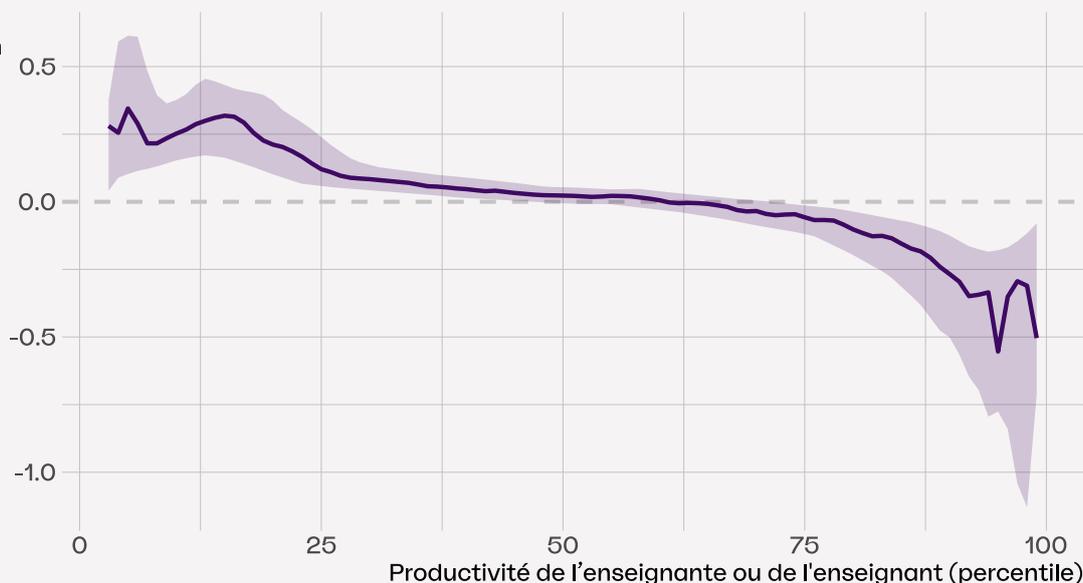
Ces différences peuvent être dues à une série de facteurs. Ainsi, en règle générale, c'est dans les études individuelles qui sont réalisées dans des pays moins développés comme la Turquie et l'Inde (Muralidharan, Singh, & Ganimian, 2019 ; Banerjee, Cole, Duflo, & Linden, 2007) que l'on rencontre des effets particulièrement importants. Cela parle en faveur de l'idée selon laquelle l'efficacité relative de certaines technologies d'apprentissage dépend aussi notamment du degré de qualité de la solution alternative – à savoir l'enseignement traditionnel. Étant donné qu'en Suisse, la qualité de l'enseignement est généralement élevée, il se peut que la marge de manœuvre disponible pour une amélioration supplémentaire par l'utilisation de ressources numérique soit plus étroite que dans des systèmes éducatifs moins bien dotés. Toutefois, des études plus récentes montrent aussi que des différences dans la productivité des enseignantes et des enseignants au sein d'un système éducatif ont une influence sur l'efficacité de technologies numériques (Taylor, 2018). Les élèves américains d'enseignantes et d'enseignants moins productifs ont pu accroître leurs performances en mathématiques lorsqu'on a utilisé des systèmes de tutorat intelligent dans l'enseignement. En revanche, les élèves d'enseignants très productifs ont eu tendance à réaliser de moins bons résultats lors de l'utilisation de ces ressources (Graphique 37).⁴⁵

43 Des résultats similaires sont aussi constatés par Hattie (Hattie & VisibleLearningMeta, 2020). Sur 25 catégories d'utilisation de ressources numériques, on constate des tailles d'effet petites à modérées (valeur moyenne $d=0,33$). Les valeurs vont de $d=-0,07$ pour le recours aux médias sociaux en tant qu'outil pédagogique à $d=0,57$ pour le recours aux technologies numériques afin de soutenir des élèves ayant des handicaps d'apprentissage.

44 Pour des raisons de clarté et de crédibilité, une méta-analyse comportant une intensité d'effet très élevée ($d=3,84$) a été enlevée de la présentation.

45 Cette variation de la productivité s'explique, du moins pour partie, par le fait que (seuls) des enseignants productifs ailleurs, en réaction à l'introduction de ces technologies, ont réduit l'étendue de leur préparation d'enseignement.

Ecart dans les performances en mathématiques entre les classes avec systèmes de tutorat intelligent et les classes sans systèmes de tutorat intelligent

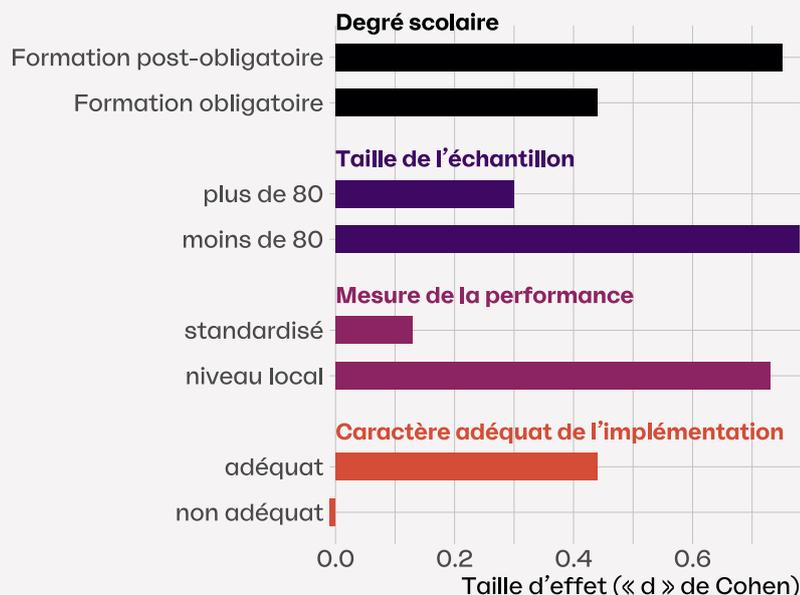


Graphique 37: Effet du recours à des systèmes de tutorat intelligent dans l'enseignement des mathématiques selon la productivité de l'enseignante ou de l'enseignant

Remarques: source: Taylor (2018, p. 42). Les données du présent graphique ont été sélectionnées à l'aide d'un outil d'extraction (Larsen, 2020). Dès lors, on constate de légers écarts entre la présentation ci-dessus et la présentation figurant chez Taylor (2018). La ligne continue du graphique représente l'effet moyen. Les lignes discontinues illustrent l'intervalle de confiance de 95%. La productivité de l'enseignante ou de l'enseignant est mesurée sur la base des performances moyennes en mathématiques des élèves d'une classe consécutives à l'utilisation de ces systèmes de tutorat intelligent (« teacher-fixed effects »). Ces performances proviennent d'un calcul par régression standardisée effectué à la suite des résultats des tests enregistrés lors des expériences sur les performances en mathématiques avant le début de l'expérience, ainsi que de variables d'indicateurs pour chaque école et pour chaque enseignante et enseignant.

Exemple de lecture: le recours à des systèmes de tutorat intelligent accroît d'environ + 0,2 d'écart-type les performances moyennes en mathématiques pour les élèves dont l'enseignante ou l'enseignant compte parmi les 25% d'enseignantes et d'enseignants les moins productifs. Mais il réduit dans une ampleur similaire les performances moyennes pour les élèves dont l'enseignante ou l'enseignant compte parmi les 25% d'enseignantes et d'enseignants les plus productifs.

En outre, des comparaisons systématiques d'études individuelles (p. ex. Kulik & Fletcher, 2016 ; Chauhan, 2017 ; Steenbergen-Hu & Cooper, 2013) montrent que les intensités d'effets mesurées dépendent de plusieurs facteurs, comme le type de design de ces études individuelles, le type de mesure des performances, la taille de l'échantillon, le niveau scolaire, la durée d'utilisation, ou l'implémentation correcte de la technologie et de son intégration dans une pratique pédagogique adéquate (voir Graphique 38). À cet égard, les effets les plus importants proviennent d'études comportant un design quasi-expérimental, une brève durée d'utilisation dans de petits échantillons d'élèves du degré de scolarité post-obligatoire, étant précisé que ces études évaluent les performances sur la base de procédures de test auto-développées conçues sur mesure pour la ressource numérique concernée. Les effets les plus faibles sont mesurés avec une durée d'utilisation moyenne, dans de grands échantillons, en recourant à des mesures de performances standardisées et à un design expérimental. Les facteurs méthodologiques jouent donc un rôle important pour l'explication de la variance observable dans les résultats d'études expérimentales. Toutefois, même les études les



Graphique 38: Effet des systèmes de tutorat intelligent sur les performances d'apprentissage en fonction du design des études scientifiques

Remarques: propre présentation,. Source: Kulik & Fletcher (2016). La catégorie « Adéquation de l'implémentation » (« implementation adequacy ») se rapporte aux problèmes techniques et pédagogiques lors de l'utilisation ou de l'exploitation des systèmes au cours de l'expérience. En font partie également, outre les problèmes techniques, des écarts des élèves ou des enseignantes et des enseignants par rapport aux directives du programme (p. ex. lorsque des systèmes sont utilisés plus rarement que ce qui est recommandé).

plus rigoureuses méthodologiquement (à savoir les études réalisées avec de grands échantillons, avec des mesures standardisées des résultats et avec un design expérimental) présentent des effets faibles à moyens de ressources numériques – en particulier de systèmes de tutorat (intelligent) – sur les performances d'apprentissage.

En résumé, les résultats des méta-analyses parlent en faveur de l'idée que l'utilisation de ressources numériques accélère les processus d'apprentissage et peut améliorer les performances d'apprentissage. C'est particulièrement le cas si ces ressources soutiennent les élèves lorsqu'elles et ils apprennent ou s'exercent de manière autonome, ou lorsqu'elles et ils élaborent elles-mêmes et eux-mêmes de nouvelles situations de fait. Prenons pour exemples l'utilisation de programmes de tutorat (intelligent) lorsque les élèves font leurs devoirs à domicile ou lorsqu'ils réalisent un travail individuel pendant l'enseignement (voir Steenbergen-Hu & Cooper, 2013). Si des ressources numériques sont utilisées dans l'interaction entre apprenantes et apprenants et enseignantes et enseignants, ce qui est décisif pour l'efficacité, c'est la question de savoir si et comment les méthodes d'enseignement traditionnelles sont remplacées ou complétées par des ressources numériques. En règle générale, des ressources numériques qui soutiennent l'enseignante ou l'enseignant, en enrichissant des explications par des visualisa-

tions supplémentaires ou par des exemples pratiques, semblent apporter un effet bénéficiaire pour les performances d'apprentissage des élèves. En revanche, si des ressources sont utilisées pour remplacer l'enseignante ou l'enseignant, p. ex. en externalisant la tâche consistant à donner des explications et à encadrer les élèves pour la confier à l'ordinateur ou au programme d'apprentissage, il y a lieu de craindre que les performances des élèves auront plutôt tendance à se détériorer (voir Kulik & Fletcher, 2016). Ici également, le risque existe en particulier que des enseignants très productifs ailleurs réduisent leurs efforts avec l'introduction de ressources d'apprentissage numériques, ce qui aura aussi des effets négatifs sur les performances de leurs élèves.

De manière générale, il semble que l'utilisation de ressources d'apprentissage numériques est plus avantageuse pour des apprenantes plus âgées et des apprenants plus âgés. Même les enquêtes sur les progrès d'apprentissage réalisées pendant les fermetures de classes du printemps 2020 dues au COVID-19 montrent que des élèves plus âgés ont tendance à pouvoir utiliser ces ressources de manière plus productive. Par exemple, une évaluation de données d'une plateforme d'apprentissage adaptatif utilisée en Suisse montre que les performances d'apprentissage des élèves de l'école primaire ont nettement chuté au cours de l'enseignement à distance. En revanche, les progrès d'apprentissage des élèves du degré secondaire I n'ont pas souffert de la transition entre enseignement en présentiel et enseignement à distance (Tomasik, Helbling, & Moser, 2021). L'étude montre aussi qu'avec le recul des performances moyennes d'apprentissage des élèves du degré primaire, on constate un net accroissement de l'hétérogénéité dans l'évolution des élèves. Cela parle en faveur de l'idée qu'un certain degré d'autonomie et d'auto-motivation est nécessaire pour pouvoir utiliser des ressources numériques de manière fructueuse. Mais le fait que l'effet de ressources numériques sur les performances d'apprentissage dépend en partie des conditions préalables des élèves recèle aussi le risque que leur utilisation creuse encore des écarts socio-économiques existants dans les performances d'apprentissage (Jaggars, 2011 ; Patterson & Patterson, 2017).

Une implémentation et une utilisation adéquates des technologies est aussi une condition préalable d'importance cruciale pour que ces technologies puissent générer une valeur ajoutée pour l'enseignement et l'apprentissage (voir Chatterji, 2018 ; Jacob, et al., 2016). Une enquête portant sur un programme de tutorat destiné à l'enseignement de la géométrie (« cognitive tutor geometry ») montre que ce n'est pas quelque chose qui va de soi. Cette enquête a montré qu'un pourcentage considérable d'enseignantes et d'enseignants ont rencontré des problèmes dans l'application de formes de travail collaboratif, dans la mise en lien entre des activités assistées par ordinateur et l'enseignement dispensé dans la salle de

classe, et en ce qui concerne le maintien du rythme d'apprentissage attendu (Pane, et al., 2010). La condition à remplir d'importance décisive pour pouvoir utiliser avec succès des ressources numériques dans l'enseignement n'est pas seulement que des enseignantes et des enseignants comprennent bien la technologie. Il est aussi important qu'ils connaissent les possibilités et les limites des différentes applications. Conformément à ce qui précède, le recours aux ressources numériques dans l'enseignement pose donc des exigences considérables à la formation et à la formation continue des enseignantes et des enseignants. En outre, en raison du dynamisme propre à l'évolution technologique, les connaissances acquises doivent être continuellement étendues et adaptées.

Des difficultés initiales dans l'intégration de ces ressources dans l'enseignement de la discipline et des obstacles de nature technique sont des facteurs qui expliquent aussi pourquoi il arrive souvent que des effets durables de ressources numériques ne deviennent visibles qu'à moyen ou long terme. Des évaluations longitudinales de certains programmes ont montré qu'en règle générale, pendant l'année de l'introduction de ressources numériques, elles n'ont aucun effet attestable sur les performances d'apprentissage (ou que cette introduction induit un recul des performances). Ce n'est qu'après deux ou trois ans que les élèves qui utilisent des ressources numériques enregistrent de meilleurs résultats que ceux qui n'en utilisent pas (Pane, et al., 2014 ; Hull & Duch, 2019 ; VanLehn, et al., 2005). Les élèves, mais surtout les enseignantes et les enseignants, ont besoin de temps pour acquérir suffisamment de compétences dans l'utilisation (technique) de ces systèmes et pour adapter leur pratique pédagogique aux possibilités et aux exigences de ces technologies (voir Koedinger & Anderson, 1993). La moyenne des intensités d'effets à long terme se situe à environ 0,1 écart-type. Ces effets sont nettement plus faibles que les effets très importants qui sont constatés dans de nombreuses études de courte durée (inférieure à deux mois). Parallèlement, ces effets sont plus importants que les effets provenant d'enquêtes conçues pour une moyenne durée (entre deux mois et une année environ). De grands effets à court terme s'expliquent généralement par ce qu'on appelle l'« effet de nouveauté ». Ce dernier énonce que le seul fait qu'un changement a lieu peut accroître la motivation des élèves (voir Hillmayr, et al., 2017). Très souvent, de petits effets, voire des effets négatifs d'enquêtes conçues pour le moyen terme sont le résultat de l'« implementation dip » (baisse due à l'implémentation) (Cukurova & Luckin, 2018). Ce concept désigne le recul temporaire de performances et de la confiance en soi lors de la transition d'une technologie vers une autre.

46 Des effets d'un ordre de grandeur de 0,1 écart-type correspondent approximativement à une amélioration d'un trimestre d'année scolaire dans les performances scolaires enregistrées dans des tests comparatifs standardisés de performances (Bloom, Hill, Black, & Lipsey, 2008).

Enfin, les résultats de différentes évaluations de programmes d'apprentissage (intelligent) individuels montrent qu'il existe des différences considérables dans la qualité, et par conséquent dans l'efficacité de certaines applications qui sont autrement similaires (Campuzano, et al., 2009 ; Baker & Gowda, 2018). Par exemple, Baker & Gowda (2018) analysent des données de protocole sur l'utilisation de 150 programmes d'apprentissage provenant de 48 districts scolaires aux États-Unis. Elles indiquent que, sur la moyenne de l'ensemble de ces programmes d'apprentissage, il n'existe aucun lien entre la fréquence d'utilisation (nombre de jours où un programme d'apprentissage a été utilisé) ou la durée d'utilisation (nombre de minutes pendant lesquelles un programme d'apprentissage a été utilisé) et les améliorations de performances d'apprentissage (en mathématiques, sciences naturelles et anglais) au cours d'un semestre scolaire. Il y a toutefois une forte dispersion des effets des différents programmes. L'utilisation de quelques programmes d'apprentissage va de pair avec une forte chute des performances scolaires. Mais il existe aussi des programmes d'apprentissage dont l'utilisation entraîne des améliorations considérables de performances d'apprentissage. L'hétérogénéité extrêmement élevée de l'intensité des effets de produits autrement similaires soulève la question de savoir dans quelle mesure une évaluation globale indifférenciée de l'utilisation de « ressources numériques » dans l'éducation apporte véritablement des informations utiles. Comme le soulignent McFarlane, et al., (2000, p. 9) dans une enquête sur la littérature scientifique datant des toutes premières enquêtes sur l'effet de ressources numériques:

«The problem is analogous to that of asking whether books are having an impact on learning: books are a medium for transmitting information, they cover a vast range of content, structure and genres, they can be used in an infinite variety of ways. It is therefore extraordinarily difficult to make generalised statements about their impact on learning.»

Partant, il semble plus judicieux d'évaluer les effets d'applications informatiques concrètes et de formes d'utilisation déterminées au lieu de parler de manière générale de l'efficacité des ordinateurs et des ressources numériques (Sancho, 2010).

5.3 Potentiel de distraction en cas d'utilisation à des fins privées dans l'enseignement

Les apprenantes et les apprenants qui ont à leur disposition des terminaux numériques dans l'enseignement utilisent souvent ces appareils également à des fins privées, p. ex. pour consulter des courriels ou pour leur répondre, ou pour

utiliser des services de messagerie instantanée, pour jouer à des jeux vidéo ou pour rechercher des informations sur l'Internet (Langford, Narayan, & Von Glahn, 2016 ; Goundar, 2014 ; McCoy, 2016). Des mesures techniques montrent qu'en cas de possibilités illimitées d'utilisation, les élèves consacrent entre 15 % et 90 % du temps d'enseignement à utiliser à titre privé des services numériques (Kraushaar & Novak, 2010 ; Ragan, et al., 2014 ; Ravizza, Uitvlugt, & Fenn, 2016). La fréquence du taux d'utilisation privé augmente avec la diminution de l'intérêt pour les contenus des cours (Conard & Marsh, 2014 ; Gupta & Irwin, 2016).

Même une utilisation intensive et parallèle à des fins tant privées que scolaires ne semble avoir que de faibles effets à court terme sur la capacité de mémorisation et sur les performances d'apprentissage. Plusieurs études montrent que des différences entre les élèves qui utilisent à des fins privées les terminaux numériques pendant un cours et ceux qui ne le font sont comparativement réduites lorsqu'on mesure les performances pendant le temps d'enseignement ou directement à la suite du cours (Glass & Kang, 2019 ; Rosen et al., 2011 ; Fauguet-Alekhine, 2015). Toutefois, ces petits effets à court terme se cumulent au fil du temps de sorte qu'à moyen ou long terme, cela génère une différence de performance considérable entre les deux groupes d'élèves (Carter, Greenberg, & Walker, 2017 ; Ravizza, Uitvlugt, & Fenn, 2016 ; Gaudreau, Miranda, & Gareau, 2014 ; Glass & Kang, 2019). D'ailleurs, l'utilisation privée pendant l'enseignement peut aussi avoir des effets négatifs sur l'attention des élèves (et donc sur leurs capacités de performance) qui sont seulement assis à proximité de ceux qui utilisent les terminaux numériques à des fins extrascolaires (Sana, Weston, & Cepeda, 2013 ; Yamamoto, 2008).

Dans des sondages réalisés auprès de parents, d'enseignantes et d'enseignants et d'élèves, le potentiel de distraction des terminaux et services numériques fait donc aussi partie des points d'importance critique les plus souvent cités s'agissant du recours aux terminaux numériques dans l'enseignement (Scherer & Hatlevik, 2017 ; Laxman & Holt, 2017 ; Fraillon, et al., 2019a ; Oggenfuss & Wolter, 2021).

Puisque c'est presque exclusivement pour le degré tertiaire que nous disposons jusqu'à présent d'enquêtes relatives à l'utilisation effective de terminaux numériques à des fins privées pendant l'enseignement ainsi que d'enquêtes sur l'effet du multitasking sur les performances d'apprentissage, il est difficile de formuler des énoncés pour le domaine de la scolarité obligatoire. Et ce, en particulier parce que les exigences posées à l'auto-contrôle et à la responsabilité individuelle sont plus élevées dans le degré tertiaire. On peut dire néanmoins qu'également dans la scolarité obligatoire, une utilisation incontrôlée et illimitée de terminaux numériques dans l'enseignement entraînerait très probablement de fortes chutes

de performance. Des règles claires et une restriction technique à l'accès à certains services, comme les médias sociaux, semblent ici judicieuses. Des études plus récentes montrent en outre également que des applications qui aident les élèves dans l'auto-régulation de l'utilisation de services numériques induisent un recul considérable de l'utilisation privée d'appareils numériques dans l'enseignement (Kim, et al., 2017).

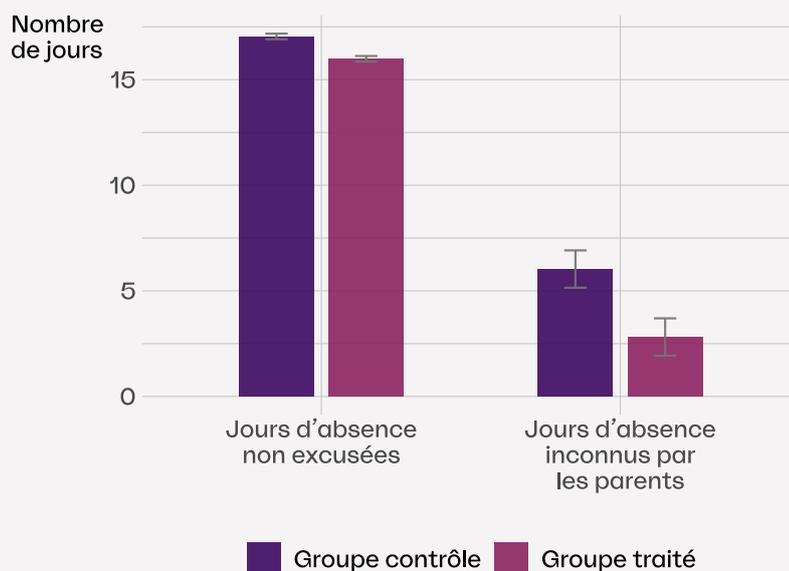
5.4 Utilisation de moyens de communication numériques afin d'impliquer les parents et les personnes investies de l'autorité parentale

L'implication des parents et des personnes investies de l'autorité parentale dans l'évolution scolaire de leurs enfants est un élément important souhaitable qui doit faire partie intégrante de l'éducation formelle. Des analyses systématiques de la littérature scientifique montrent qu'il existe une corrélation forte entre l'intérêt et l'implication des parents et les performances scolaires de leurs enfants (voir Wilder, 2014 ; Ma, et al., 2016). Ce lien peut être observé indépendamment du contexte culturel, du niveau de formation et de l'arrière-plan socio-économique des parents ou de la forme de l'implication parentale, et ce, pour tous les niveaux d'éducation.

Des formes de communication numérique comme les courriels, les services de transmission de messages courts (SMS) ou des portails web (« educational dashboards ») mettent à disposition des possibilités facilement accessibles et peu onéreuses qui permettent de communiquer rapidement aux parents des informations pertinentes sur l'évolution du comportement (p. ex. en cas d'absences non excusées) et des performances de leurs enfants. On ne dispose d'aucune donnée solide sur la diffusion de ces canaux de communication technologique entre l'école et le domicile des parents en Suisse. Mais des enquêtes internationales indiquent que la mise à disposition ciblée d'informations via des plateformes web n'entraîne une amélioration des performances et du comportement scolaires que si les parents reçoivent régulièrement des informations à titre supplémentaire par le biais d'autres canaux, comme le courrier postal, le téléphone, ou les SMS (p. ex. Kraft & Rogers, 2015 ; Bergman & Rogers, 2017). Sinon, la plupart des parents n'utilisent pas du tout les plateformes web ou ne comprennent pas les informations qui y sont mises en ligne (Selwyn, et al., 2011 ; Miller, Brady, & Izumi, 2016). Si l'on combine ces deux types de canaux d'information, des études

47 Elite L'implication des parents se rapporte à un large éventail de modes de comportement (voir Sanders & Epstein, 1998). Ils vont de l'intérêt général et des discussions régulières au sujet de la vie scolaire quotidienne à la participation active à la vie de l'école en tant qu'institution (p.ex. au travers de l'implication d'associations de représentant-e-s des parents).

expérimentales américaines constatent un effet relativement important de ces mesures (voir Graphique 39). Ainsi, le nombre d’absences inexcusées diminue d’environ 6 %, et le nombre de cours non réussis baisse d’environ 10 %, alors que les notes moyennes de fin d’année s’améliorent d’environ 10 % (Bergman & Rogers, 2017 ; Rogers & Feller, 2018). Les effets des interventions de ce genre sont plus marqués parmi les élèves ayant un niveau d’apprentissage plus faible, ce qui s’explique du moins en partie par le fait que leurs parents ont tendance à être moins bien informés sur le comportement et les performances scolaires de leurs enfants (Bergman & Chan, 2017). De plus, cette approche est extrêmement efficace du point de vue des coûts. Une expérience de terrain menée dans le district scolaire de Philadelphie estime à six dollars US les coûts par jour de présence supplémentaire. Cela correspond à environ un dixième des coûts d’interventions efficaces comparables (Rogers & Feller, 2018).



Graphique 39: Jours d’absence avec et sans information des parents

Remarques: propre présentation sur la base de Rogers & Feller (2018, p. 338-339). Les données du présent graphique ont été sélectionnées à l’aide d’un outil d’extraction (Larsen, 2020). Dès lors, on constate de légers écarts entre la présentation ci-dessus et la présentation figurant chez Rogers & Feller (2018). Les résultats se basent sur des informations de 20’080 élèves provenant du district scolaire de Philadelphie (États-Unis).

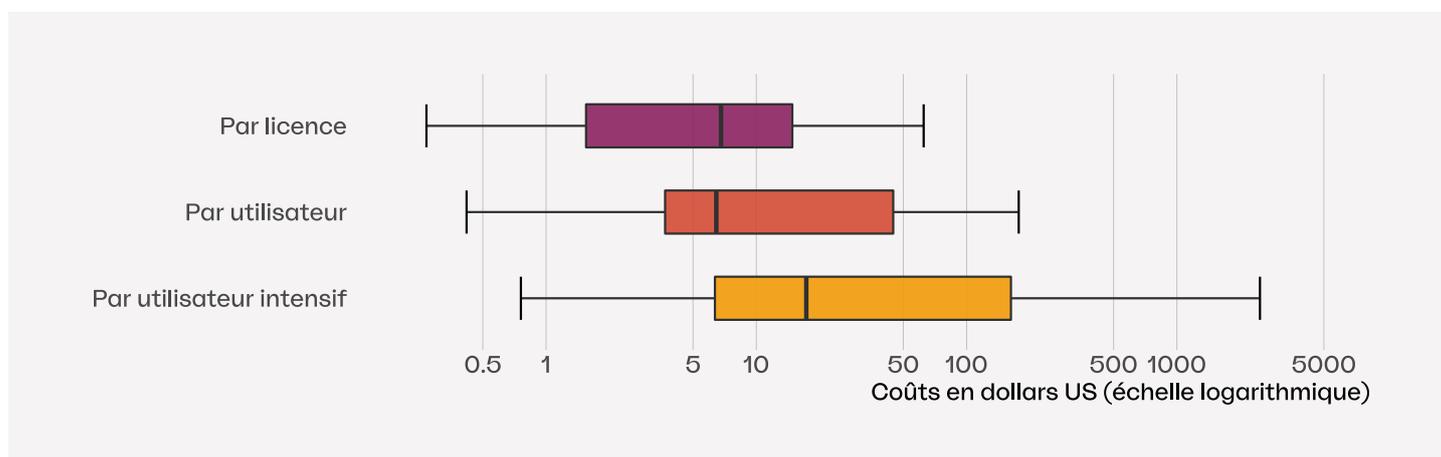
5.5 Efficience en matière de coûts de l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement

Si l'on souhaite comprendre de manière isolée quel est l'effet du recours aux ressources numériques sur la motivation d'apprentissage et sur le succès d'apprentissage, il est utile de disposer d'informations sur l'intensité de l'effet de telles interventions. Ces indicateurs permettent de formuler des énoncés sur le degré d'utilité de leur utilisation pour l'acquisition de différentes compétences par les élèves. Toutefois, ces indicateurs ne contiennent aucune information sur les ressources (financières et temporelles) qui ont dû être consacrées pour pouvoir obtenir ces effets sur l'acquisition de compétences. Dès lors, sur la base des intensités d'effet, on ne peut pas dire si certaines interventions sont économiquement judicieuses et politiquement pertinentes (Harris, 2009 ; Kraft, 2020). Pour ce faire, il faut mettre en relation des intensités d'effets avec les coûts d'une intervention déterminée et – idéalement – il faut les comparer avec le ratio « coûts-efficacité » d'utilisations alternatives de ces ressources (voir chapitre 3.5.3).

Les coûts relatifs à l'utilisation de technologies numériques dans l'enseignement sont des coûts de nature directe. Ils incluent les dépenses financières destinées à l'équipement des écoles en terminaux numériques, en logiciels et en infrastructure technique appropriée (notamment: raccordement Internet, architecture de sécurité, etc.), à la maintenance et à l'actualisation de ces installations, ainsi qu'à la formation et à la formation continue des enseignantes et des enseignants. De plus, des coûts d'opportunité sont générés par cette utilisation dans les salles de classe. Si l'on fait appel aux ressources numériques dans l'enseignement également dans des lieux où sont placées les méthodes d'enseignement traditionnelles, il s'agit alors d'un temps perdu pour des activités qui seraient plus efficaces (voir Falck, Mang, & Woessmann, 2018). La formation continue du corps enseignant nécessite également qu'on y consacre du temps qui pourrait être utilisé pour des formations continues alternatives ou pour des activités alternatives potentiellement plus productives.

Surtout en raison de leur complexité, les comparaisons et estimations en matière de coûts restent non prises en compte dans la très grande majorité des études sur l'effet des ressources numériques (voir Harris, 2009 ; Luschei, 2013 ; Hollands, et al., 2016). En règle générale, des informations sur le ratio « coûts-bénéfices » des technologies de l'éducation proviennent d'études d'évaluation de projets individuels ou d'applications individuelles. Les rares résultats disponibles montrent avant tout que l'efficience en matière de coûts, tout comme l'efficacité, dépend dans une forte mesure de l'application concrète concernée et de son utilisation

effective. Ainsi, des études axées sur l'équipement d'écoles en terminaux numériques constatent généralement que les coûts directs élevés liés à ces ressources numériques et l'effet non prouvable rendent des projets de ce genre extrêmement inefficients (p. ex. Angrist & Lavy, 2002). Toutefois, la pertinence de ces évaluations est limitée. Elle se rapporte uniquement à l'efficacité (et à l'efficacité) de la présence de terminaux numériques, et non à leur utilisation (voir Russell, 2010 ; Luschei, 2013). D'autres études montrent que l'utilisation de programmes d'apprentissage numériques est certes moins efficace que des interventions alternatives. Toutefois, en raison de coûts directs comparativement plus faibles, l'utilisation de ressources numériques est souvent nettement plus efficace du point de vue des coûts (p. ex. Levin, Glass, & Meister, 1987). Des études plus récentes montrent en outre qu'il existe des différences considérables dans l'efficacité en matière de coûts entre différentes applications fonctionnellement similaires, p. ex. des applications d'apprentissage destinées aux mathématiques (Hollands & Pan, 2018 ; Baker & Gowda, 2018). Dans ce contexte, des différences dans l'efficacité des applications se sont avérées plus importantes pour l'évaluation de l'efficacité en matière de coûts que des différences dans les dépenses d'implémentation des applications (licences de logiciels, dépenses proportionnelles pour les achats de hardware, mesures de formation continue, coûts de gestion de projets, etc.). Et ce, malgré les différences parfois considérables dans les dépenses destinées à ces applications d'apprentissage (voir Graphique 40).⁴⁸



Graphique 40: Répartition des coûts d'applications d'apprentissage par utilisateur et par licence

Remarques: propre présentation sur la base de von Baker & Gowda (2018, p. 22-24). Les données du présent graphique ont été sélectionnées à l'aide d'un outil d'extraction (Larsen, 2020). Dès lors, on constate de légers écarts entre la présentation ci-dessus et la présentation figurant chez Baker & Gowda (2018). La longueur des barres colorées illustre la différence entre le 75e percentile et le 25e percentile. La valeur médiane est représentée par la ligne noire verticale à l'intérieur de la barre. Les tirets représentent la situation du 5e percentile (à gauche) et du 95e percentile (à droite). Le concept de « licence » se rapporte à tous les droits d'utilisation individuels d'un programme d'apprentissage achetés par la totalité des 48 districts scolaires (coûts médians par licence: US\$ 6,79). Le terme d'« utilisateur » désigne les licences qui sont utilisées au minimum une fois afin de permettre à l'utilisateur de se connecter dans une application d'apprentissage (coûts médians par utilisateur: US\$ 6,45). On entend par « utilisateur intensif » les licences pour lesquelles, au cours d'un semestre scolaire, les utilisateurs étaient connectés dans une application pendant 10 heures au minimum (coûts médians par utilisateur intensif: US\$ 17,28).

Des études sur l'efficacité (relative) en matière de coûts des appareils ou applications numériques ne sont pas disponibles en Suisse jusqu'à présent. Même la littérature scientifique internationale sur le sujet est beaucoup trop rare pour pouvoir procéder à une évaluation valide. Toutefois, la grande dispersion des rares résultats existants laisse penser que – tout comme pour l'évaluation de l'efficacité – une évaluation globale de ressources numériques en tant que telle n'a qu'une pertinence limitée.

Un critère moins strict d'évaluation de l'efficacité en matière de coûts de l'utilisation de ressources numériques consiste à comparer les coûts actuellement occasionnés avec les rendements (escomptés) qui résulteront à l'avenir de l'utilisation de ces ressources (voir Kraft, 2020). Par exemple parce que le recours aux ressources numériques améliore les performances d'apprentissage ou parce qu'il permet d'acquérir d'autres capacités, comme des connaissances en matière d'utilisation de l'ordinateur qui, pour leur part, entraînent une amélioration des chances sur le marché du travail ou contribuent à accroître les revenus des personnes concernées (voir chapitre 9). Cette comparaison met en relation des coûts actuels avec la valeur actualisée de futurs rendements, et permet donc de se rapprocher d'une réponse à la question de savoir s'il faut s'attendre à ce que les investissements d'aujourd'hui se traduiront demain par un rendement positif ou négatif.

À ce jour, on ne dispose d'aucune étude qui calcule explicitement un effet de l'utilisation de ressources numériques sur de futurs résultats sur le marché du travail. Toutefois, les résultats de différentes études internationales montrent que même des améliorations apparemment légères des performances d'apprentissage – comparables à celles qui sont suscitées par l'utilisation de ressources numériques – entraînent des augmentations de revenus comparativement importantes au cours de la vie active. Ainsi, Chetty, Friedman, & Rockoff (2014) montrent dans une enquête croisant des données de différents registres américains qu'une amélioration des performances (en mathématiques et en anglais) au sein de n'importe quelle année scolaire (dans les classes 7 à 10 selon HarmoS) entraîne un écart-type d'environ +0,1 et donne lieu à une augmentation du revenu d'environ +1,5 % (à l'âge de 28 ans). Dans l'hypothèse que des effets similaires de performances scolaires plus élevées sur des résultats sur le marché du travail

48 Par exemple, les coûts par élève dans l'enquête de Hollands & Pan (2018) se situent entre 57 et 261 dollars US.

49 Dies beträgt etwa ein Fünftel der Rendite eines zusätzlichen Bildungsjahrs (vgl. z. B. Card, 1999), und korrespondiert damit gut mit der Schätzung, dass ab etwa Klasse 7 (HarmoS-Zählung) die Leistungen von Schülerinnen und Schülern sich im Laufe eines Schuljahres um bis zu 0,4 Standardabweichungen verbessern (Bloom, Hill, Black, & Lipsey, 2008).

50 Studien, die den kausalen Effekt höherer Schulleistungen auf Arbeitsmarktergebnisse in der Schweiz untersuchen sind uns nicht bekannt. Allerdings sind die Renditen eines zusätzlichen Bildungsjahrs in der Schweiz und den Vereinigten Staaten sehr ähnlich (vgl. Card, 1999; SKBF, 2018).

sont également valables pour la Suisse, pour une augmentation identique des performances scolaires, il faudrait s'attendre à une augmentation du revenu moyen (en valeur actualisée) variant entre 24'000 francs (pour des titulaires d'un diplôme du degré secondaire) et 34'000 francs (pour des titulaires du diplôme universitaire) (voir CSRE, 2018).⁵¹

L'ampleur des améliorations de performances scolaires (écarts-type de 0,1) requises à cet effet se situe dans la valeur médiane des estimations d'effet pour l'utilisation de programmes de tutorat intelligent ou pour certaines utilisations de terminaux numériques si les performances sont mesurées à l'aide de tests standardisés (voir alinéa 5.2). Par conséquent, on pourrait extrapoler, p. ex. sur la base de l'efficacité de systèmes de tutorat intelligent pour le soutien aux élèves lorsqu'ils réalisent un travail autonome (extrémité inférieure des intensités d'effet mesurées des études à long terme: écarts-type de 0,05, voir alinéa 5.2) qu'il faut s'attendre à un rendement positif aussi longtemps que les coûts par élève se situent à moins de 12'000 francs. De même, sur la base des résultats de Comi, et al. (2017), on pourrait pronostiquer que l'utilisation d'ordinateurs par des enseignantes et des enseignants à des fins de communication des connaissances (p. ex. pour visualiser concrètement des problèmes) devrait donner lieu à un rendement positif aussi longtemps que les coûts par élève se montent à moins de 90'000 francs.

La prudence est toutefois de mise dans l'utilisation de ces pronostics. Ils reposent en effet sur une série d'hypothèses dont la validité n'est pas garantie. Ainsi, Chetty, Friedman, & Rockof (2014) calculent les effets sur les revenus d'une augmentation des performances scolaires déclenchée par une amélioration de la qualité de l'enseignante ou de l'enseignant. Un report de ces effets, sous l'angle de l'incidence sur les revenus, de performances scolaires ayant été suscitées par l'utilisation de ressources numériques nécessite donc d'adopter l'hypothèse selon laquelle des effets de performances scolaires supplémentaires sur les revenus surviennent indépendamment de l'intervention déclenchante. Mais on ignore si c'est effectivement le cas. De plus, les intensités d'effets utilisées dans ces études ou ces méta-analyses sont fondées sur des données qui n'ont pas été récoltées en Suisse. Au vu de l'absence de données et d'études suisses sur ce thème, on ne peut pas dire si et dans quelle mesure des intensités d'effets dans le système éducatif suisse diffèrent ou non de celles qui proviennent d'études internationales. En outre, il faut souligner que les rendements élevés sont dus prioritairement à l'énorme incidence de l'éducation formelle sur les revenus.

51 Les calculs reposent sur le revenu moyen cumulé indiqué dans le rapport sur l'éducation en Suisse 2018 (CRSE, 2018, p. 312) pour les personnes avec et sans diplôme universitaire en Suisse. Ils adoptent l'hypothèse selon laquelle le revenu cumulé augmente également de 1,5 % en raison d'une augmentation des performances scolaires de 0,1 d'écart-type, c'est-à-dire que de possibles effets de croissance sont ignorés.

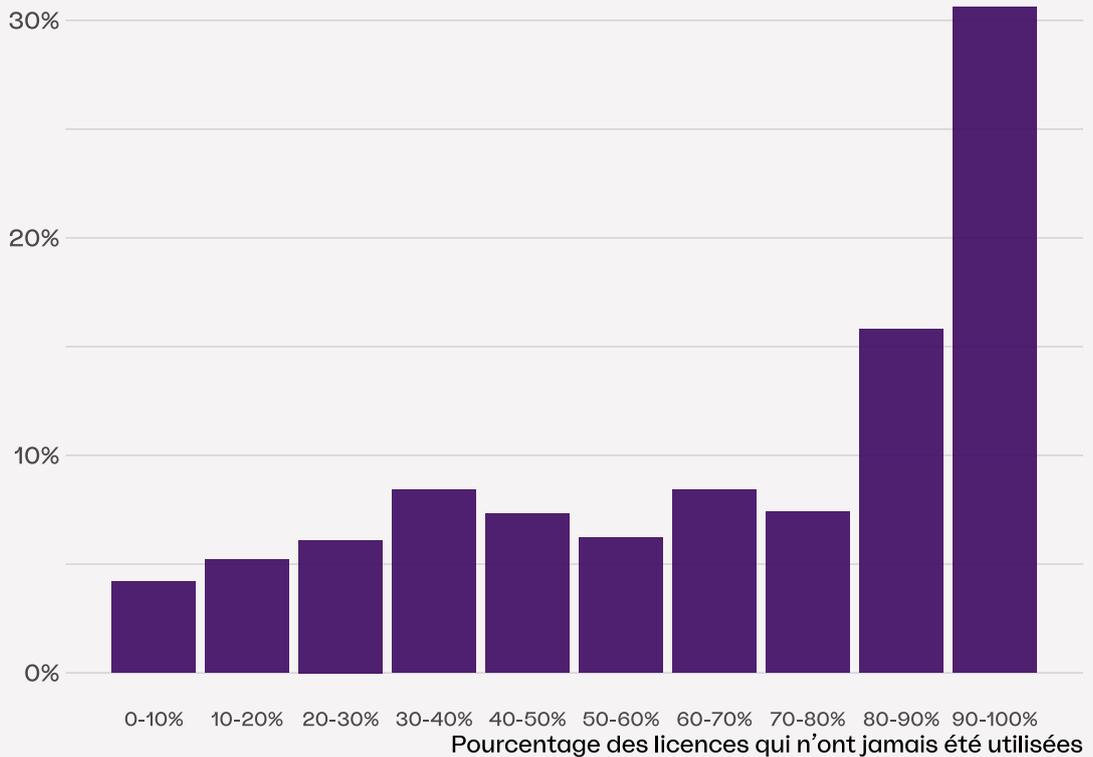
5.6 Scalabilité des applications d'apprentissage numériques

Indépendamment de leur efficacité et de leur efficience, leur scalabilité constitue un critère important pour l'évaluation de ressources humaines, soit la question de savoir avec quel degré de facilité on peut implémenter une telle intervention dans la totalité du système éducatif. Pour ce faire, il est notamment pertinent de savoir dans quelle mesure ces interventions « [...] entail substantial behavioral changes, require a skill level greater than that possessed by typical educators, face considerable opposition among the public or practitioners, are prohibitively costly, or depend on the charisma of a single person or a small corps of highly-trained and dedicated individuals » (Kraft, 2020, p. 6).

Tous ces facteurs peuvent contribuer à ce que les effets d'interventions qui avaient été testées dans le cadre d'échantillons et projets d'ampleur limitée ne peuvent être reproduites à l'identique lorsqu'elles sont implémentées dans la totalité du système éducatif (Slavin & Smith, 2009). Cela peut s'expliquer par une raison importante, à savoir le fait qu'il arrive souvent que des ressources ne soient absolument pas utilisées dans la vie quotidienne scolaire ou qu'elles ne soient pas utilisées de la manière conforme à l'intention visée. Il semble que c'est particulièrement le cas lorsque les informations sur les possibilités d'utilisation et sur les avantages sont insuffisantes, et lorsque le soutien pédagogique fait défaut (Arnett, 2018).

S'il n'est pas possible – en raison de l'absence de données – de formuler des énoncés sur la diffusion et le degré d'utilisation de ressources numériques en Suisse, des études provenant des États-Unis montrent toutefois que de nombreuses ressources numériques, en particulier des programmes d'apprentissage, restent inutilisées après avoir été achetées (voir Graphique 41). Ainsi, Baker & Gowda (2018) constatent, dans une analyse de données de protocole émanant de 48 districts scolaires aux États-Unis, qu'en fonction de l'application concernée, entre 9,4 % et 99,9 % (valeur médiane: 70,1 %) des licences achetées ne sont absolument pas utilisées (c'est-à-dire qu'au cours d'un semestre scolaire, aucun utilisateur ne s'est logué dans l'application concernée). Une utilisation intensive (à savoir d'une durée supérieure à 10 heures au cours d'un semestre scolaire) n'est même observable (en valeur médiane) que pour seulement 2,4 % des licences. Dès lors, un très grand nombre d'achats constituent un gaspillage de ressources.

Pourcentage des applications



Graphique 41: Pourcentages des licences d'applications jamais utilisées

Remarques: source: Baker & Gowda (2018, p. 19). Les données du présent graphique ont été sélectionnées à l'aide d'un outil d'extraction (Larsen, 2020). Dès lors, on constate de légers écarts entre la présentation ci-dessus et la présentation figurant chez Baker & Gowda (2018). Les évaluations se basent sur l'analyse de données de protocole provenant de 48 districts scolaires aux États-Unis.

Exemple de lecture: pour plus de 30 % des 150 applications prises en compte dans cette étude, plus de 90 % des licences achetées ne sont jamais utilisées. Cela signifie que ces applications ne sont utilisées à aucun moment pendant la période d'observation (environ 6 mois).

5.7 Utilité des robots dans l'enseignement et la mise en place des compétences

Tout comme pour les ordinateurs de manière générale, l'utilisation de robots à des fins d'éducation remonte au minimum aux années 1980 (voir Karim, Lemaignan, & Mondada, 2015). Initialement, ces machines ont été utilisées notamment dans le cadre de l'enseignement des disciplines des sciences naturelles, par exemple pour l'étude (ludique) de lois et régularités physiques, par ex. pour la visualisation d'exercices de programmation. Compte tenu de l'évolution rapide de la technologie dans le domaine de la robotique, l'offre et les types de robots destinés à une utilisation pédagogique ont fortement augmenté au cours de cette dernière décennie (voir Karim, Lemaignan, & Mondada, 2015). Outre des variantes avec des éléments fixés (p. ex. des bras de robots), à l'heure actuelle, ce sont les petites unités mobiles qui prédominent. De plus, l'évolution à laquelle on

assiste dans le domaine de l'intelligence artificielle ces dernières années a donné naissance à une nouvelle forme de robots, à savoir les robots qu'on appelle des « robots sociaux » (Berghe, Verhagen, Oudgenoeg-Paz, Ven, & Leseman, 2018 ; Kanero, et al., 2018). Les robots sociaux sont des robots qui ont été spécifiquement développés pour l'interaction et la communication avec des êtres humains par le fait qu'ils imitent des normes du comportement communicationnel humain (Berghe, et al., 2018).

On présume souvent qu'en particulier pour des enfants plus jeunes, les robots sociaux ont tendance à leur apporter un soutien dans l'apprentissage plutôt que d'autres technologies. Cela s'explique par le fait que les robots sociaux ont un corps physique qui fait plutôt penser à un être humain ou à un animal, de sorte qu'ils permettent aux enfants un niveau d'interaction qui simule nettement mieux l'interaction avec d'autres êtres humains qu'une technologie qui n'est accessible que virtuellement via un écran (Berghe, et al., 2018 ; Kanero, et al., 2018).

Mais la contribution effective fournie par les robots à la formation de capacités et de compétences a été insuffisamment étudiée jusqu'à présent. Dans la littérature scientifique empirique, il existe un large consensus sur le fait que leur utilisation accroît, du moins à court terme, la motivation et le plaisir à apprendre et augmente l'intérêt des enfants et des adolescents, et qu'elle améliore leur attitude vis-à-vis des technologies numériques en général et à l'égard des robots en particulier (Nugent, et al., 2010 ; Westlund & Breazeal, 2015). En outre, il s'avère que les enfants et adolescents qui sont au bénéfice d'une expérience avec des robots programmables sont aussi généralement mieux à même de programmer ces robots (voir Mubin, Stevens, Shahid, Al Mahmud, & Dong, 2013 ; Alimisis, 2013). Outre l'influence manifeste de leur utilisation routinière, ici aussi, il semble que le recours régulier à ces technologies joue un rôle dans l'amélioration des compétences des enfants et des adolescents dans le domaine du « Computational Thinking » (Kazakoff & Bers, 2012 ; Kazakoff, Sullivan, & Bers, 2013 ; Bers, et al., 2014 ; Angeli & Valanides, 2020 ; Sullivan & Bers, 2016 ; Ioannou & Makridou, 2018).⁵²

En revanche, l'influence de l'utilisation de robots sur la formation de compétences dans des disciplines scolaires classiques comme les mathématiques, la physique, les langues étrangères ou la musique est incertaine. Des méta-analyses internationales (p. ex. Benitti, 2012 ; Benitti & Spolaôr, 2017 ; Berghe, et al., 2018 ;

⁵² D. h. Kinder und Jugendliche, die programmierbare Roboter nutzen, sind tendenziell eher in der Lage Probleme so zu strukturieren und zu analysieren, dass ihre Lösung theoretisch durch ein Computerprogramm ermöglicht wird. Beispielsweise, indem Probleme in kleinere individuell lösbar Teilprobleme zerlegt werden.

Kanero, et al., 2018 ; Zhong & Liying, 2020) montrent qu'ici également, il existe de grandes différences entre des études individuelles. Il semble que cela tient notamment au fait que la qualité de l'intégration des ressources dans l'enseignement et la mise au courant des élèves dans l'utilisation de ces technologies ont une influence décisive sur leur contribution à la constitution de compétences (Angeli & Valanides, 2020). En outre, des interactions entre robots et élèves sont sujettes à toute une série de problèmes, comme la perception d'incohérences chez les robots, des mises au courant donnant lieu à des incompréhensions, ou l'incapacité des robots à interpréter correctement des malentendus et des nuances sémantiques. Cela peut vite entraîner une quantité considérable de frustrations chez les élèves, de sorte qu'ils renoncent précocement à utiliser les robots (Serholt, 2018).

5.8 Auto-évaluation, perception du sentiment d'auto-efficacité, et compétences effectives dans l'utilisation d'appareils et contenus numériques

Les appareils et contenus numériques font désormais partie intégrante de la réalité de la vie moderne actuelle. Gérer avec compétence les offres et possibilités de ces technologies en assumant sa responsabilité individuelle est considéré comme une condition décisive à la participation à la vie économique et sociale. En outre, la capacité à utiliser avec compétence et autonomie les nouvelles technologies, les contenus et formes de communication numériques constitue un prérequis indispensable pour pouvoir se débrouiller dans un univers tant privé que professionnel caractérisé par une volatilité, une complexité, une incertitude et une ambivalence accrues (voir SKO, 2016 ; Pellegrino & Hilton, 2012).

L'hypothèse selon laquelle les enfants et les adolescents, puisqu'ils sont entourés depuis leur prime enfance par ces technologies et puisqu'ils grandissent en tant que « digital natives », disposent automatiquement d'un niveau de compétences élevé dans l'utilisation de ces ressources s'est avérée erronée (Jones & Shao, 2011 ; Margaryan, Littlejohn, & Vojt, 2011 ; Kirschner & De Bruyckere, 2017). On ne peut pas partir du principe que la majeure partie des enfants et adolescents en âge de scolarité obligatoire ont acquis en passant ces capacités au sein de leur entourage privé. Par conséquent, il est important que le système éducatif leur transmette ces compétences.

Pouvoir mesurer ces données afin d'évaluer les compétences des élèves et, de ce fait, être en mesure d'évaluer la contribution du système de formation à la constitution de ces compétences est un défi de taille à relever. Tant dans les études comparatives internationales des performances scolaires que dans la littérature scientifique, il est commun qu'on enregistre les compétences d'utilisation de ces ressources sur la base d'auto-évaluations, c.-à-d. sur la base de la perception du sentiment d'auto-efficacité dans ce domaine. Toutefois, il y a une différence entre des capacités effectives et des convictions liées au sentiment d'auto-efficacité. L'auto-efficacité se réfère exclusivement à la perception ou à la conviction d'une personne de posséder les capacités nécessaires pour s'acquitter d'une tâche avec succès (Bandura, 1997). Mais dans les études comparatives, il est bien connu qu'il n'existe qu'une faible corrélation mutuelle entre les auto-évaluations et les performances effectives dans l'utilisation de ressources numériques (Ballantine, McCourt Larres, & Oyelere, 2007 ; Ihme & Senkbeil, 2017 ; Aesaert, et al., 2017 ; Porat, Blaub, & Barak, 2018). Dans ce contexte, les personnes de toutes les catégories d'âge présentent une tendance claire à surestimer leurs propres capacités. Cela vaut en particulier pour des capacités cognitives avancées, comme l'appréciation de la fiabilité d'informations trouvées sur l'Internet (Porat, Blaub, & Barak, 2018 ; Aesaert, et al., 2017 ; Palczyńska & Rynko, 2020). Pour des capacités techniques comme l'archivage de documents ou le téléchargement de fichiers, les auto-évaluations sont en plus forte corrélation avec les prestations fournies, et avec le temps consacré à la fourniture de ces prestations (van Deursen, 2010). Toutefois, même ici, la corrélation n'est, dans le meilleur des cas, que modérée (coefficient de corrélation: $r < |0,5|$).

Des surestimations de ses propres capacités dans l'utilisation de ressources numériques sont plus répandues parmi les garçons que parmi les filles (Ihme & Senkbeil, 2017 ; Palczyńska & Rynko, 2020). Alors que des analyses transversales mettent souvent en évidence un lien positif entre l'évaluation de ses propres capacités et la performance d'apprentissage (Multon, Brown, & Lent, 1991 ; Bandura & Locke, 2003 ; Ihme & Senkbeil, 2017), les résultats d'études longitudinales montrent que cette relation repose sur l'effet positif des prestations fournies sur les auto-évaluations (Vancouver, Thompson, & Williams, 2001). En particulier, de nettes surestimations (et de nettes sous-estimations) de ses propres capacités ont des effets négatifs sur le futur comportement (persévérance, effort) et sur de futures prestations (Stone, 1994 ; Moores & Chang, 2009 ; Vancouver, Thompson, & Williams, 2001). Il semble que c'est prioritairement dû au fait que les personnes concernées choisissent des tâches trop difficiles, ce qui entraîne une multiplication d'échecs décourageants et une baisse de la motivation (Schunk & DiBenedetto, 2016).

Plus les compétences effectives d'une personne sont élevées, et plus les écarts se réduisent entre les auto-évaluations et les capacités effectives d'utilisation de technologies et contenus numériques (Aesaert, et al., 2017 ; Palczyńska & Rynko, 2020). Pour des élèves effectivement compétents, les auto-évaluations sont donc nettement plus proches de la réalité objectivement mesurable que pour des élèves moins compétents. Cela déforme non seulement l'appréciation de certains facteurs pour la formation des compétences numériques, mais cela a aussi pour effet qu'une grande quantité de jugements d'inégalité perçue basés sur des auto-évaluations pour les compétences numériques sous-estiment considérablement l'inégalité effective.

De plus, les élèves qui utilisent de manière plus intensive les médias numériques ont plutôt tendance à surestimer leurs propres capacités (Aesaert, et al., 2017). Dès lors, l'existence d'une relation positive entre l'utilisation de médias et le sentiment de perception d'auto-efficacité – que l'on peut déduire, p. ex., des données de l'enquête COFO (voir chapitre 6.3.1.2) – ne signifie pas nécessairement que les capacités effectives et l'utilisation de médias présentent dans une mesure similaire une corrélation positive.

Le haut niveau de prévalence des auto-évaluations en matière d'utilisation d'appareils et contenus numériques s'explique en particulier par les modèles d'habitudes d'utilisation dominants de ces technologies dans la vie quotidienne. Les élèves utilisent de manière prépondérante les terminaux et contenus numériques à des fins de divertissement pendant leurs loisirs (Waller, et al., 2019 ; Bernath, et al., 2020). S'ils maîtrisent des ressources numériques à des fins de ce genre, et si des expériences dans l'utilisation de ressources numériques pour répondre à des exigences fonctionnelles plus avancées font simultanément défaut, les élèves concernés ont facilement l'illusion qu'ils disposent d'un niveau de compétence générale élevé dans l'utilisation de ressources numériques (Ihme & Senkbeil, 2017). Ces élèves croient qu'ils sont compétents de manière générale, mais ne le sont en réalité que dans des domaines partiels pertinents très limités pour l'utilisation pendant les loisirs. En outre, parce qu'ils font l'expérience d'un niveau élevé de sentiment d'auto-efficacité, cela réduit leur perception de la nécessité et de l'incitation à devoir acquérir activement des compétences, à se procurer des feedbacks sur leurs propres capacités, ou à s'assurer d'un soutien pour l'acquisition de compétences (Lazonder & Rouet, 2008).

Mais puisque des feedbacks sont nécessaires pour parvenir à une auto-évaluation plus réaliste (Labuhn, Zimmerman, & Hasselhorn, 2010 ; Schunk & DiBenedetto, 2016), il est approprié de communiquer aux élèves des compétences spécifiques aux médias dans le cadre de l'éducation formelle (Ihme & Senkbeil, 2017).

Car sinon, le risque existe que des compétences déficitaires dans l'utilisation de ressources numériques ne frappent l'attention des enseignantes et des enseignants qu'au moment où elles déploient des effets négatifs sur les possibilités de participation des élèves. Par exemple en raison d'un accès limité des élèves au marché de la formation puisqu'ils manquent de compétences fonctionnelles comme l'utilisation sûre et sécurisée des programmes Office (de Hoyos, et al., 2013). Idéalement, le système éducatif peut contrecarrer ces effets en dispensant un cours d'approfondissement plus avancé sur les différences existantes dues aux origines sociales lors de l'acquisition de compétences spécifiques aux médias (Ihme & Senkbeil, 2017).

5.9 Efforts de formation continue des enseignantes et des enseignants

Les enseignantes et les enseignants et les directrices et directeurs d'écoles en Suisse peuvent faire appel aujourd'hui à un large éventail de possibilités de formations continue sur l'intégration des ressources numériques dans l'enseignement (swissuniversities, 2020). Le nombre total des enseignantes et des enseignants qui font usage de cette offre ou qui en ont fait usage ces dernières années n'est pas connu. Du moins pour la Suisse alémanique, on peut présumer qu'avec l'introduction du plan d'études « Médias et informatique », une grande majorité des enseignantes et des enseignants ont suivi au minimum un cours de formation continue ou un cycle de formation continue. Et ce, également parce que dans quelques cantons, la participation à la formation continue est obligatoire.

Toutefois, une indication sur le nombre d'enseignantes et d'enseignants qui ont suivi une formation continue dans le domaine des ressources numériques ne permet pas nécessairement d'en conclure que cela a entraîné une étude plus intensive et une utilisation de ces ressources qui a amélioré le succès d'apprentissage dans l'enseignement. Nous ignorons largement si les contenus de ces formations continues répondent bien aux besoins effectifs des enseignantes et des enseignants. Ainsi, le taux de fréquentation de ces cours de formation continue n'est qu'en faible corrélation avec les compétences auto-évaluées d'intégration des compétences numériques via l'enquête suisse ICILS 2013 réalisée auprès des enseignantes interrogées et des enseignants interrogés (Konsortium icils.ch, 2015).⁵³

⁵³ Parmi les enseignantes interrogées et les enseignants interrogés, seulement quelque 3% de la variance enregistrée dans les compétences auto-évaluées est prévisible à partir des différences qui existent dans la fréquentation des formations continues (coefficient de corrélation: $r=0,18$, consortium icils.ch, 2015, p. 60).

Vos besoins de formation ont-ils été couverts par ces formations ou animations institutionnelles ?

■ Oui, tout à fait ■ Oui, plutôt ■ Non, plutôt pas ■ Non, pas du tout



Graphique 42: Satisfation des enseignantes et des enseignants quant aux contenus de la formation continue, France, 2018

Remarques: source: éducol (2019, p. 42). L'évaluation est basée sur une enquête effectuée auprès de 1830 enseignantes interrogées et enseignants interrogés qui ont participé, au cours des années 2016 et 2017, au minimum à une formation continue d'une durée d'une journée sur l'intégration des médias numériques dans l'enseignement.

Une enquête menée en France auprès de quelque 1800 enseignantes et enseignants (éducol, 2019) montre en outre qu'un pourcentage considérable des enseignantes et enseignants (45 %) qui ont suivi les formations continues sur l'intégration des ressources numériques dans l'enseignement ne sont pas satisfaits des contenus de leur formation (voir Graphique 42). Sur la base des jeux de données disponibles, il n'est pas possible de formuler des énoncés valides sur la question de savoir si ce constat vaut aussi pour la Suisse. Certes, des expériences faites par les hautes écoles pédagogiques provenant des évaluations finales des cours proposés montrent que les enseignantes et les enseignants ayant participé aux cours sont largement satisfaits du format, du contenu et de la mise en œuvre des cours (Commission Formation continue/prestations de services, Chambre des hautes écoles pédagogiques, swissuniversities, communication personnelle du 16 octobre 2020). Toutefois, les institutions de formation n'ont pas enquêté sur la question de savoir dans quelle mesure cette satisfaction persiste également durant une plus longue période, et quels ont été les effets de la fréquentation des offres de formation continue sur l'utilisation par les enseignantes et les enseignants de ressources numériques.

6 Degré primaire

6.1	Décrire la numérisation: utilisation de ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage	164
6.2	Expliquer la numérisation: conditions préalables à l'utilisation de ressources numériques	170
6.3	Évaluer la numérisation: efficacité, efficience et équité	171

Les effets de l'utilisation des terminaux numériques à l'école primaire et pendant la prise en charge de la prime enfance sont contestés. D'une part, un grand potentiel est attesté pour l'apprentissage (ludique) avec ces appareils (Aldhafeeri, Palaio-logou, & Folorunsho, 2016; Dunn, et al., 2016). En outre, il existe des indications selon lesquelles une initiation précoce des enfants à l'utilisation de terminaux numériques a des effets positifs sur les attitudes ultérieures, l'intérêt pour les technologies numériques, et les compétences dans l'utilisation de ces ressources (Hatlevik, et al., 2018; Juhaňák, et al., 2019). D'autre part, il existe des doutes considérables s'agissant des effets négatifs possibles de ces appareils sur le développement cognitif, émotionnel et social des enfants des âges correspondant au degré primaire (voir Dunn, et al., 2016; Gottschalk, 2019).⁵⁴ Le présent chapitre décrit les modèles d'habitude d'utilisation des ressources numériques à l'école primaire et présente l'ampleur selon laquelle les espoirs et les craintes liés à cette utilisation sont corroborés ou infirmés par la littérature scientifique existante.

Pour ce qui est de l'utilisation de ressources numériques destinées à l'enseignement et à l'apprentissage, à l'heure actuelle, on ne dispose guère d'informations pertinentes au niveau du degré primaire. C'est seulement à partir de l'enquête COFO 2017 que l'on peut déduire quelques énoncés individuels valables pour toute la Suisse sur l'utilisation de ressources numériques à l'école au niveau de la 8e classe (selon HarmoS).

6.1 Décrire la numérisation: utilisation de ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage

6.1.1 Utilisation rare des ressources numériques à l'école à la fin du degré primaire

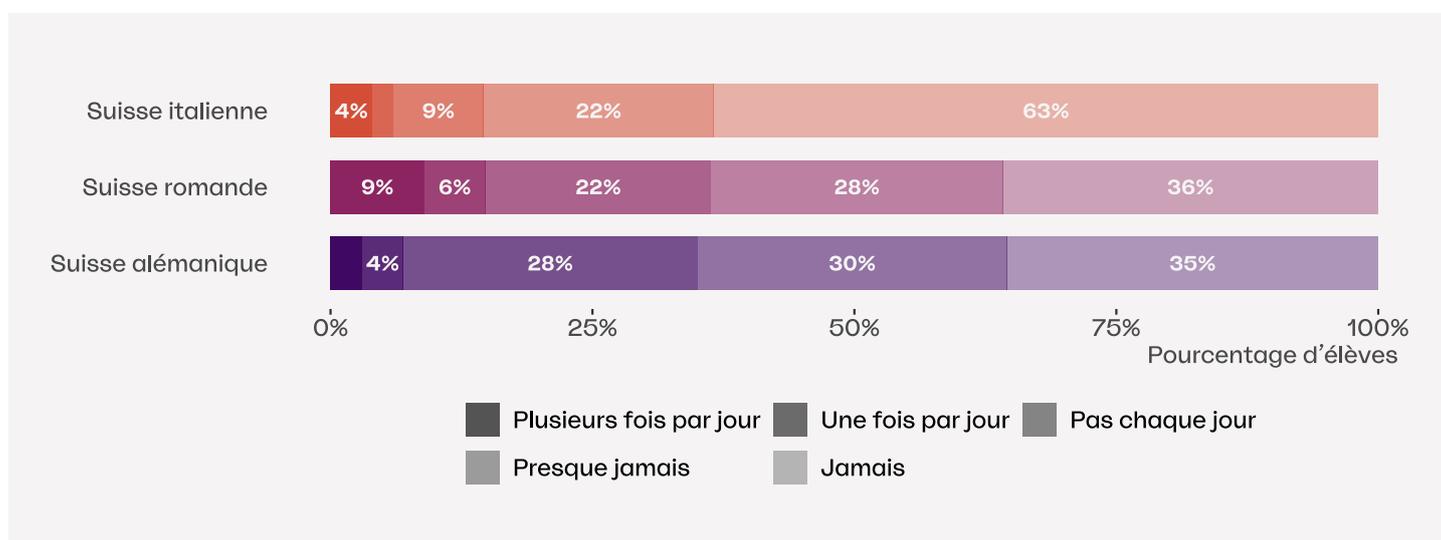
À la fin du degré primaire, seule une minorité d'élèves utilisent à l'école des terminaux numériques dans toutes les régions du pays (voir Graphique 43). Seuls entre 6 % (Suisse italienne) et 15 % (Suisse romande) des élèves interrogés dans le cadre de l'enquête COFO 2017 déclarent utiliser des terminaux numériques au minimum une fois par jour à l'école. Toutefois, on ne sait pas si, dans leur réponse, les élèves se réfèrent à l'utilisation privée (p. ex. pour entretenir des

⁵⁴ Nous savons de manière générale que l'acquisition des compétences est de nature cumulative: l'acquisition de capacités dans une phase de la vie donnée facilite et accélère l'acquisition de capacités lors de phases ultérieures (voir notamment Cunha et al., 2006). Cela vaut également pour des compétences dans le domaine des mathématiques, des sciences naturelles et de l'informatique (Japel, 2007; Rangel & Shi, 2019).

contacts privés sur les réseaux sociaux), à l'utilisation dans un cadre scolaire (p. ex. pour la recherche d'informations pertinentes pour l'enseignement), ou à une combinaison de ces deux formes d'utilisation. C'est pourquoi on ne peut pas dire dans quelle mesure des réponses qui impliquent une utilisation régulière de terminaux numériques à l'école permettent aussi d'en tirer des conclusions sur le degré d'intensité d'utilisation de ces appareils pour l'organisation éducative ou pour l'apprentissage.⁵⁵

Toutefois, il est certain qu'on peut exclure l'utilisation de terminaux numériques à des fins scolaires pour les élèves qui n'utilisent jamais, ou presque jamais, elles-mêmes ou eux-mêmes ces appareils numériques à l'école. Cela concerne 65 % des élèves de la 8e classe interrogés dans le cadre de l'enquête COFO 2017 en Suisse alémanique, 64 % en Suisse romande, et 85 % en Suisse italienne.

⁵⁵ Toutefois, les élèves qui ont tendance à utiliser ces terminaux de manière intensive pendant leurs loisirs ont aussi tendance à utiliser ces appareils de manière intensive à l'école. Cela parle en faveur de l'idée selon laquelle les fréquences d'utilisation dans ces deux contextes ne sont pas totalement indépendantes les unes des autres. Lorsqu'ils répondent à la question sur la fréquence d'utilisation des terminaux à l'école, les élèves tiennent compte aussi, du moins en partie, des utilisations à des fins privées non axées sur l'enseignement. Cependant, la corrélation entre la fréquence d'utilisation des terminaux à l'école et leur fréquence d'utilisation extrascolaire est faible. Ainsi, sur la base d'une corrélation bivariée, moins de 0,3 % de la variance de la fréquence d'utilisation à l'école est explicable par la fréquence d'utilisation extrascolaire. Cela tient notamment au fait que les terminaux numériques sont utilisés de manière nettement plus intensive pendant les loisirs (entre 70 % et 80 % des élèves utilisent des appareils numériques au minimum une fois par jour dans un cadre extrascolaire). Cela parle en faveur du point de vue selon lequel des indications sur la fréquence d'utilisation à l'école sont déterminées, pour une part considérable, par des facteurs spécifiques à l'école, raison pour laquelle elles se rapportent principalement aux utilisations destinées à l'apprentissage et à l'enseignement.



Graphique 43: Fréquence d'utilisation des terminaux numériques à l'école, au niveau de la 8e classe (selon HarmoS)

Remarques: propres calculs sur la base de l'enquête COFO 2017. Les barres du graphique illustrent le pourcentage d'élèves, par région linguistique, selon leurs réponses à la question suivante: «À quelle fréquence utilises-tu un ordinateur (y compris ordinateurs portables, tablettes ou smartphones) à l'école?». Par manque de place, les pourcentages inférieurs à 4% ne sont pas représentés. Cela concerne le pourcentage des élèves de Suisse alémanique qui déclarent utiliser les terminaux numériques plusieurs fois par jour à l'école (3%), ainsi que le pourcentage des élèves tessinois qui déclarent utiliser des terminaux numériques une fois par jour à l'école (2%). En raison d'erreurs dans les arrondissements de chiffres, le total de tous les pourcentages peut s'écarter des 100%. L'intervalle d'erreurs des pourcentages calculés (largeur de l'intervalle de confiance: 95%) se situe entre 0,6% (Suisse alémanique, «Une fois par jour») et 3,9% (Suisse italienne, «Jamais»).

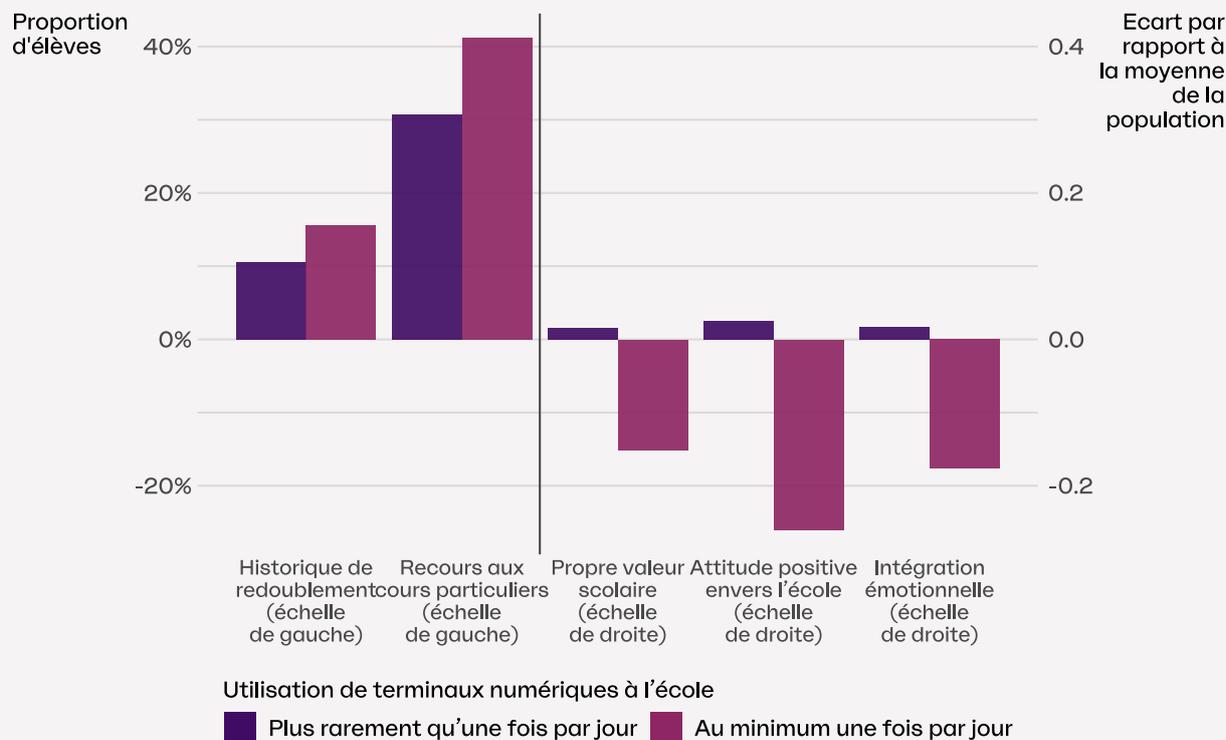
Exemple de lecture: en Suisse francophone, 15% des élèves de 8e classe (selon HarmoS) utilisent des terminaux numériques (ordinateurs fixes, ordinateurs portables, tablettes ou smartphones) au minimum une fois par jour à l'école. Dont 9% d'entre eux utilisent ces terminaux plusieurs fois par jour, et 6% une fois par jour. Les autres 22% utilisent irrégulièrement (à savoir: pas chaque jour) des terminaux numériques. 28% des élèves n'utilisent presque jamais des terminaux numériques, et 36% d'entre eux n'utilisent jamais ces terminaux à l'école.

Toutefois, le fait que les terminaux numériques ne sont pas utilisés à l'école n'exclut pas que ces appareils soient néanmoins utilisés pour l'école. Ainsi, dans une enquête de 2020 (Oggenfuss & Wolter, 2021), seuls 2% des élèves du degré primaire interrogés⁵⁶ déclarent ne jamais utiliser des terminaux numériques pour des tâches spécifiques à l'école, et 15% d'entre eux déclarent le faire plus rarement qu'une fois par semaine (voir Graphique 29). Cependant, cette enquête ne distingue pas entre utilisation à l'école et utilisation pour l'école. Dès lors, on ne peut dire avec certitude à quel point les différences entre les résultats de l'enquête COFO de 2017 et ceux de l'enquête de 2020 s'expliquent par des différences entre les questions posées ou par des évolutions entre les deux moments où l'on a recensé les données des enquêtes. Mais même dans l'enquête COFO de 2017, 80% des élèves interrogés déclarent utiliser chaque jour des terminaux numériques hors de l'école. Cela parle en faveur de l'idée selon laquelle des différences entre les intentions des questions (lieu d'utilisation versus but d'utilisation) jouent un rôle important dans l'explication des différences entre les résultats.

⁵⁶ L'enquête porte sur l'utilisation d'appareils et applications numériques à partir d'août 2020, à savoir la phase qui a suivi le moment des fermetures de classes dues à la pandémie.

6.1.2 Les élèves qui utilisent fréquemment les terminaux numériques à l'école se distinguent de leurs camarades

Les écoles qui utilisent de manière intensive ces terminaux à l'école, soit au minimum une fois par jour, font état dans une mesure plus forte de problèmes scolaires, comme le redoublement de niveaux de classes précédents, le recours à une aide extérieure ou un sentiment d'estime de soi scolaire plus faible. Par comparaison avec leurs camarades qui utilisent plus rarement les terminaux numériques à l'école, ils ont une attitude nettement plus négative vis-à-vis de l'école et ont aussi tendance à s'y sentir moins bien (voir Graphique 44).



Graphique 44: Attitudes vis-à-vis de l'école et performances scolaires à la fin de l'école primaire, selon l'intensité d'utilisation des terminaux numériques à l'école

Remarques: propres calculs sur la base de l'enquête COFO 2017. Les barres du graphique illustrent les pourcentages d'élèves subdivisés selon le degré d'intensité d'utilisation de terminaux numériques à l'école (colonne de gauche), resp. l'écart entre ces deux groupes d'utilisateurs par rapport à la moyenne de tous les élèves en Suisse (chaque fois normé sur zéro, colonne de droite). La variable «intensité d'utilisation» répartit les élèves en deux groupes, à savoir: (1) ceux qui utilisent des terminaux numériques une fois ou plusieurs fois par jour à l'école (environ 9% de tous les élèves de la 8^e classe), et (2) tous les autres élèves de la 8^e classe. Des différences entre ces groupes sont représentées pour les cinq caractéristiques suivantes:

- Redoublement (historique de répétition): ce critère permet de mesurer si une ou un élève du degré primaire (niveau 3^e à 8^e classe selon HarmoS) a dû redoubler au minimum un niveau de classe au cours de son parcours scolaire. Les barres représentent le pourcentage des élèves par groupe.
- Aide extérieure: ce critère permet d'identifier les élèves qui ont fait appel à une aide extérieure extrascolaire au cours de la 8^e classe (selon HarmoS). Les barres illustrent le pourcentage d'élèves par groupe d'utilisation.
- Sentiment d'estime de soi scolaire: il s'agit de la capacité de performance académique évaluée par les élèves elles-mêmes et eux-mêmes. Elle est mesurée sur la base de l'approbation donnée par les élèves à quatre énoncés (p.ex. «Je suis satisfait/e de ce que j'arrive à faire à l'école.») (voir Hascher, Hagenauer, & Schaffer, 2011; Erzinger, et al., 2019; Hascher & Hagenauer, 2020). La valeur moyenne de la population analysée est normée sur zéro. Les barres illustrent l'écart moyen par rapport à la valeur moyenne de la population étudiée, par groupe d'utilisation.
- Attitudes positives vis-à-vis de l'école: degré d'approbation de six énoncés positifs sur l'école en général (p.ex. «Je vais volontiers à l'école.»; voir Hascher, Hagenauer, & Schaffer, 2011; Erzinger, et al., 2019; Hascher & Hagenauer, 2020). La valeur moyenne de la population traitée est normée sur zéro. Les barres représentent l'écart moyen par rapport à la valeur moyenne de la population étudiée, par groupe d'utilisation.
- Intégration émotionnelle: rapport émotionnel à l'école. Il est mesuré sur la base de l'approbation donnée à quatre énoncés (p.ex.: «J'ai du plaisir à l'école») (voir Venetz, Zurbriggen, & Eckhart, 2014; Erzinger, et al., 2019). La valeur moyenne de la population analysée est normée sur zéro. Les barres représentent l'écart moyen par rapport à la valeur moyenne de la population étudiée, par groupe d'utilisation.

Les pourcentages, resp. les moyennes sont le résultat de régressions linéaires bivariées. Les différences entre les élèves qui utilisent chaque jour des terminaux numériques et leurs camarades qui le font plus rarement sont des différences statistiquement significatives pour la totalité des caractéristiques représentées. Elles restent statistiquement significatives (et substantiellement importantes) lorsqu'on contrôle en outre d'autres caractéristiques propres aux élèves, y compris le sexe, l'arrière-plan de migration, l'utilisation de terminaux numériques hors de l'école, le statut social des parents, le capital culturel (p.ex. le nombre de livres), l'ampleur des relations positives avec des camarades au sein de la classe, la capacité de concentration et le degré de motivation pendant les tests et pendant que les élèves remplissent le questionnaire, ainsi que les effets non observables spécifiques à l'école («school fixed effects»).

Exemple de lecture 1: 16% des élèves de 8^e classe qui utilisent des terminaux numériques à l'école déclarent qu'ils ont dû redoubler un des niveaux scolaires précédents (classes 3 à 8, selon HarmoS). Parmi les élèves qui utilisent plus rarement les terminaux numériques dans la 8^e classe, le redoublement ne concerne que 10% d'entre eux.

Exemple de lecture 2: les élèves de 8^e classe qui utilisent chaque jour des terminaux numériques à l'école ont une attitude nettement plus négative vis-à-vis de l'école (écart moyen par rapport à la moyenne de tous les élèves: -0,26 d'écarts-type) que leurs camarades qui utilisent plus rarement ces appareils à l'école (écart moyen par rapport à la moyenne de tous les élèves: +0,03 d'écarts-type).

Il n'est pas possible de déduire avec certitude des énoncés sur le rapport causal entre ces caractéristiques des élèves et leur utilisation de terminaux numériques à l'école. Toutefois, les différences mises en évidence dans le Graphique 44 restent substantiellement inchangées lorsqu'on contrôle les effets spécifiques à l'école. Cela signifie que les différences observables dans les problèmes scolaires ainsi que dans les attitudes vis-à-vis de l'école ne sont pas explicables par le fait que des élèves de différentes écoles utilisent souvent différemment des terminaux numériques et que cela a tendance à entraîner de moins bonnes performances et des attitudes plus négatives. Une nouvelle enquête provenant du canton de Berne et du Luxembourg (Morinaj & Hascher, 2020) montre aussi que les performances scolaires enregistrées dans les niveaux scolaires inférieurs influencent positivement les attitudes vis-à-vis de l'école dans les niveaux scolaires ultérieurs alors qu'on ne peut constater les effets inverses. Cela parle plutôt en faveur de l'idée qu'ici, des caractéristiques individuelles propres aux élèves enregistrées à la fin du degré primaire conduit à une sélection d'élèves dans l'utilisation intensive de terminaux numériques à l'école. Il semble que les élèves qui ont des problèmes dans leurs performances scolaires et dans leur motivation à apprendre utilisent plus souvent ces appareils. Mais sur la base des jeux de données disponibles, on ne peut déterminer pourquoi c'est le cas, et par qui cette sélection a été réalisée. Ainsi, il se peut que le manque de motivation ou les difficultés des élèves à suivre l'enseignement les incitent à utiliser plus fréquemment des appareils numériques dans l'enseignement aux fins de distraction et de divertissement, ce qui, dans le pire des cas, favorise une détérioration supplémentaire des performances scolaires (voir chapitre 5.3). Parallèlement, il ne faut pas exclure que des enseignantes et des enseignants utilisent des terminaux numériques afin d'enthousiasmer des élèves plus faibles pour les contenus de l'enseignement, afin de leur permettre d'apprendre à un rythme plus individuel, ou afin qu'ils évitent de déranger les autres élèves.⁵⁷

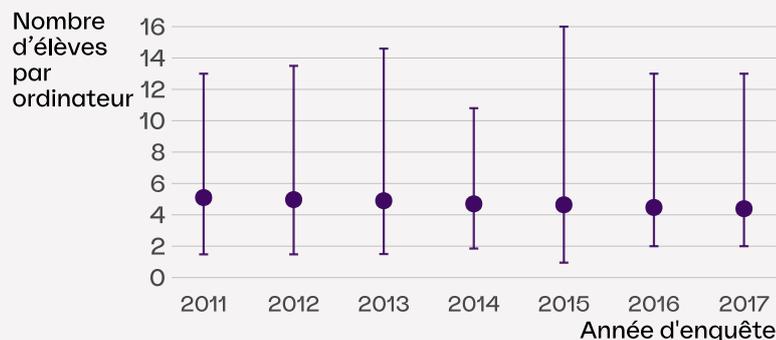
57 Il serait aussi envisageable que des différences dans l'utilisation de terminaux à l'école soient notamment déterminées par leur utilisation extrascolaire. Par exemple parce que des élèves les utilisent de manière accrue hors de l'école s'ils ne sont pas socialement intégrés dans la communauté de la classe et que, p.ex., ils passent leurs pauses seuls. Toutefois, dans les données de l'enquête COFO 2017, il s'avère qu'il n'y a aucune corrélation entre l'intégration sociale perçue (à savoir le nombre d'amis et de contacts sociaux en classe et à l'école) et l'intensité de l'utilisation des terminaux numériques à l'école.

6.2 Expliquer la numérisation: conditions préalables à l'utilisation de ressources numériques

Des informations sur l'équipement des écoles, sur le niveau des compétences numériques des enseignantes et des enseignants, sur les attitudes des enseignantes et des enseignants du degré primaire, ou sur la diffusion et l'ampleur des directives scolaires concernant l'utilisation de ressources numériques ne sont pas disponibles pour la Suisse jusqu'à présent. Des enquêtes provenant de cantons individuels montrent qu'il peut exister parfois de grandes différences entre les écoles primaires d'un même canton. Par exemple, une enquête provenant du canton de Thurgovie indique qu'il existe des différences considérables entre les écoles primaires dans l'équipement en ordinateurs destinés à l'enseignement (Petko, Prasse, & Cantieni, 2013). Cette même enquête montre que les enseignantes et les enseignants utilisent en priorité les ressources numériques en tant qu'instrument de motivation et qu'ils les apprécient en tant que moyens auxiliaires servant à individualiser et à mettre en œuvre des formes d'enseignement ouvertes. Les enseignantes et les enseignants sont nettement moins nombreux à considérer que ces ressources sont à même de mieux structurer l'apprentissage ou de l'aménager de manière plus efficiente.

Une enquête sur l'infrastructure TIC du service de l'école enfantine et de l'enseignement primaire du canton des Grisons montre qu'en 2016, en moyenne quelque 50 enfants d'école enfantine et 7 élèves d'école primaire se partagent, respectivement, un ordinateur propre à l'école (Buchli, 2017). Ici également, on constate des différences considérables entre des institutions individuelles. Alors que 75 % des écoles enfantines et 22 % des écoles primaires ne disposent d'aucun terminal numérique pour leurs élèves, il existe certaines institutions qui mettent à disposition quasiment un terminal numérique pour chaque enfant.

On trouve aussi des résultats similaires dans les enquêtes intitulées « L'équipement et l'assistance informatiques dans les écoles fribourgeoises » qui sont réalisées chaque année par le service spécialisé cantonal Fritic. Outre une amélioration continue de la situation en matière d'équipement dans les écoles primaires, on constate qu'il existe durablement au fil du temps des différences élevées entre les écoles primaires au sein du canton (voir Graphique 45). Des différences concernent aussi la qualité des appareils qui sont mis à disposition. Ainsi, en 2017, dans les écoles primaires de la partie germanophone du canton, près d'un tiers de tous les ordinateurs dataient de plus de cinq ans alors que dans la partie francophone du canton, c'était le cas pour plus de la moitié des ordinateurs (Fritic, 2019).



Graphique 45: Répartition de l'équipement en ordinateurs dans les écoles primaires du canton de Fribourg, de 2011 à 2017

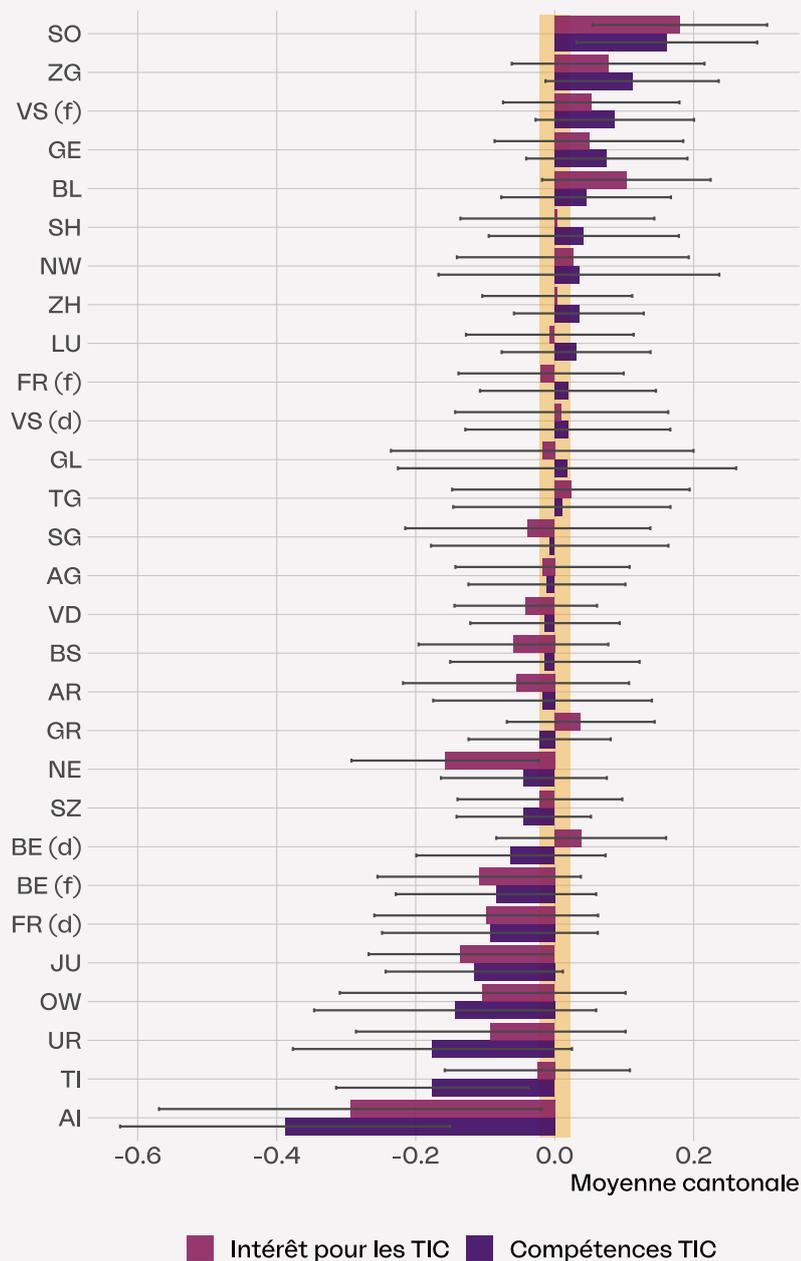
Remarques: propre présentation sur la base des enquêtes « L'équipement et l'assistance informatiques dans les écoles fribourgeoises » du service spécialisé des années 2012 à 2018. Les points représentent les valeurs moyennes, et les tirets l'ampleur de la répartition.

6.3 Évaluer la numérisation: efficacité, efficacité et équité

6.3.1 Efficacité

6.3.1.1 Compétences numériques et attitudes à la fin du degré primaire

Une quantification valide des compétences numériques et des attitudes des enseignantes et des enseignants du degré primaire sur la base des jeux de données disponibles n'est pas possible. Cette situation est imputable, d'une part, à l'absence d'une définition généralement acceptée du concept de « compétences numériques » (voir chapitre 3.3.2) et, d'autre part, au fait que les jeux de données existants portent exclusivement sur des auto-évaluations des compétences numériques par les élèves de l'école primaire, ce qui peut entraîner des déformations considérables et systématiques de la mesure de ces données (voir chapitre 5.8).



Graphique 46: Compétences TIC auto-évaluées et intérêt pour les technologies numériques selon le canton ou la partie de canton

Remarques: propres calculs sur la base de l'enquête COFO 2017. Les barres du graphique illustrent les moyennes cantonales pour les compétences TIC (barres de gauche, pour la définition, voir note de pied de page 58) ainsi que l'intérêt des élèves pour les TIC (barres de droite, pour la définition, voir note de pied de page 59). Les tirets représentent l'intervalle de confiance correspondant qui s'élève à 95% (corrigé au moyen de la méthode Bonferroni pour 29 tests indépendants). La surface horizontale jaune indique l'intervalle de confiance de 95% de la valeur moyenne pour toute la Suisse. Les cantons ou parties de cantons sont classés dans l'ordre décroissant des compétences TIC moyennes des élèves.

Exemple de lecture: dans le canton de Soleure, l'auto-évaluation moyenne des compétences TIC par des élèves de la 8e classe s'élève à 0,16 écarts-type au-dessus de la moyenne suisse. La différence est statistiquement significative, mais substantiellement plutôt faible.

Rares sont les cantons où les auto-évaluations moyennes des élèves – aussi bien en ce qui concerne les compétences d'utilisation des terminaux numériques (compétences TIC⁵⁸) que pour ce qui est de l'intérêt des élèves pour le travail avec les TIC⁵⁹ – se distinguent significativement de la valeur moyenne pour toute la Suisse (voir Graphique 46). Cela tient surtout au fait que les valeurs se dispersent considérablement entre les élèves au sein des cantons. Dès lors, les différences existantes entre les compétences (auto-évaluées) et l'intérêt pour les TIC s'expliquent plutôt par l'existence de différences individuelles entre les élèves, et moins par des différences structurelles entre les cantons.

Seuls les élèves du degré primaire dans le canton de Soleure estiment leurs compétences et leur intérêt pour les TIC à un niveau plus élevé que dans les autres cantons. Les élèves de 8e classe dans les cantons d'Appenzell Rhodes-Intérieures et du Tessin évaluent en revanche leurs compétences à un niveau significativement plus bas que les élèves du reste de la Suisse. À l'exception des valeurs du canton d'Appenzell Rhodes-Intérieures, la différence par rapport à la valeur moyenne nationale est toutefois inférieure à 0,2 écarts-type. Partant, les différences sont substantiellement plutôt faibles.

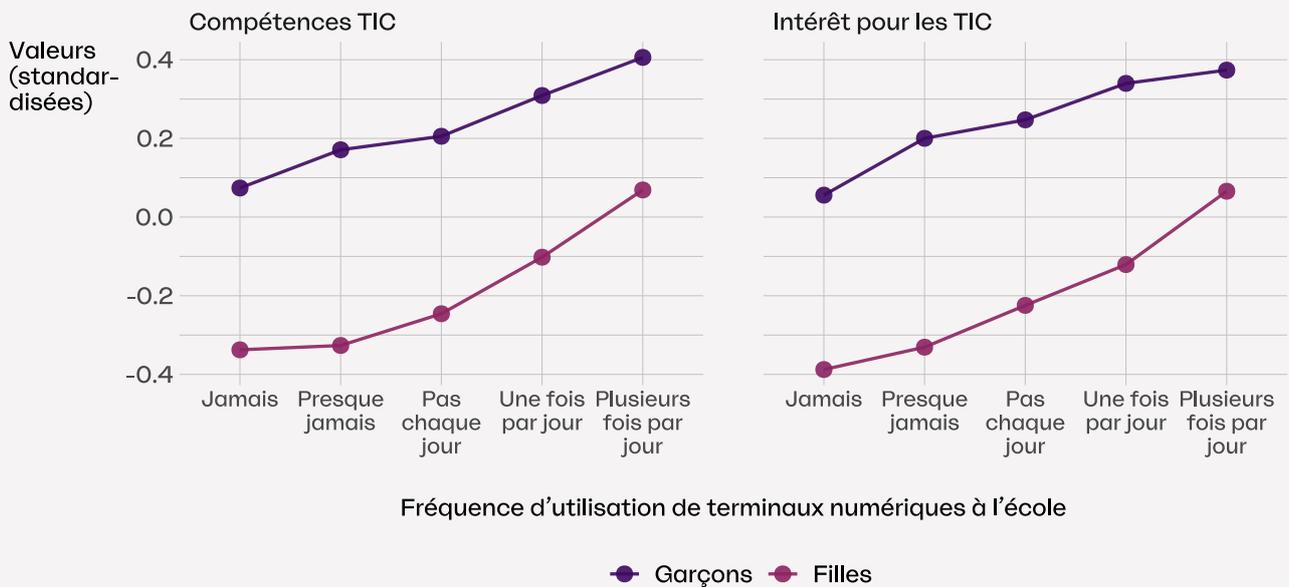
De manière générale, les compétences auto-évaluées et l'intérêt déclaré pour l'utilisation de terminaux numériques sont étroitement liés. Cela vaut tant pour les élèves que pour les données agrégées au niveau des cantons. Toutefois, on ignore si l'intérêt et les compétences sont liés de manière causale, et si oui, comment. Alors que dans la littérature empirique, en règle générale, on déduit de manière théorique l'influence des attitudes, de l'intérêt et des convictions sur les compétences (voir Knezek & Christensen, 2018 ; Hatlevik, Ottestad, & Throndsen, 2015 ; Hatlevik, et al., 2018 ; Rohatgi, Scherer, & Hatlevik, 2016), il est aussi envisageable qu'une amélioration de ses propres capacités dans l'utilisation des technologies numériques entraîne un accroissement de l'intérêt pour ces dernières.

58 Les compétences TIC sont mesurées sur la base de l'approbation des élèves relative à quatre énoncés (sur un barème à 4 niveaux allant de « Je n'approuve pas du tout » à « J'approuve totalement ») (« Il est très important pour moi de travailler avec ces appareils [ordinateurs fixes, ordinateurs portables, tablettes et smartphones] », « J'ai toujours été capable de bien travailler avec ces appareils. », « J'en connais davantage sur ces appareils que la plupart des personnes de mon âge. », « Je sais donner des conseils si elles ont des problèmes avec ces appareils. »). Les réponses à la totalité de ces quatre énoncés sont additionnées et sont ensuite « z-standardisées » afin d'obtenir une valeur unique pour les compétences TIC.

59 L'intérêt pour les TIC est mesuré sur la base de l'approbation des élèves relative à quatre énoncés (sur un barème à 4 niveaux allant de « Je n'approuve du tout » à « J'approuve totalement ») (« J'ai de la facilité à apprendre à utiliser de nouveaux programmes sur ces appareils. », « Je trouve que j'ai du plaisir à utiliser ces appareils. », « J'utilise ces appareils parce que la technique m'intéresse beaucoup. », « Cela me plaît d'apprendre de nouvelles choses sur ces appareils. »). Les réponses à la totalité de ces quatre énoncés sont additionnées et sont ensuite « z-standardisées » afin d'obtenir une valeur unique quant à l'intérêt pour les TIC.

6.3.1.2 Utilisation de terminaux numériques à l'école et compétences numériques auto-évaluées

Les élèves qui utilisent plus fréquemment les terminaux numériques à l'école évaluent aussi bien leurs compétences d'utilisation de ces technologies que leur intérêt pour ces dernières à un niveau nettement plus élevé que les élèves qui utilisent plus rarement ces appareils à l'école (voir Graphique 47). Cette corrélation est fortement marquée, tant pour les garçons que pour les filles, et elle vaut également lorsqu'on tient compte des différences dans l'utilisation de ces terminaux dans un cadre extrascolaire. Sur la base des données transversales disponibles, on ne peut pas tirer au clair de manière définitive la question de savoir si l'utilisation plus fréquente entraîne des compétences auto-évaluées plus élevées et un intérêt accru ou si, à l'inverse, un intérêt accru et des compétences plus élevées induisent une utilisation plus intensive. En outre, il se peut qu'il existe un renforcement mutuel de ces deux mécanismes. Des études internationales se limitent généralement, elles aussi, à la description de corrélations et en déduisent de manière théorique des liens de causalité à partir de ces corrélations. Elles constatent des corrélations tant négatives (Hatlevik, Ottestad, & Throndsen, 2015) que positives (Aesaert, et al., 2015 ; Galos, 2018) entre l'utilisation de terminaux numériques dans un contexte scolaire et les compétences numériques et l'intérêt des élèves du degré primaire pour les TIC.



Graphique 47: Fréquence d'utilisation de terminaux numériques à l'école, compétences TIC auto-évaluées et intérêt pour les TIC, par sexe

Remarques: propres calculs sur la base de l'enquête COFO 2017. Les courbes du graphique représentent la variation des compétences auto-évaluées (partie gauche du graphique) et de l'intérêt pour les TIC (partie droite du graphique) avec l'augmentation de la fréquence d'utilisation de terminaux numériques à l'école pour les garçons (lignes du haut, couleur lilas) et pour les filles (lignes du bas, couleur rose). Les valeurs indiquées sont les pronostics de régressions multivariées qui contrôlent non seulement la fréquence d'utilisation à l'école et le sexe des élèves (et l'interaction entre ces deux variables), mais encore la fréquence d'utilisation à domicile, le statut migratoire, le statut professionnel des parents, le capital culturel de la famille (p.ex. le nombre de livres), ainsi que sa possession de terminaux numériques (ordinateurs fixes, ordinateurs portables, tablettes et smartphones). Les pronostics s'appliquent à ce qu'on appelle les «élèves modaux», filles et garçons, c'est-à-dire une ou un enfant ayant la nationalité suisse au minimum depuis la troisième génération qui utilise ces terminaux au minimum une fois par jour dans un cadre extrascolaire, et dont la famille dispose non seulement d'un capital culturel moyen, mais encore au minimum de trois ordinateurs fixes, ordinateurs portables ou tablettes ainsi qu'au minimum de trois smartphones, et dont au minimum l'un des deux parents exerce ses activités à un poste de travail doté d'un statut social moyen.

Exemple de lecture: les garçons qui n'ont jamais utilisé ces terminaux à l'école et les filles qui utilisent plusieurs fois par jour ces terminaux à l'école présentent des compétences TIC comparables et un intérêt pour les TIC comparable. Pour les deux groupes à la fois, les valeurs se situent légèrement au-dessus de la moyenne nationale qui est normée sur zéro.

Le Graphique 47 montre aussi qu'il existe des différences considérables entre les sexes. Les élèves filles évaluent leurs propres capacités d'utilisation de ces technologies à un niveau significativement inférieur à l'évaluation d'un élève garçon. En outre, les filles font état d'un intérêt nettement plus faible pour le travail effectué avec des technologies numériques. Les différences sexospécifiques sont si fortement marquées que les compétences auto-évaluées et l'intérêt pour les TIC des élèves filles qui utilisent plusieurs fois par jour ces terminaux à l'école correspondent à peu près aux auto-évaluations des élèves garçons qui n'utilisent jamais les terminaux numériques à l'école. Les différences dans l'intérêt et les compétences entre les filles et les garçons ont tendance à se réduire avec l'augmentation de l'utilisation intensive des terminaux numériques à l'école, mais elles restent importantes, même en cas d'utilisation intensive.

En règle générale, des études internationales constatent elles aussi que les élèves garçons ont des attitudes nettement plus positives vis-à-vis de ces technologies

que les élèves filles, et que les garçons évaluent aussi à un niveau plus élevé leurs compétences et capacités d'utilisation de ces terminaux (Meelissen, 2008 ; Frailon, et al., 2014 ; 2019a ; Gebhardt, et al., 2019 ; ACARA, 2015). Toutefois, les résultats des tests standardisés montrent que, dans de nombreux cas, ces différences dans la perception des compétences ne se traduisent pas par des différences similaires dans les prestations effectivement mesurées. Bien au contraire, pour les évaluations de compétences numériques basées sur les performances effectives, les élèves filles ont de meilleurs résultats que les élèves garçons, en particulier dans la recherche, le traitement et la communication d'informations (Frailon et al., 2014 ; Aesaert, et al., 2015 ; Gebhardt et al., 2019 ; Punter, Meelissen, & Glas, 2017),⁶⁰ étant précisé que l'avance des filles en matière de performances à l'école primaire a tendance à être plus marquée (Siddiq & Scherer, 2019).

6.3.1.3 Utilisation de ressources numériques et développement des compétences à l'école primaire

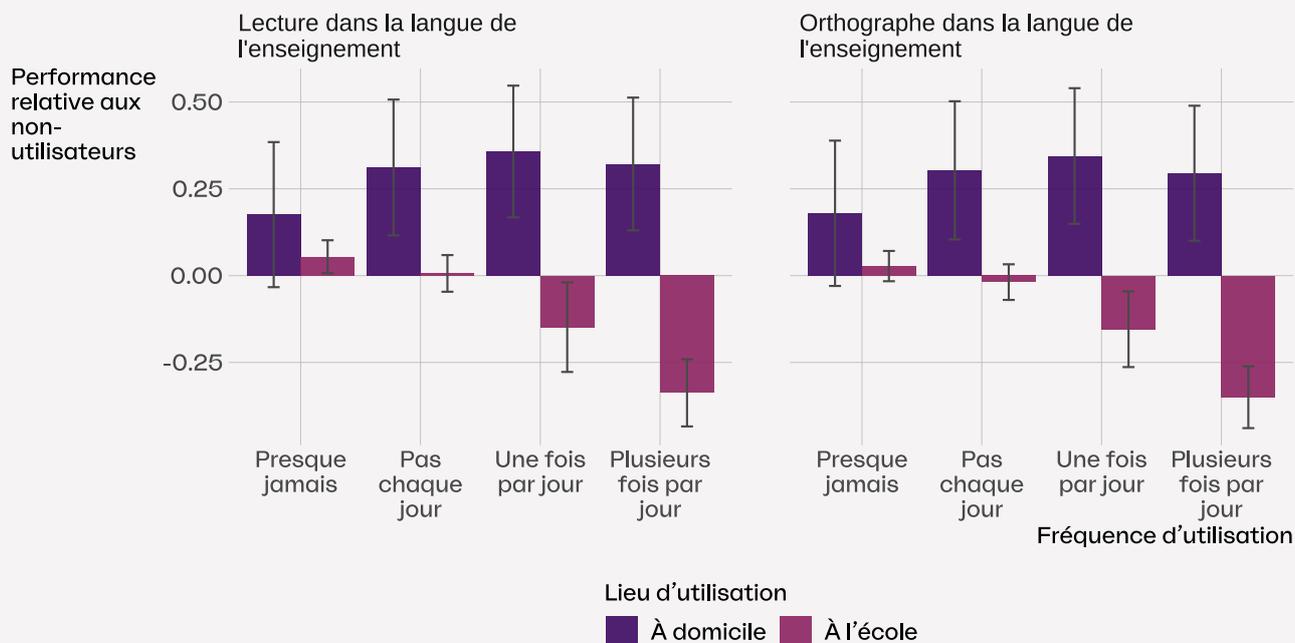
Pour la Suisse, les enquêtes sur les effets de l'utilisation de ressources numériques sur les prestations d'apprentissage à l'école primaire ne sont disponibles que dans une étendue très limitée. Par analogie avec les résultats de la littérature scientifique portant sur l'ensemble des degrés scolaires (voir chapitre 5.2), il semble que les effets à l'école primaire dépendent eux aussi dans une forte mesure de l'application, de la discipline, de l'orientation spécialisée, des modalités de l'application, des capacités et des compétences des enseignantes et des enseignants ainsi que du design des études (voir Lim & Oakley, 2013 ; Haßler, Major, & Hennessy, 2016 ; Arndt, 2016). Par conséquent, des différences existent entre les résultats des études individuelles, et ils sont même parfois contradictoires. Par exemple, des études expérimentales relatives à l'effet de l'utilisation de moyens auxiliaires numériques d'apprentissage sur l'acquisition de compétences en écriture et en lecture montrent que les élèves qui utilisent ces ressources soit peuvent obtenir de meilleurs résultats (Genlott & Grönlund, 2016 ; Butler, Pimenta, et al., 2019), soit peuvent obtenir de moins bons résultats (Kiefer, et al., 2015 ; Gerth, et al., 2016 ; Mayer, et al., 2020) que les élèves qui apprennent à lire et à écrire de manière traditionnelle avec un crayon et du papier. Ici aussi, il semble que la prise en compte globale des effets des ressources d'apprentissage numériques allant au-delà des applications individuelles n'apporte guère d'informations utiles.

Toutefois, on constate clairement que c'est justement à l'école primaire et dans le cadre de la prise en charge préscolaire des enfants que ces derniers sont fortement

⁶⁰ En règle générale, on ne constate aucune différence entre les sexes pour des compétences techniques, comme la capacité à ouvrir un site web à partir d'un lien indiqué dans un courriel (Punter, Meelissen, & Glas, 2017).

tributaires du soutien et de l'accompagnement par les enseignantes et les enseignants ou par d'autres adultes de référence pour pouvoir utiliser avec succès des ressources numériques d'apprentissage afin de mettre en place leurs propres compétences (Office of Educational Technology, 2016). Ainsi, une étude américaine constate que de petits enfants âgés de 15 mois ont un taux de probabilité 22 fois plus élevé de transférer à un objet réel des mécanismes appris sur un écran tactile s'ils sont intensivement accompagnés par leurs mères lorsqu'ils apprennent à écrire ou à lire à l'écran (Zack, 2010). Des enquêtes réalisées en Suisse sur l'évolution du niveau d'apprentissage pendant les fermetures de classes dues au coronavirus au printemps 2020 indiquent également que même en utilisant des ressources d'apprentissage adaptatives, les élèves ne peuvent utiliser ces ressources que de manière très limitée en l'absence de mise au courant et d'accompagnement personnels (Tomasik, Helbling, & Moser, 2021). Dès lors, l'intégration des ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage au degré primaire et dans l'éducation de la petite enfance posent des exigences plus élevées aux compétences et au niveau de formation des enseignantes et des enseignants que dans les degrés scolaires subséquents (Hernandez, et al., 2015).

Au niveau de toute la Suisse, les élèves qui recourent plus fréquemment aux terminaux numériques à l'école réalisent en moyenne des performances nettement moins bonnes que des élèves qui n'utilisent jamais ces ressources à l'école ou qui ne les utilisent que de manière irrégulière à l'école. Cela vaut tant pour la lecture et l'orthographe dans la langue de l'enseignement (Graphique 48) que pour la capacité de lecture et la capacité de compréhension dans la première langue étrangère (Graphique 49). Toutefois, la relation descriptive ne dit rien sur la question de savoir si ce lien est de nature causale. Et ce, en particulier parce qu'il y a des indices selon lesquels on a procédé à une sélection d'élèves peu motivés dont le niveau de performance est a priori plus faible dans une utilisation plus intensive de ressources numériques à l'école primaire (voir Graphique 44). Le fait que l'utilisation de terminaux numériques ne semble pas nuisible en tant que telle pour l'acquisition des compétences se voit aussi clairement puisque les élèves qui utilisent ces appareils du moins occasionnellement hors de l'école réalisent des performances nettement meilleures dans toutes les compétences testées dans le cadre de l'enquête COFO 2017 que les élèves qui n'utilisent jamais ou presque jamais ces appareils à titre privé. Dans ce contexte, on ne constate aucune différence dans les performances scolaires entre les élèves qui utilisent ces ressources hors de l'école irrégulièrement, chaque jour ou plusieurs fois par jour. Reste qu'il n'est pas clair également de savoir dans quelle relation causale se trouvent les performances scolaires par rapport à l'utilisation de ces ressources hors de l'école. Ainsi, une étude longitudinale réalisée avec 843 élèves tessinois du degré primaire montre qu'une amélioration de l'accès à l'Internet donne lieu à une utilisation plus intensive de terminaux numériques pour la communication et le divertissement privés, mais à une détérioration des notes moyennes de fin d'année (Camerini, Schulz, & Jeannet, 2017).



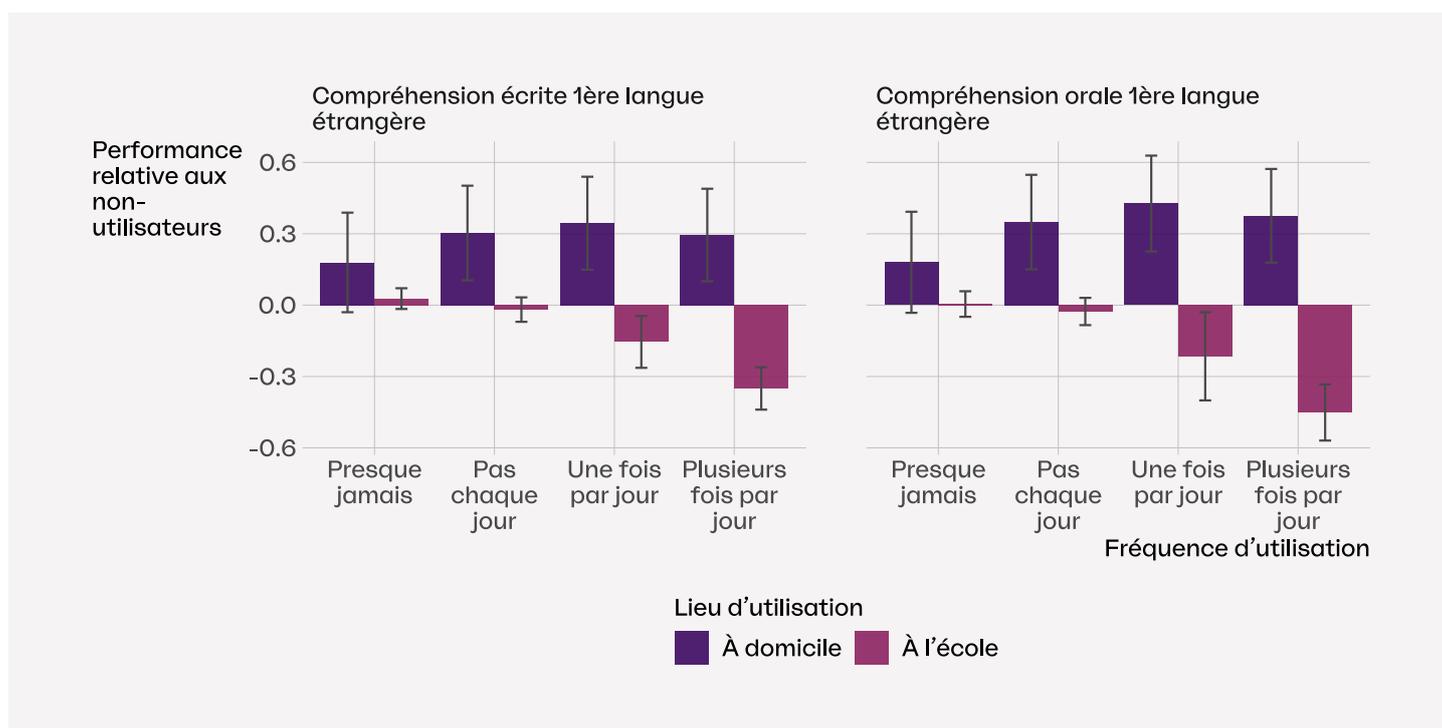
Graphique 48: Utilisation de terminaux numériques et performances en lecture et en orthographe dans la langue de l'école, par lieu d'utilisation

Remarques: propres calculs sur la base de l'enquête COFO 2017. Les barres représentent l'écart moyen en performances mesurées en matière de lecture dans la langue de l'école (graphique de gauche) et en matière d'orthographe dans la langue de l'école (graphique de droite) entre les élèves d'une catégorie d'utilisation et du groupe de référence (à savoir les élèves qui n'utilisent jamais de terminaux numériques). Les barres de couleur lilas illustrent ces écarts pour l'utilisation de terminaux numériques hors de l'école. Les barres de couleur rose montrent l'écart respectif pour la fréquence d'utilisation à l'école. Les tirets représentant l'intervalle de confiance de 95% de cette valeur. Les barres et les tirets sont déduits des résultats de modèles de régression linéaires multivariés qui, outre la fréquence d'utilisation dans ces deux endroits pour le sexe et le statut migratoire des élèves, contrôlent également le statut professionnel des parents, le capital culturel de la famille (p.ex. le nombre de livres) ainsi que sa possession de terminaux numériques (ordinateurs fixes, ordinateurs portables, tablettes et smartphones). La langue de l'école est subdivisée selon les régions linguistiques.

Exemple de lecture: les apprenantes et apprenants qui déclarent utiliser ces ressources plusieurs fois par jour à l'école présentent des performances en lecture et en orthographe dans la langue de l'école nettement moins bonnes que les apprenantes et apprenants qui déclarent ne jamais utiliser de terminaux numériques à l'école. Pour la lecture et l'orthographe, la différence s'élève chaque fois à un tiers environ de l'écart-type. Dans les deux cas, cette différence est statistiquement significative.

Sur la base des données de l'enquête COFO 2017, il n'est pas possible d'évaluer pourquoi la fréquence d'utilisation dans un contexte privé est en corrélation positive avec des performances scolaires, alors que l'utilisation à l'école est en corrélation négative avec des performances scolaires. Mais ce phénomène est connu à partir d'études de données de performances comparatives réalisées au degré secondaire I (voir chapitre 7.3.1.4). Dans ces études, on propose une série d'explications méthodologiques et théoriques, en particulier pour la corrélation négative entre utilisation scolaire et performances d'apprentissage (voir chapitre 5.2). Font partie de ces explications, outre un manque de prise en compte de la complexité des relations de causalité, également le fait que la masse globale de fréquence d'utilisation ne permet pas de tenir compte de la manière dont les

technologies sont utilisées à l'école (voir. Petko, Cantieni, & Prasse, 2017). L'utilisation de ressources numériques dans des domaines où elles sont supérieures aux formes traditionnelles de l'enseignement est indissociable des domaines d'utilisation où ce n'est pas le cas. De même, les enseignantes et les enseignants ou les écoles qui intègrent avec succès les ressources numériques dans leur enseignement sont indissociables des enseignantes, des enseignants et des écoles où cette intégration n'a pas réussi.



Graphique 49: Utilisation de terminaux numériques et performances en compréhension orale et écrite de la première langue étrangère, par lieu d'utilisation

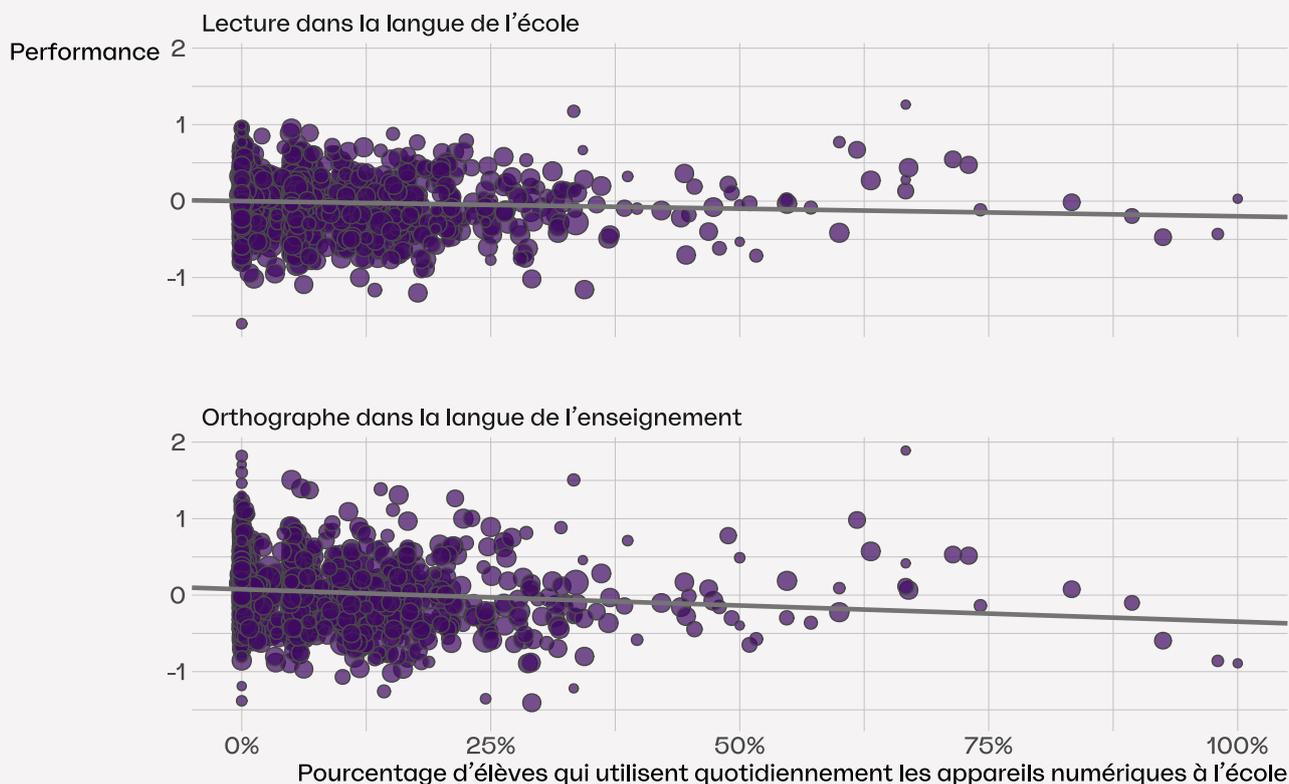
Remarques: propres calculs sur la base de l'enquête COFO 2017. La population de base est constituée par les élèves de 8e classe dont la première langue étrangère est l'allemand, le français ou l'anglais. Les barres indiquent l'écart moyen dans les performances mesurées en compréhension orale dans la première langue étrangère (graphique de gauche) et en compréhension écrite dans la première langue étrangère (graphique de droite) entre les élèves d'une catégorie d'utilisation et le groupe de référence (à savoir les élèves qui n'utilisent jamais les terminaux numériques). Les barres de couleur lilas représentent ces écarts pour l'utilisation des terminaux numériques hors de l'école. Les barres de couleur rose montrent l'écart respectif pour la fréquence d'utilisation à l'école. Les tirets illustrent l'intervalle de confiance de 95% de cette valeur. Les barres et les tirets sont déduits des résultats des modèles de régression linéaires multivariés qui, outre la fréquence d'utilisation dans les deux endroits, contrôlent le sexe et le statut migratoire des élèves, le statut professionnel des parents, le capital culturel de la famille (p.ex. le nombre de livres) ainsi que sa possession de terminaux numériques (ordinateurs fixes, ordinateurs portables, tablettes et smartphones). En outre, ils contrôlent ces critères pour la première langue étrangère (allemand, anglais ou français).

Exemple de lecture: les élèves qui déclarent utiliser plusieurs fois par jour des terminaux numériques présentent des performances nettement moins bonnes en compréhension écrite et orale de la première langue étrangère que les élèves qui déclarent ne jamais utiliser de terminaux numériques à l'école. La différence s'élève à 0,35 écarts-type pour la compréhension écrite, et à 0,45 écarts-type pour la compréhension orale. Dans les deux cas, elle est statistiquement significative.

Mais il devient clair que des différences non observables entre des enseignantes et des enseignants ou entre des écoles jouent un rôle important pour la corrélation entre l'utilisation de terminaux numériques à l'école et les performances scolaires dans le domaine des langues lorsqu'on étudie cette relation au niveau des écoles individuelles. Le Graphique 50 illustre par exemple les performances moyennes en lecture et en orthographe dans la langue de l'école par comparaison avec le pourcentage d'élèves qui déclarent utiliser des appareils numériques au minimum une fois par jour à l'école. Comme dans le Graphique 48 et dans le Graphique 49, on constate ici aussi la tendance selon laquelle il existe une corrélation négative significative entre le pourcentage d'élèves qui utilisent chaque jour des appareils numériques et les performances mesurées dans la langue de l'école (illustrée chaque fois par la ligne grise).⁶¹ Dans ce cas, il s'avère, d'une part, que des terminaux numériques ne sont utilisés de manière intensive que dans un petit nombre d'écoles. C'est seulement dans cinq écoles sur les 1214 écoles qui ont participé à l'enquête que plus de 75 % des élèves interrogés utilisent chaque jour des terminaux numériques. D'autre part, il existe certaines écoles dont les élèves réalisent des performances nettement supérieures à la moyenne dans la langue de l'école et qui utilisent de manière comparativement intensive les terminaux numériques à l'école. L'existence de telles aberrations statistiques (« outliers ») parle en faveur de l'idée selon laquelle, pendant l'année 2017, du moins dans quelques écoles primaires, des ressources numériques ont été utilisées avec très grand succès à l'école.⁶² La question de savoir pourquoi, par rapport à la tendance globale observable, ces écoles s'écartent aussi nettement de cette tendance serait une problématique décisive à étudier pour des recherches plus détaillées. Cela pourrait aussi permettre de déterminer dans quelle mesure il s'agit ici effectivement d'exemples réussis d'intégration des ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage à l'école. À cet effet – en particulier pour des recherches qualitatives – il serait toutefois nécessaire d'identifier ces écoles. Or à l'heure actuelle, selon les conditions de la convention d'utilisation des données de l'enquête COFO, cela n'est pas possible.

61 Le modèle de régression y afférent énonce que la différence entre les écoles qui n'utilisent en principe aucun terminal numérique et les écoles où les élèves utilisent chaque jour des terminaux numériques s'élève à environ 0,4 écarts-type pour l'orthographe, et à 0,2 écarts-type pour la lecture.

62 Les caractéristiques propres à l'école ne figurent que de manière limitée dans les données à usage public (« public use ») de l'enquête COFO 2017. Dès lors, on ne saurait exclure que des caractéristiques non observables propres à l'école concernée expliquent une partie des écarts de certaines écoles par rapport à la tendance globalement observée. Si l'on tient compte de la composition de la communauté des élèves sous l'angle de l'arrière-plan migratoire et de la prospérité, il en résulte des présentations qui ne se distinguent guère de celles du Graphique 50.



Graphique 50: Performances académiques dans la langue de l'école et utilisation de terminaux numériques au niveau de l'école

Remarques: propre calcul sur la base de l'enquête COFO 2017. La langue de l'école dépend de la région linguistique. La taille des points illustre le nombre d'élèves interrogés par école. La ligne grise représente la relation linéaire entre le pourcentage d'élèves qui utilisent les terminaux numériques et les performances moyennes pondérées dans la langue de l'école, par école.

6.3.1.4 Recommandations sur le temps passé à l'écran pour les enfants de moins de 8 ans

La prime enfance est une phase d'importance cruciale pour le développement social, émotionnel, cognitif et psychique des enfants. Cela est notamment dû au fait que, pendant cette phase de développement, des structures du cerveau sont en train de se mettre en place et des capacités sont en train de se former qui serviront de base à tout développement ultérieur (voir Bales, et al., 2007). Partant, des influences tant positives que négatives dans la prime enfance peuvent entraîner des conséquences considérables à long terme sur un large éventail de domaines de vie, y compris sur la santé, la satisfaction dans la vie ou la capacité de performance académique.

L'utilisation croissante des terminaux numériques et la consommation croissante de contenus numériques par des enfants (voir chapitre 4.1.4) soulèvent donc la question de savoir quels sont les effets à long terme de ces modèles d'habitudes d'utilisation. Pour cette raison, dans de nombreux pays, des recommandations

sont émises sur l'utilisation des contenus et appareils numériques (voir Gottschalk, 2019). En Suisse, par exemple, la plateforme nationale « Jeunes et médias » de l'Office fédéral des assurances sociales émet de telles recommandations. Elles contiennent des indications générales sur le comportement à observer et soulignent, p. ex., le fait que les contenus de médias ne conviennent pas pour remplacer les personnes chargées de la prise en charge des enfants ou que le temps que les enfants sont autorisés à passer devant un écran doit être limité en concertation avec l'enfant concerné et en tenant compte de sa phase de développement (Jeunes et médias, 2020). Toutefois, il est fréquemment difficile d'évaluer la validité des recommandations étant donné que la littérature scientifique empirique à ce sujet est contradictoire et que ces résultats ne sont souvent pas interprétables de manière causale (voir Stiglic & Viner, 2019). En outre, jusqu'à présent, même dans la littérature scientifique internationale, des études qui quantifient les effets à long terme de l'utilisation de ressources numériques pendant la prime enfance sur la vie ultérieure de ces enfants font défaut (voir Gottschalk, 2019 ; Bavelier, Green, & Dye, 2010).

Il semble que les effets à court et moyen terme de l'utilisation de médias numériques sur de jeunes enfants sont moins déterminés par le temps qu'ils passent devant un écran et qu'ils sont davantage influencés par les expériences faites lors de cette utilisation (p. ex. la confrontation avec des contenus violents), par les activités effectuées en parallèle (p. ex. manger des friandises) et par le contexte de cette utilisation (p. ex. l'accompagnement par les parents et les personnes investies de l'autorité parentale ; Przybylski & Weinstein, 2017b). Dès lors, il semble que des recommandations générales de comportement, telles qu'elles sont émises en Suisse, sont plus judicieuses que de définir des valeurs-limites fixes, comme ce qui prévaut parfois dans d'autres pays (voir Marciano & Camerini, 2019 ; Gottschalk, 2019).

6.3.2 Efficience

Une évaluation de l'efficience de l'utilisation de ressources numériques au degré primaire n'est pas possible dans le cadre du présent rapport. Des mesures valides de l'effet causal de ressources numériques sur la qualité de l'enseignement et sur les performances d'apprentissage font défaut à cet effet (voir chapitres 6.3.1.3 et 7.3.1). Par ailleurs, on ne dispose d'aucune information fiable sur les dépenses financières et les dépenses en matériel destinées à ces ressources (voir chapitre 3.5.3) qui pourraient être mises en relation avec des effets scientifiquement mesurés.

6.3.3 Équité

Au vu de l'absence d'informations correspondantes, on ne peut répondre que dans une mesure très limitée aux questions concernant l'équité pour ce niveau scolaire. En particulier, des données et des enquêtes font défaut s'agissant de l'hétérogénéité des effets de ressources numériques sur le succès de l'apprentissage et sur le développement de capacités dans l'utilisation de technologies numériques. Mais on ne dispose également d'aucun chiffre exploitable pour ce qui a trait à l'équipement des écoles en terminaux numériques.

6.3.3.1 Développement de compétences numériques et caractéristiques socio-économiques

Le développement de compétences numériques à l'école primaire se déroule, dans une forte mesure, de manière hétérogène. Une enquête longitudinale actuelle provenant des Pays-Bas montre, par exemple, qu'au cours de trois années scolaires, des élèves deviennent certes continuellement toujours plus compétents dans la collecte, la création, la modification et l'utilisation d'informations (Lazonder, et al., 2020). Toutefois, les capacités de certains élèves n'évoluent pas de manière constante, mais s'améliore au contraire « par sauts », avec des gains considérables en une année, et avec des progrès minimaux lors de l'année suivante (ou vice-versa). En outre, les performances enregistrées dans différents domaines de compétences ne sont qu'en faible corrélation mutuelle. Cela signifie que des enfants qui, par exemple, ont une longueur d'avance sur leurs camarades dans la recherche d'informations sur l'Internet, peuvent avoir un niveau moyen dans le traitement de documents de textes ou dans la création de présentations. L'amélioration de leurs capacités ne peut pas être prédite sur la base de leur niveau de performance effectif.

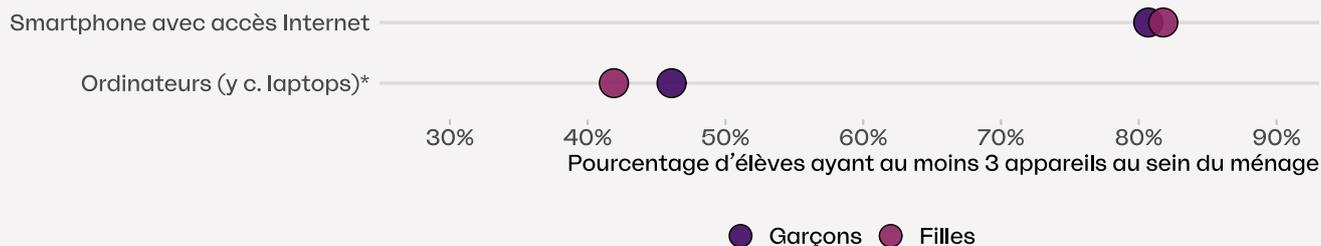
Les résultats de cette étude montrent aussi que le développement de compétences numériques est largement indépendant du sexe et du statut migratoire des enfants, et qu'il n'est en lien avec le statut socio-économique des parents que de manière limitée. Toutefois, il semble en particulier que la recherche d'informations et l'utilisation de l'Internet en toute sécurité est plus marquée chez les enfants issus de familles à statut socio-économique plus élevé.

6.3.3.2 Équipement privé en terminaux numériques selon des caractéristiques socio-démographiques

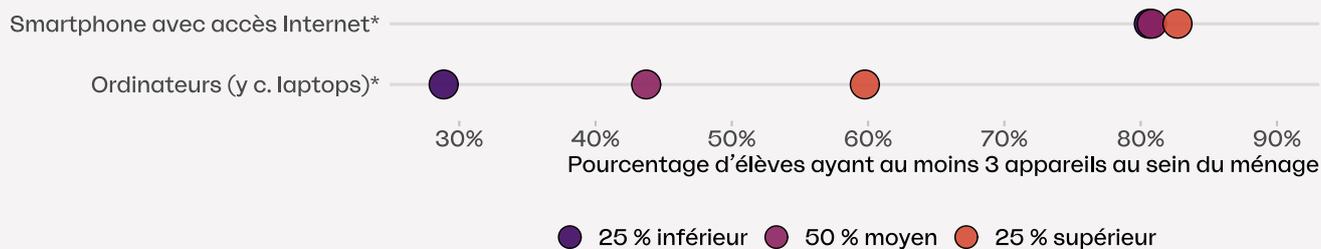
Sur la base des données disponibles pour le degré primaire, il n'est pas possible de formuler des énoncés sur le lien entre la composition socio-démographique d'une école et son équipement en terminaux numériques. Toutefois, des indications du degré secondaire I ne fournissent aucun indice de l'existence d'une corrélation systématique entre la situation des écoles en matière d'équipement et la composition socio-économique de la communauté des élèves (voir chapitre 7.3.3.2).

En revanche, dans un contexte privé, il existe de nettes différences d'équipement entre des familles dans lesquelles vivent des élèves du degré primaire (voir Graphique 51). Cela vaut en particulier pour les ordinateurs fixes et les ordinateurs portables (« laptops »). Ainsi, p. ex., dans 60 % des ménages provenant du quart supérieur de la répartition selon le statut socio-professionnel, il y a au minimum trois ordinateurs fixes ou trois laptops qui sont disponibles. Dans le quart inférieur de la répartition selon le statut, ce n'est le cas que pour environ 20 % des ménages. La densité d'équipement en ordinateurs fixes est aussi plus élevée dans des ménages sans arrière-plan migratoire que dans des ménages composés d'immigrés de la première et de la deuxième génération. Toutefois, ces différences s'expliquent totalement par des différences socio-économiques entre des ménages avec et sans arrière-plan migratoire. Cela signifie que des ménages sans arrière-plan migratoire ont tendance à être plus prospères et qu'ils possèdent donc davantage d'ordinateurs. Si l'on tient compte des différences de prospérité, on constate même un équipement en ordinateurs légèrement plus élevé parmi les immigrés de la première génération. C'est plutôt parmi les élèves du degré primaire de Suisse alémanique que l'on constate un niveau d'équipement élevé dans un contexte privé. Les différences selon le sexe sont statistiquement significatives, mais elles sont petites (42 % des élèves filles vivent dans des ménages qui ont au minimum trois ordinateurs alors que c'est le cas pour 46 % des élèves garçons). En revanche, les téléphones mobiles capables de surfer sur Internet semblent être largement répandus, indépendamment de la composition sociale de la famille. Au moins trois de ces appareils sont disponibles dans 80 % des ménages. Ces résultats sont similaires à ceux de l'étude MIKE (Waller, et al., 2019) qui atteste également d'une plus large disponibilité des téléphones mobiles dans les ménages avec enfants de 6 à 13 ans, et qui fait état de nettes disparités socio-économiques dans la disponibilité d'ordinateurs fixes et de laptops.

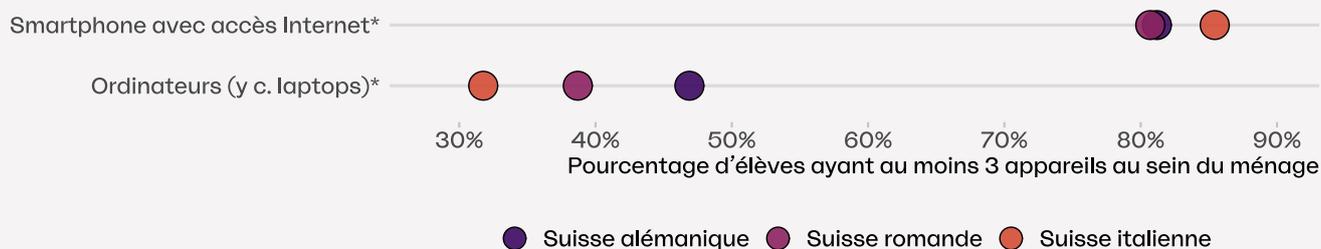
Différences en matière d'équipement par sexe



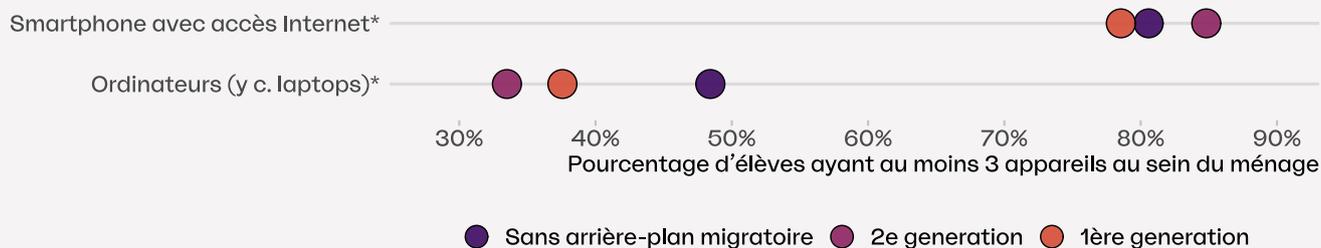
Différences en matière d'équipement selon le statut socio-économique



Différences en matière d'équipement selon la région linguistique



Différences en matière d'équipement selon l'arrière-plan migratoire



Graphique 51: Équipement privé en terminaux numériques, selon des caractéristiques socio-démographiques

Remarques: propres calculs sur la base de l'enquête COFO 2017. Les points représentent le pourcentage moyen des ménages qui disposent d'au moins trois terminaux numériques. Les désignations comportant un astérisque (*) renvoient au fait que les différences entre le groupe avec le pourcentage le plus élevé de ménages et le groupe avec le plus faible pourcentage de ménages sont statistiquement significatives ($p \leq 0,05$). Les différences se basent sur des comptages de fréquentation pondérés. Le statut social est une mesure de combinaison qui combine le diplôme de formation le plus élevé et le statut professionnel le plus élevé (selon l'«International Socio-Economic Index of Occupational Status») des parents ainsi que le nombre de livres présents dans le ménage (voir Pham, et al., 2019b).

Exemple de lecture: 47% des élèves du degré primaire en Suisse alémanique vivent dans des ménages où au moins trois ordinateurs fixes ou laptops sont disponibles. En Suisse italienne, ce n'est le cas que pour 32% des élèves du degré primaire.

7 Degré secondaire I

7.1	Décrire la numérisation: utilisation de ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage	187
7.2	Expliquer la numérisation: conditions préalables à l'utilisation de ressources numériques	201
7.3	Évaluer la numérisation: efficacité, efficience et équité	216

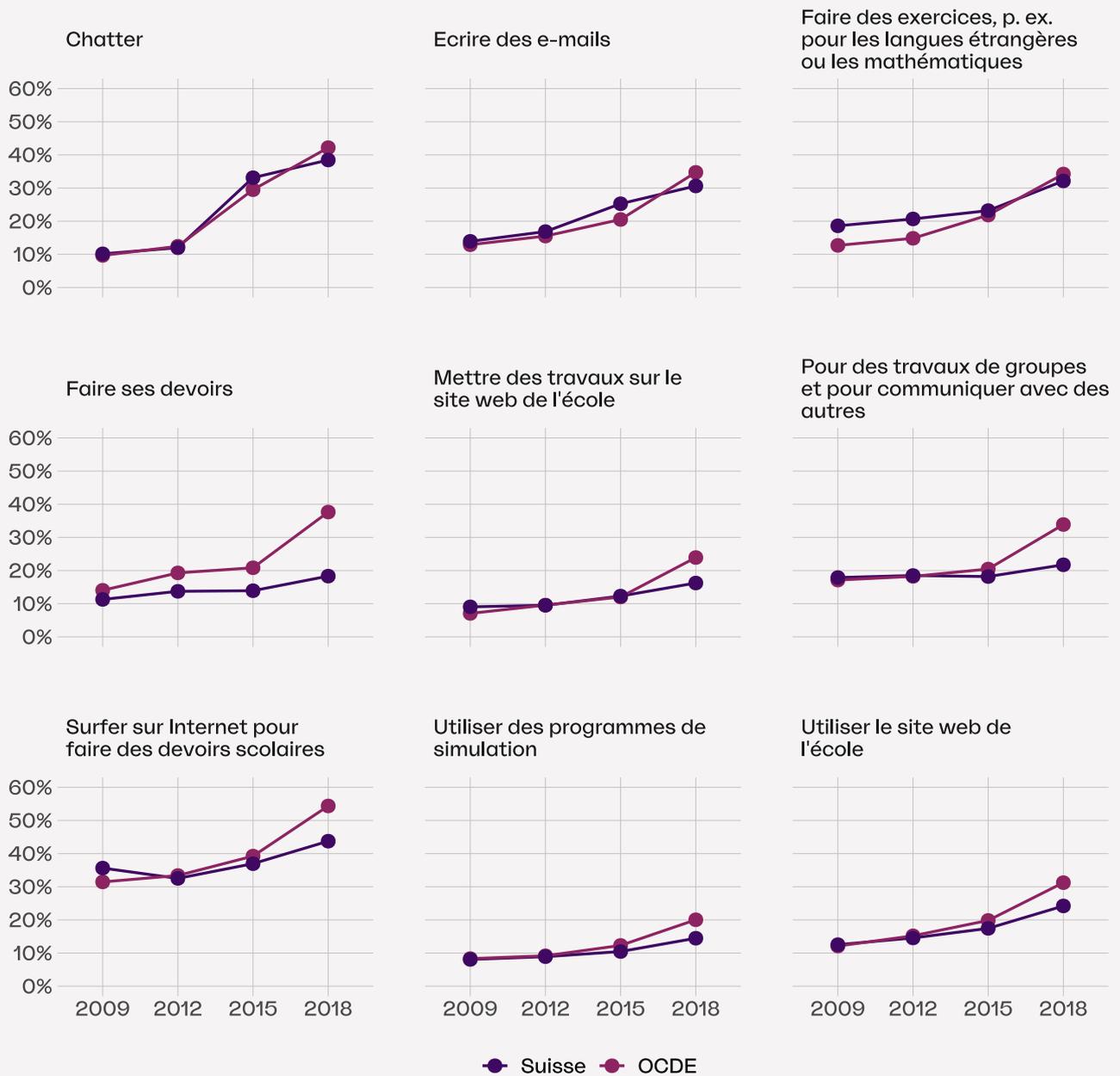
Par comparaison avec d'autres degrés scolaires, au degré secondaire I, on dispose d'informations relativement étendues sur l'utilisation de ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage. Cela tient surtout aux études comparatives nationales et internationales existantes relatives aux performances scolaires dont le groupe cible se trouve souvent à ce niveau scolaire. Dès lors, par comparaison avec les autres niveaux scolaires, on trouve des énoncés relativement détaillés pour le degré secondaire I portant sur l'équipement en ressources numériques et sur son utilisation pour l'enseignement et l'apprentissage. Toutefois, ici également, il existe un manque d'enquêtes de valeur pertinente sur l'effet de ces utilisations sur la mise en place de compétences spécifiques en matière de médias ainsi que sur les performances dans d'autres domaines de compétences scolaires comme les mathématiques ou les sciences naturelles.

7.1 Décrire la numérisation: utilisation de ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage

7.1.1 L'utilisation de ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage est en progression

Ces dernières années, les ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage pour le degré secondaire I ont gagné en importance. Les ressources numériques ont tendance à être utilisées aujourd'hui plus fréquemment qu'il y a encore 10 ans pour une série d'activités axées sur l'école (Graphique 52). Cela concerne en particulier l'utilisation de ces ressources en tant qu'instruments de communication (p. ex. chat et courriel). Dans le cadre de l'enquête PISA 2018, 39 % de tous les élèves interrogés en Suisse déclaraient utiliser une fois par semaine à l'école des programmes de chat. En 2009, ils n'étaient encore que 10 %. Ces technologies revêtent aussi une importance croissante en tant que possibilités d'exploiter de nouvelles sources d'informations (p. ex. surfer sur l'Internet pour faire des devoirs scolaires, ou télécharger quelque chose à partir du site web de l'école, ou faire des recherches sur ce site web). En outre, plus récemment, on constate que des ressources numériques sont utilisées de manière accrue en tant qu'instrument servant à exercer et à répéter des connaissances spécialisées. Ainsi, en 2018, près d'un tiers de tous les élèves de Suisse utilisaient au moins une fois par semaine des ressources numériques pour faire des exercices (p. ex. pour les langues étrangères ou les mathématiques). Il s'agit d'une augmentation de 9 % par rapport aux résultats de l'enquête de 2015. L'utilisation de programmes de simulation s'est aussi nettement étendue entre l'enquête de

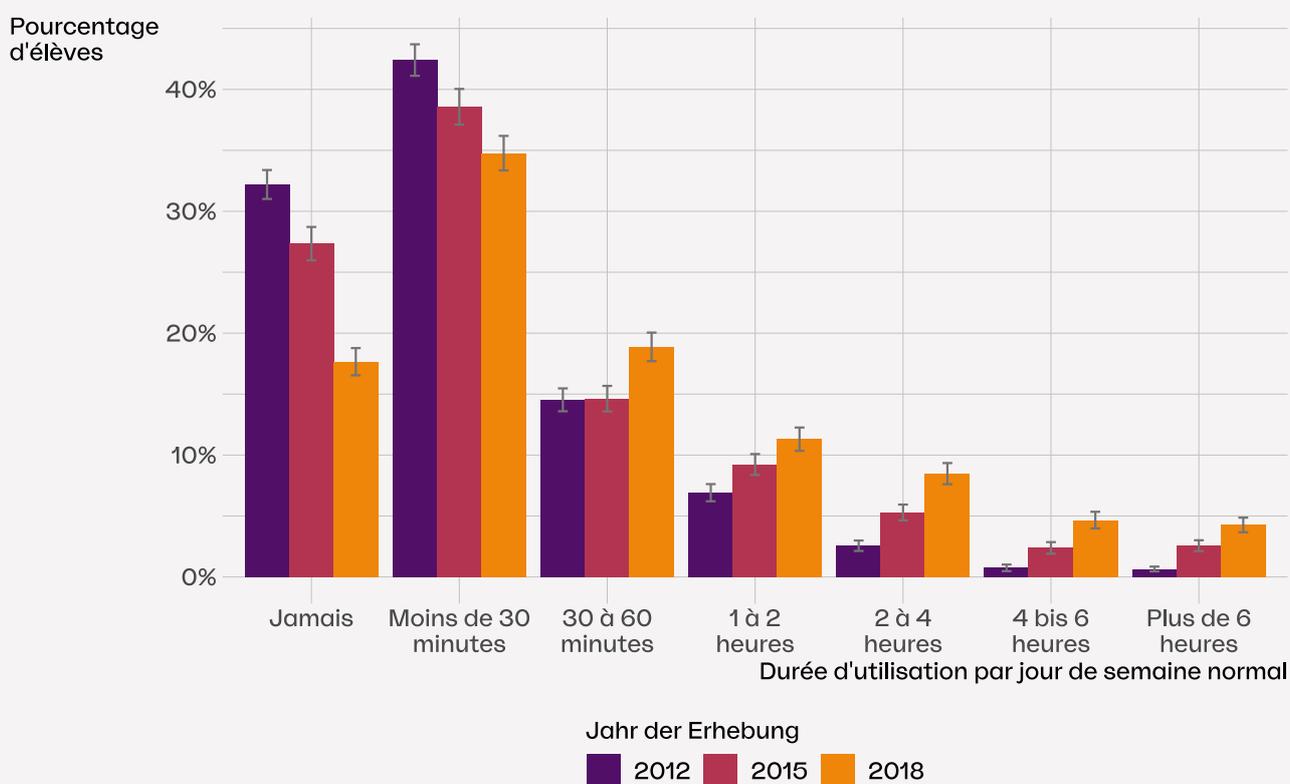
2015 et celle de 2018, même si elle demeure à un bas niveau (de 11 % en 2015 à 15 % en 2018). Pour ce qui est de l'utilisation de ressources numériques dans le cadre d'autres activités, p. ex. pour les travaux de groupes ou pour la collaboration avec d'autres élèves, les chiffres des enquêtes PISA ne présentent que de faibles changements au fil du temps. De manière générale, on peut constater que l'utilisation de ressources numériques ces dernières années en Suisse a moins fortement augmenté que dans les autres pays de l'OCDE.



Graphique 52: Changement dans la fréquence d'utilisation de terminaux numériques pour les activités scolaires à l'école, de 2009 à 2018

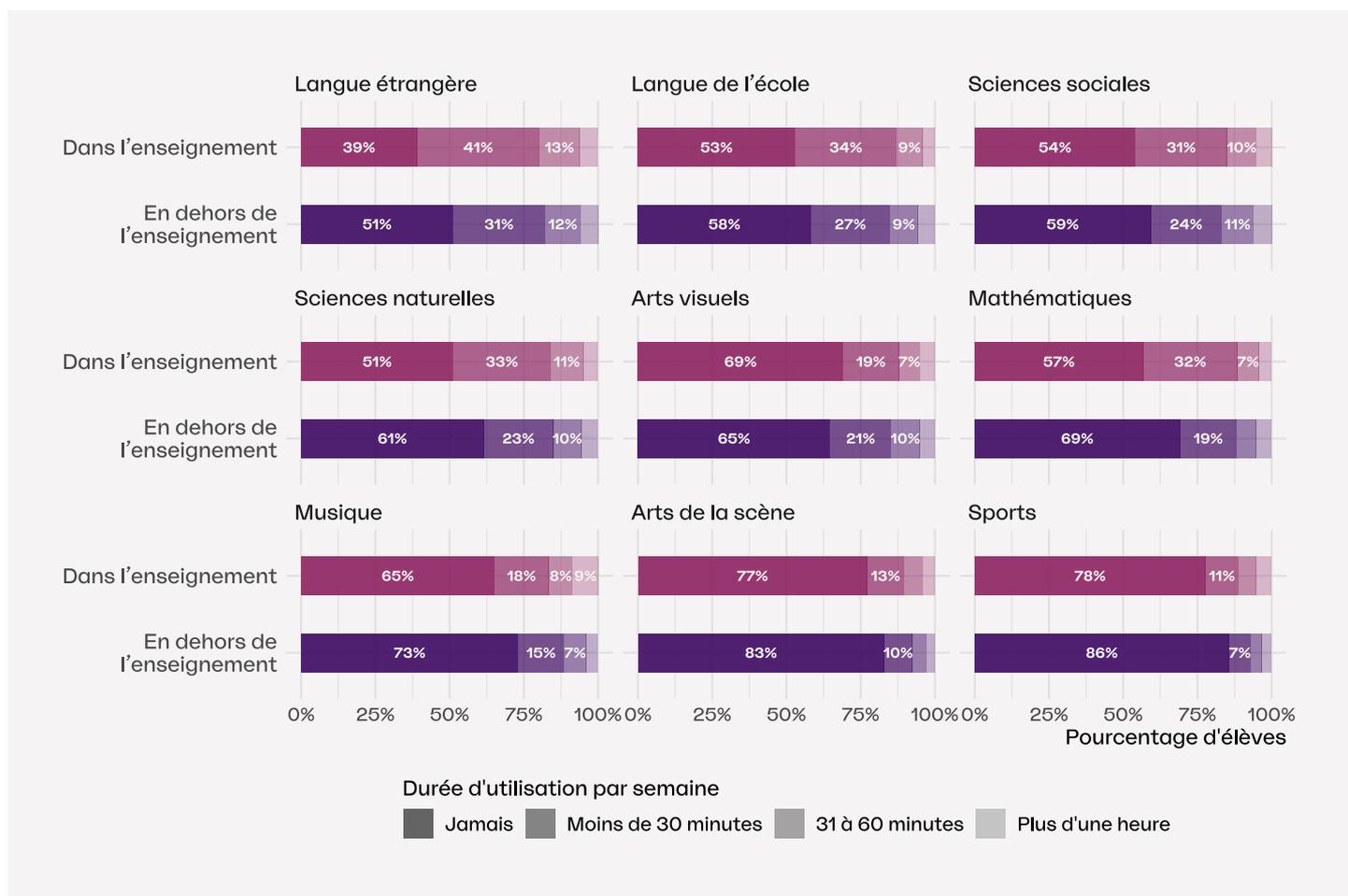
Remarques: propres calculs sur la base d'échantillons partiels suisses des enquêtes PISA 2009 à 2018. Les courbes représentent chaque fois le pourcentage des élèves qui déclarent exercer des activités à l'école avec des terminaux numériques au minimum une fois par semaine. Les écoles qui comptent dix élèves ou moins de dix élèves n'ont pas été prises en compte dans la classe cible de l'enquête PISA. (OECD, 2020).

Il ressort aussi des données PISA que l'utilisation de l'Internet axée sur l'école a gagné en importance (Graphique 53). Entre 2012 et 2018, par exemple, le nombre d'élèves qui n'utilisent absolument pas l'Internet à des fins scolaires lors d'un jour normal de la semaine a presque diminué de moitié. En revanche, on peut constater de nettes augmentations pour les durées moyennes d'utilisation (plus de 30 minutes) et pour les longues durées d'utilisation (plus de 2 heures). Cela montre que l'Internet connaît une diffusion croissante dans les écoles de Suisse, en particulier en tant que source d'information. Les chiffres attirent également l'attention sur le fait que plus de la moitié de tous les élèves de Suisse utilisent l'Internet moins de 30 minutes lors d'un jour scolaire ordinaire pour effectuer des tâches axées sur l'école.



Graphique 53: Changements et variation dans la durée d'utilisation de l'Internet à l'école, de 2012 à 2018
 Remarques: propre présentation sur la base d'échantillons partiels suisses des enquêtes PISA 2012, 2015 et 2018. Les écoles qui comptent dix élèves ou moins n'ont pas été prises en compte dans la classe cible de l'enquête PISA (voir OECD, 2020).

L'utilisation d'appareils numériques pour l'enseignement spécifique aux différentes disciplines est également plutôt faible jusqu'à présent (barres de gauche, Graphique 54). Plus de la moitié des élèves en Suisse déclarent ne jamais utiliser d'appareils numériques dans l'enseignement des disciplines, à savoir dans l'une des neuf disciplines ou combinaisons de disciplines faisant l'objet de l'enquête PISA 2018. C'est dans l'enseignement des langues que les appareils numériques sont le plus fréquemment utilisés. En revanche, le recours aux terminaux numériques est rare dans l'enseignement de la musique, des arts visuels, des arts vivants ou du sport. Mais aussi en mathématiques et en sciences naturelles, les appareils numériques ne sont utilisés de manière plus étendue que par une petite minorité d'élèves. 5 % des élèves utilisent des appareils numériques plus de 60 minutes par semaine dans l'enseignement des mathématiques. Dans l'enseignement des sciences naturelles (physique, chimie, biologie, etc.), il s'agit de 6 % des élèves.

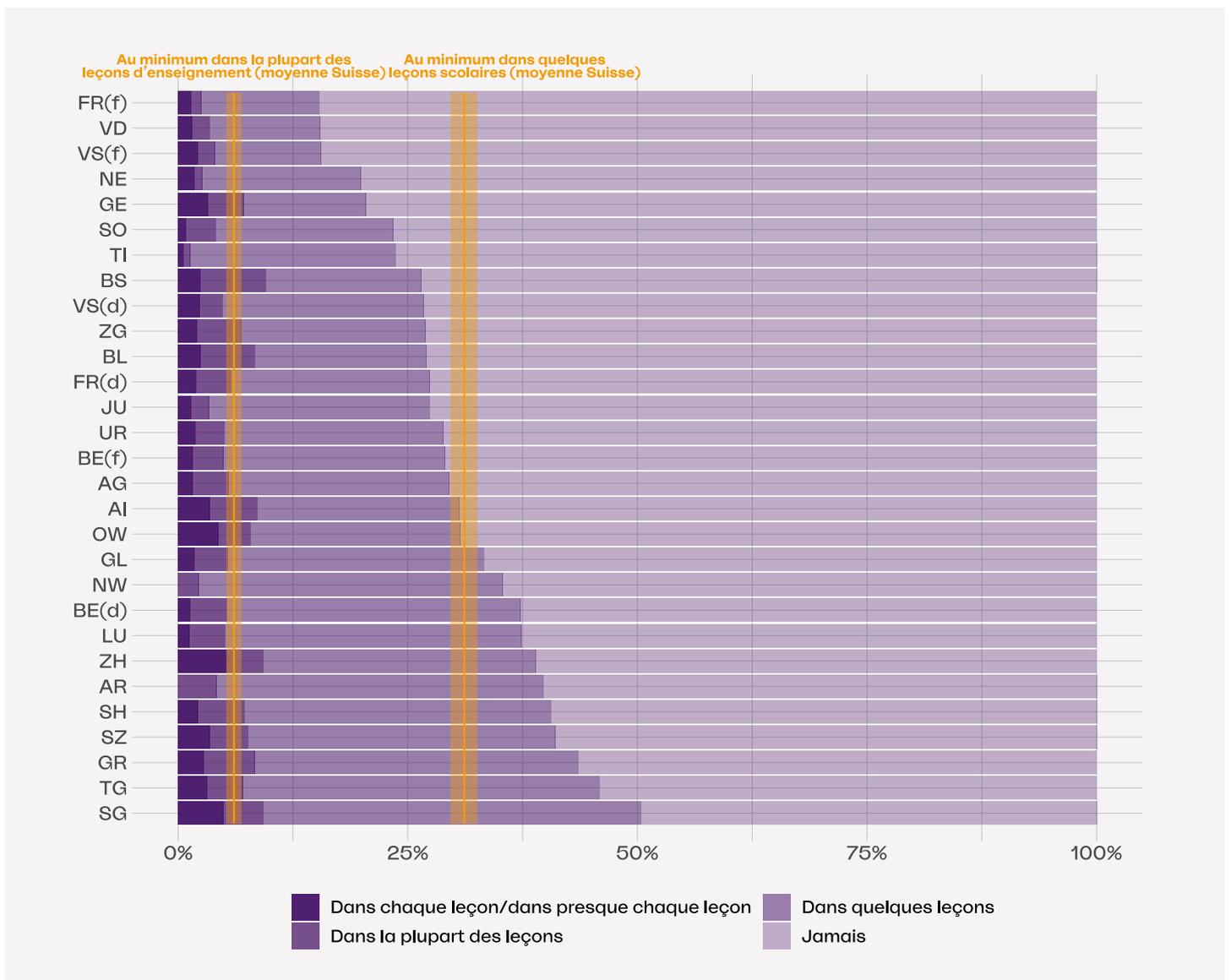


Graphique 54 : Durée d'utilisation hebdomadaire des appareils numériques par discipline, dans l'enseignement et en dehors de l'enseignement

Remarques: propres calculs sur la base d'échantillons partiels suisses de l'enquête PISA 2018. Réponses aux questions suivantes: (a) « Combien de temps passes-tu, lors d'une semaine scolaire normale, à utiliser des appareils numériques pendant l'enseignement pour les disciplines scolaires suivantes ? » (barres de gauche) et (b) « Combien de temps passes-tu, lors d'une semaine scolaire normale, à utiliser des appareils numériques en dehors de l'enseignement pour les disciplines scolaires suivantes (peu importe que ce soit chez toi ou à l'école) ? » (barres de droite). Seuls ont été pris en compte les élèves qui déclarent suivre également la discipline concernée. Le classement des disciplines se fait sur la base du pourcentage d'élèves qui déclarent ne jamais utiliser de ressources numériques pendant l'enseignement.

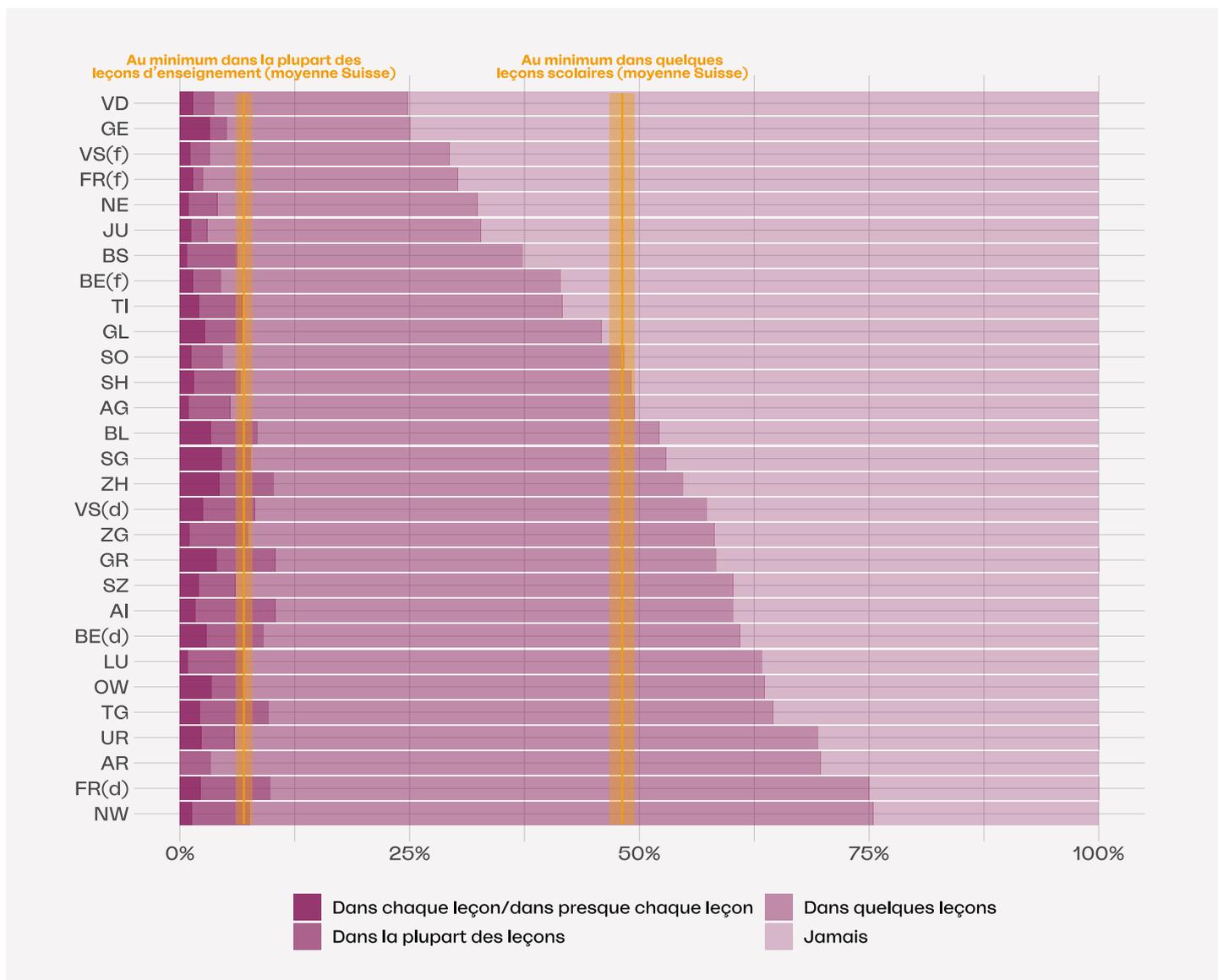
En dehors des heures d'enseignement à proprement parler, des ressources numériques sont plus fréquemment utilisées (barres de droite, Graphique 54), même si elles ne sont utilisées que dans une faible ampleur. Toutefois, on ignore dans quel but ces appareils sont utilisés en dehors de l'enseignement. Ainsi, il est envisageable, d'une part, que ces ressources soient utilisées pour la répétition ou l'approfondissement des contenus de l'enseignement de la discipline concernée. D'autre part, on ne peut pas exclure que ces ressources servent (aussi) à rechercher sur l'Internet des solutions déjà toutes prêtes pour des devoirs scolaires. Enfin, à la lecture de ces données, on ignore si l'utilisation de ces ressources est due à la propre initiative des élèves ou si elle se fait sur mandat de l'enseignante ou de l'enseignant.

7.1.2 Utilisation des ressources numériques dans l'enseignement: un «rideau de Rösti»



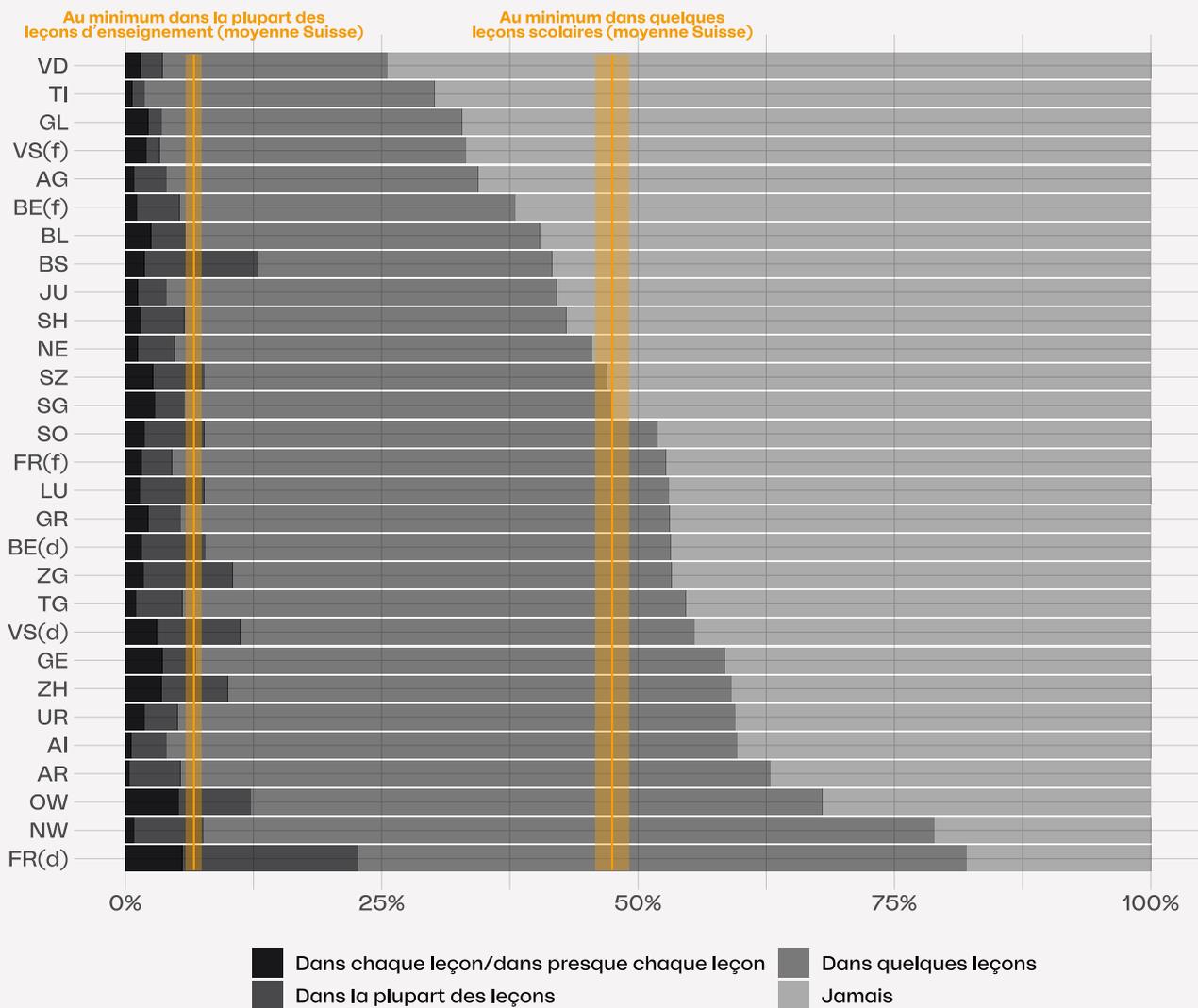
Graphique 55: Fréquence d'utilisation des terminaux numériques en mathématiques, par canton ou par partie de canton

Remarques: propres calculs sur la base de l'échantillon partiel « Mathématiques » de l'enquête COFO 2016. Répartition des réponses à la question suivante: « À quelle fréquence utilises-tu un ordinateur fixe (ou un ordinateur portable [' notebook '], une tablette ou un smartphone) pendant l'enseignement dans les disciplines ou domaines spécialisés suivants ? Mathématiques. » Évaluation par canton (barres du graphique). Pourcentage national des élèves qui déclarent les utiliser au moins occasionnellement (à savoir: plus souvent que jamais) pour l'enseignement des mathématiques (ligne verticale jaune, à droite), resp. qui déclarent utiliser des ordinateurs pendant la plupart des heures de cours ou pendant chaque heure de cours ou presque (ligne verticale jaune, à gauche). L'épaisseur de la ligne représente l'intervalle de confiance de 95 %. Les données sont triées selon le pourcentage d'élèves qui n'utilisent jamais les ordinateurs pour l'enseignement dans la langue de l'école.



Graphique 56: Fréquence d'utilisation des terminaux numériques dans la langue de l'école, par canton ou par partie de canton

Remarques: propres calculs sur la base de l'échantillon partiel « Langue de l'enseignement » de l'enquête COFO 2016. Répartition des réponses à la question suivante: « À quelle fréquence utilises-tu un ordinateur fixe (ou un ordinateur portable [' notebook '], une tablette ou un smartphone) pendant l'enseignement dans les disciplines ou domaines spécialisés suivants ? Langue de l'enseignement. » La langue de l'enseignement est subdivisée selon la région linguistique. Évaluation par canton (barres du graphique). Pourcentage national des élèves qui déclarent les utiliser au moins occasionnellement (à savoir: plus souvent que jamais) pour la langue de l'enseignement (ligne verticale jaune, à droite), resp. qui déclarent utiliser des ordinateurs pendant la plupart des heures de cours ou pendant chaque heure de cours ou presque (ligne verticale jaune, à gauche). L'épaisseur de la ligne représente l'intervalle de confiance de 95 %. Les données sont triées selon le pourcentage d'élèves qui n'utilisent jamais les ordinateurs pour l'enseignement dans la langue de l'école.



Graphique 57: Fréquence d'utilisation des terminaux numériques dans l'enseignement des langues étrangères par canton ou par partie de canton

Remarques: propres calculs sur la base de l'échantillon partiel «Langues étrangères» de l'enquête COFO 2016. Répartition des réponses à la question suivante: «À quelle fréquence utilises-tu un ordinateur fixe (ou un ordinateur portable [‘notebook’], une tablette ou un smartphone) pendant l'enseignement dans les disciplines ou domaines spécialisés suivants? Langues étrangères». Les langues étrangères peuvent être subdivisées par canton, par commune et par école. Évaluation par canton (barres du graphique). Pourcentage national des élèves qui déclarent les utiliser au moins occasionnellement (à savoir: plus souvent que jamais) pour la langue de l'enseignement (ligne verticale jaune, à droite), resp. qui déclarent utiliser des ordinateurs pendant la plupart des heures de cours ou pendant chaque heure de cours ou presque (ligne verticale jaune, à gauche).. L'épaisseur de la ligne représente l'intervalle de confiance de 95%. Les données sont triées selon le pourcentage d'élèves qui n'utilisent jamais les ordinateurs pour l'enseignement dans la langue de l'école.

Un tableau similaire ressort également des résultats de l'enquête portant sur le contrôle de l'atteinte des compétences de base (COFO) provenant de l'année 2016, du point de vue de l'ensemble de la Suisse. Plus de la moitié des élèves n'utilisent jamais des terminaux numériques en mathématiques (Graphique 55), dans la langue de l'enseignement (Graphique 56) ou dans les langues étrangères (Graphique 57). Le pourcentage des élèves qui déclarent ne jamais utiliser d'appareils numériques pendant l'enseignement va de 52 % pour l'enseignement de la langue

de l'école à 69 % pour les mathématiques. Les valeurs sont approximativement identiques à celles de l'enquête PISA 2018 pour les mêmes disciplines.

À l'échelle de toute la Suisse, pendant chaque heure de cours ou presque chaque heure de cours, les appareils numériques ne sont utilisés que par un très petit pourcentage d'élèves (environ 2,5 % pour toutes les disciplines). Les valeurs enregistrées dans les cantons varient, en fonction de la discipline concernée, entre 0 % et quelque 5,5 %. Toutefois, en règle générale, en raison d'erreurs d'échantillon relativement importantes, du point de vue statistique, ces valeurs ne se distinguent pas significativement du pourcentage valable pour l'ensemble de la Suisse. Cela parle en faveur de l'idée selon laquelle les intensités d'utilisation parfois élevées qui sont constatées sont dues en premier lieu à la priorisation de ces ressources par les communes individuelles, par les écoles ou par les enseignantes et les enseignants. L'importance dévolue dans le détail à ces différents acteurs ne peut pas être isolée sur la base des données disponibles. Toutefois, on peut constater que des fréquences d'utilisation sont en corrélation positive par le biais des différentes disciplines. C'est-à-dire que des élèves qui font état d'une fréquence d'utilisation plus élevée en mathématiques ont tendance à faire état également d'une fréquence d'utilisation plus élevée en langues étrangères ou dans l'enseignement de la langue de l'école. Cette corrélation est robuste. Elle est largement indépendante de facteurs d'influence au niveau du canton et de l'école.⁶³ Cela fait présumer que des utilisations intensives sont dues à certaines enseignantes et certains enseignants ou groupes d'enseignantes et d'enseignants. Mais on ne trouve aucun indice selon lequel ces enseignantes et ces enseignants existent de manière concentrée dans certains cantons.

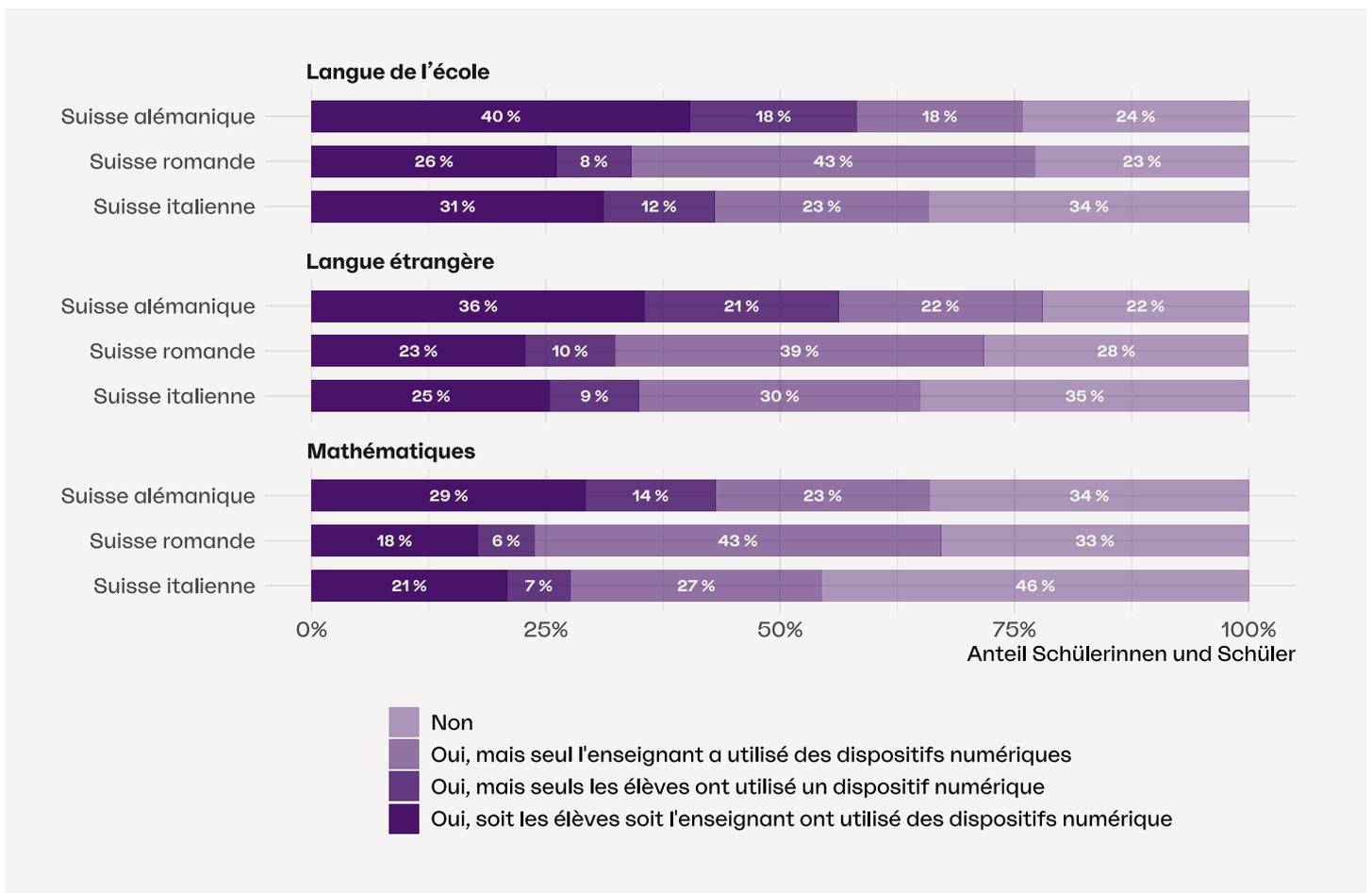
Si l'on ne peut guère identifier de différences intercantionales pour ce qui est du pourcentage des élèves qui utilisent particulièrement souvent des terminaux numériques, pour des utilisations moins fréquentes, des différences plus nettes se manifestent entre les cantons. À cet égard, il est frappant de constater que, dans les cantons de Suisse latine, il existe un nombre d'élèves supérieur à la moyenne qui déclarent ne jamais utiliser de terminaux numériques pendant l'enseignement. C'est surtout dans l'enseignement de la langue de l'école et des langues étrangères, mais aussi en mathématiques, que ces différences entre la Suisse germanophone et la Suisse latine sont nettement marquées. Elles concernent également les régions linguistiques de certaines parties des cantons

63 Les élèves peuvent être subdivisés, par discipline, en un groupe d'utilisation intensive (dans chaque leçon/ presque chaque leçon ou dans la plupart des leçons) et en un groupe de faible fréquence d'utilisation (dans quelques leçons ou jamais). Si la relation entre l'appartenance au groupe à utilisation intensive dans les deux disciplines est évaluée au moyen de modèles de probabilité linéaires ou non linéaires (voir notamment Greene, 2002), le coefficient de corrélation consécutif ne change pas (significativement) si l'on introduit une variable de contrôle supplémentaire pour chaque canton et pour chaque école.

bilingues, à savoir les cantons de Berne, du Valais et de Fribourg. Par exemple, presque 70 % des élèves francophones interrogés du canton de Fribourg déclarent ne jamais utiliser de terminaux numériques dans l'enseignement du français. En revanche, seul un quart environ des élèves germanophones de ce même canton déclarent ne jamais utiliser de terminaux numériques dans l'enseignement de l'allemand (Graphique 56).

Les données de l'enquête PISA de 2018 pour la Suisse font elles aussi présumer qu'il existe des différences spécifiques aux régions linguistiques dans l'utilisation de terminaux numériques par des élèves pendant l'enseignement (Graphique 58). Ainsi, pour l'ensemble des différentes versions linguistiques du questionnaire TIC, un pourcentage comparable d'élèves déclare certes n'avoir utilisé aucun appareil numérique au cours du mois dernier dans l'enseignement des disciplines.⁶⁴ Pourtant, par comparaison avec leurs camarades germanophones, un pourcentage nettement plus important des élèves francophones déclarent que si des appareils numériques sont utilisés, ils sont exclusivement utilisés par l'enseignante ou l'enseignant. Pour nuancer ce qui précède, il faut souligner que l'échantillon de l'enquête PISA en Suisse n'a pas été extrait de telle sorte qu'il permette d'en tirer des conclusions valides au niveau des régions linguistiques. Néanmoins, ces résultats sont un indice qui laisse à penser que les différences identifiées selon les régions linguistiques dans l'enquête COFO 2016 dans le mode d'utilisation des terminaux numériques par les élèves dans l'enseignement ne constituent pas un artefact statistique.

64 Environ une personne interrogée sur quatre déclare que c'est le cas pour la langue de l'école et pour les langues étrangères. Environ une personne interrogée sur trois déclare que c'est le cas pour l'enseignement des mathématiques.



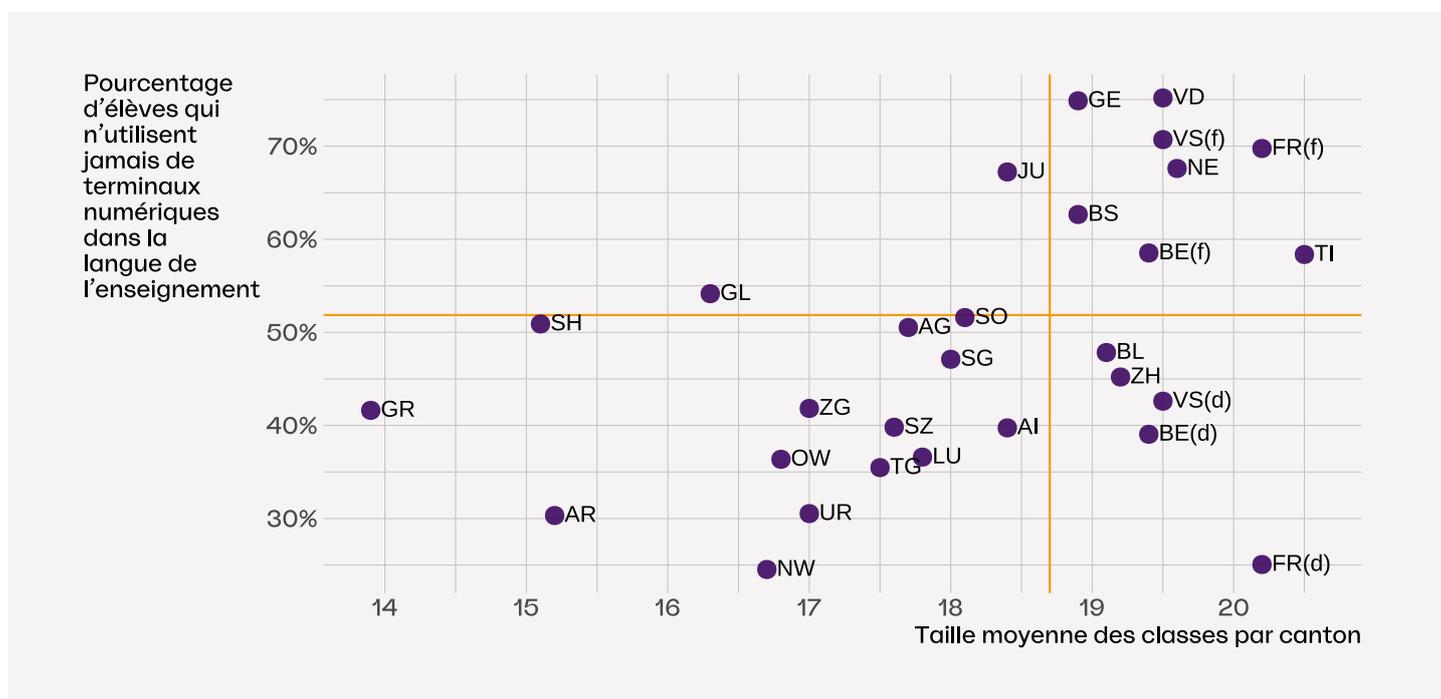
Graphique 58: Utilisation d'appareils numériques dans l'enseignement selon le rôle, selon la discipline et selon la langue du questionnaire

Remarques: propres calculs sur la base de l'échantillon partiel suisse de l'enquête PISA 2018. Réponses à la question suivante: «Au cours de ce dernier mois, un appareil numérique a-t-il été utilisé dans les disciplines scolaires suivantes pour l'apprentissage ou l'enseignement ?» La langue de l'école et les langues étrangères sont subdivisées par commune, par canton et par région linguistique. Puisque l'enquête PISA 2018 ne permet pas de tirer des conclusions pour la population des élèves de 15 ans dans les régions linguistiques, ce sont les pourcentages non pondérés qui sont représentés ici.

Une série d'explications pour ce phénomène sont envisageables. D'une part, il se peut que l'équipement en hardware approprié ne se présente pas de la même façon dans tous les cantons ou dans toutes les régions linguistiques (voir Graphique 81). La nette répartition comparativement différenciée selon la région linguistique qui peut aussi être constatée au sein des cantons bilingues parle en faveur de l'idée selon laquelle des différences dans les plans d'études propres aux régions linguistiques peuvent rendre compte, du moins en partie, de ces différences observables (voir chapitre 4.4.4).⁶⁵ Enfin, il ne faut pas exclure que des différences propres aux régions linguistiques s'expriment dans des approches pédagogiques et des idées des enseignantes et des enseignants dans les modèles d'habitudes d'utilisation constatés. Il semble que des approches pédagogiques

⁶⁵ Toutefois, il ne faut pas partir du principe que les différences observées sont imputables à des écarts entre le Lehrplan 21 et le Plan d'études romand, resp. le Piano di Studio. Les données de l'enquête COFO datent de l'année 2016. À ce moment-là, l'introduction du Lehrplan 21 n'avait commencé que dans un seul canton, et elle n'était terminée dans aucun canton.

centrées sur l’enseignante ou l’enseignant sont plus répandues en Suisse latine qu’en Suisse alémanique (Waldis, et al., 2010 ; Pauli & Reusser, 2011). En outre, ces modèles d’habitudes peuvent être renforcés par d’autres différences structurelles. Ainsi, dans les cantons alémaniques, les écoles du degré secondaire I ont tendance à avoir des tailles de classes plus petites (CSRE, 2018, p. 94), ce qui facilite l’application de formes d’enseignement centrées sur les élèves (Prosser & Trigwell, 1997 ; Lund & Stains, 2015). Dans les faits, au niveau cantonal, il existe une corrélation positive entre le nombre moyen d’élèves par classe et le pourcentage des apprenantes et des apprenants qui déclarent ne jamais utiliser des ressources numériques dans l’enseignement (Graphique 59). Cela ne signifie toutefois pas que la relation illustrée par le graphique soit nécessairement une relation causale. En outre, la relation est trop faible pour expliquer suffisamment la variance intercantonale dans la non-utilisation de ressources numériques. Sur la base des jeux de données existants, il n’est pas possible d’évaluer de manière valide dans quelle mesure des différences structurelles, pédagogiques et culturelles expliquent effectivement les différences cantonales observables dans la fréquence d’utilisation des appareils numériques. Il faut souligner que les données utilisées pour ces analyses remontent aux années 2016 (COFO) et 2018 (PISA). En raison de l’absence de données disponibles, il n’est pas possible de tenir compte des changements survenus depuis lors.

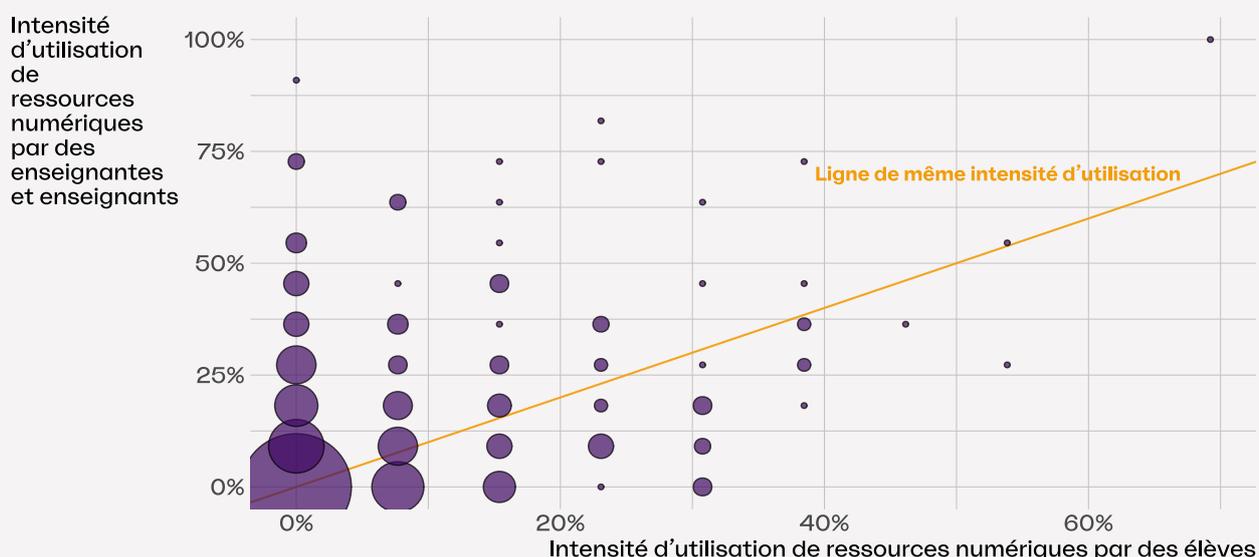


Graphique 59: Tailles moyennes des classes par canton et pourcentage d’élèves qui n’utilisent jamais d’appareils numériques dans l’enseignement dans la langue de l’école

Remarques: propre calcul sur la base de l’échantillon partiel « Mathématiques » de l’enquête COFO 2016. La langue de l’enseignement est subdivisée par région linguistique. Les lignes jaunes représentent la moyenne pour toute la Suisse. Les tailles de classes se rapportent à la taille de classe moyenne par canton au degré secondaire I pour l’année scolaire 2015/2016.

7.1.3 Des ressources numériques sont utilisées en priorité pour le soutien à l'enseignement frontal

Aucune information n'est disponible pour l'ensemble de la Suisse pour savoir dans quels buts et avec quels objectifs des ressources numériques sont utilisées pour l'enseignement et l'apprentissage. Il ressort du sondage réalisé auprès des enseignantes et des enseignants de l'échantillon partiel suisse de l'enquête ICILS de 2013 qu'au moment du sondage, une majorité des enseignantes et des enseignants (60 % des personnes interrogées) utilisait des ressources numériques au moins occasionnellement dans leur enseignement. Toutefois, parmi les enseignantes et les enseignants qui utilisaient ces ressources, seule une petite minorité faisaient aussi appel de manière intensive à ces terminaux numériques (Graphique 60). Les 25 applications recensées (13 d'entre elles se rapportent à des utilisations par les élèves, 12 d'entre elles à des utilisations par l'enseignante elle-même et l'enseignant lui-même) ont été utilisées au moins occasionnellement par 40 % des enseignantes et des enseignants. Et seuls 13 enseignants sur les 496 enseignants interrogés ont déclaré utiliser un quart ou plus d'un quart des applications recensées dans leur enseignement. Les enseignantes et les enseignants qui utilisent elles-mêmes et eux-mêmes plus fréquemment les ressources numériques ont tendance à faire utiliser aussi plus souvent ces ressources par leurs élèves. Toutefois, il s'avère clairement que les enseignantes interrogées et les ensei-

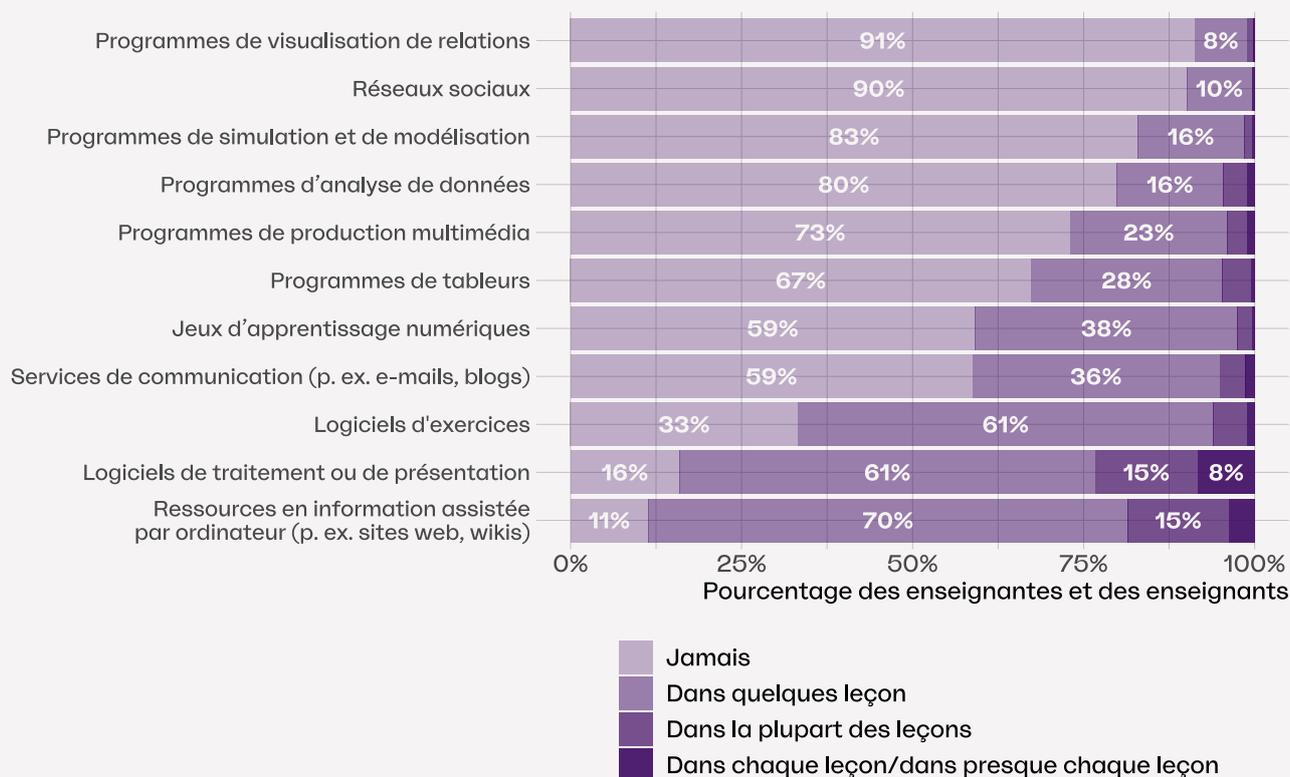


Graphique 60: Intensité d'utilisation de ressources numériques par les enseignantes, les enseignants et par les élèves dans l'enseignement

Remarques: propre présentation sur la base de l'échantillon d'enseignantes et d'enseignants suisses de l'enquête ICILS 2013. L'intensité d'utilisation est mesurée par le pourcentage des buts d'application souvent utilisés. Sur la base des 13 items de la question «À quelle fréquence votre classe de référence utilise-t-elle des TIC pour les activités suivantes ?» (axe horizontal) et des 12 items de la question «À quelle fréquence utilisez-vous des TIC dans les pratiques suivantes pour l'enseignement de votre classe de référence ?» (axe vertical). La taille des cercles est proportionnelle au pourcentage des enseignantes et des enseignants.

gnants interrogés utilisent elles-mêmes et eux-mêmes ces ressources de manière nettement plus intensive qu'elles et ils ne les font utiliser par leurs élèves. 70 % des enseignantes interrogées et des enseignants interrogés qui déclarent utiliser souvent des ressources numériques « pour un but au minimum » se situent, sur le graphique, dans la partie supérieure de la « ligne de même intensité d'utilisation » (voir Graphique 60).

Le mode d'utilisation qui est de loin le plus fréquent est l'utilisation de ressources numériques par les enseignantes et les enseignants pour la présentation d'informations dans le cadre de l'enseignement de la classe (31 % des enseignantes et des enseignants les utilisent souvent, et 58 % d'entre eux occasionnellement). Le mode d'utilisation le plus rare est le recours aux ressources numériques pour permettre d'échanger avec des élèves d'autres écoles (88 % des enseignantes et des enseignants ont déclaré ne jamais utiliser des ressources numériques pour un tel but). Dès lors, il est peu surprenant de constater que des ressources en informations assistées par ordinateur et des programmes Office comptent parmi les applications les plus fréquemment utilisées (Graphique 61).



Graphique 61: Fréquence d'utilisation de programmes et applications numériques par les enseignantes et les enseignants dans l'enseignement

Remarques: propre présentation sur la base de l'échantillon d'enseignantes et d'enseignants suisses de l'enquête ICILS 2013. Les 11 programmes et applications les plus souvent utilisés sont représentés sur le graphique. Sur la base de 14 items relatifs à la question « À quelle fréquence, au cours de la présente année scolaire, avez-vous utilisé les moyens auxiliaires suivants dans l'enseignement de votre classe de référence ? »

7.2 Expliquer la numérisation: conditions préalables à l'utilisation de ressources numériques

7.2.1 Équipement des écoles en terminaux et technologies numériques

Des informations sur l'équipement des écoles du degré secondaire I en terminaux numériques ne sont disponibles que dans une mesure très limitée. En particulier, il n'est pas possible de formuler des énoncés sur les différences entre les cantons ou sur les régions linguistiques au sein d'un même canton. Avec les jeux de données disponibles, il n'est donc pas possible de répondre à la question de savoir si et dans quelle mesure des différences observables provenant de l'enquête COFO dans l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement sont dues à des différences d'équipement des écoles.

Au niveau de l'ensemble de la Suisse, en revanche, on dispose de certaines informations sur l'état d'équipement des écoles du degré secondaire I. Elles se rapportent surtout à l'équipement en terminaux numériques (ordinateurs fixes, ordinateurs portables, tablettes) et à la disponibilité de l'Internet.

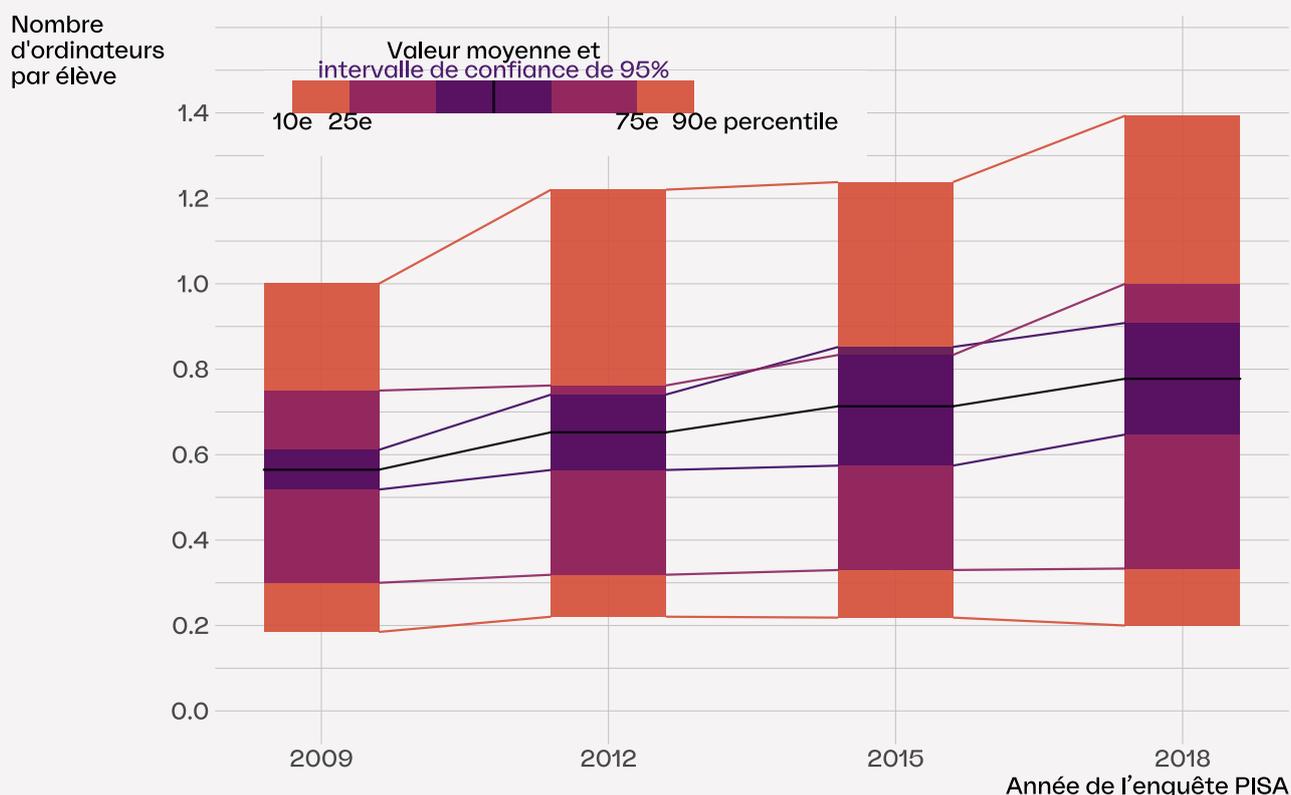
On constate que l'équipement moyen des écoles suisses en terminaux numériques est bon, également en comparaison internationale. Il correspond, pour l'essentiel, à la moyenne de tous les pays de l'OCDE (voir Crotta, Ambrosetti, & Salvisberg, 2019 ; Konsortium icils.ch , 2015).

7.2.2 En matière d'équipement, l'hétérogénéité s'accroît entre les écoles

Ces dernières années, l'équipement des écoles en ordinateurs a continuellement augmenté. Selon les enquêtes PISA, au cours de la dernière décennie, le nombre des élèves qui doivent se partager un ordinateur a reculé en moyenne de 1,7 élève en 2009 à 1,3 élève en 2018 (ligne noire, Graphique 62).⁶⁷ Indépendamment de l'année de l'enquête, on constate que tous les ordinateurs disponibles ont aussi un accès à l'Internet. Le pourcentage d'appareils raccordés à l'Internet depuis 2009 se maintient à un niveau constant à presque 100 %.

67 Les chiffres indiqués ici sont les valeurs inverses des valeurs représentées dans le Graphique 62. Le Graphique 62 présente les résultats sous forme de ratio entre le nombre d'ordinateurs et le nombre d'élèves. Ce ratio a été choisi parce que toutes les écoles disposent certes d'élèves (à savoir: un chiffre supérieur à zéro), mais toutes les écoles ne disposent pas également d'ordinateurs (à savoir: pour quelques écoles, cette valeur est égale à zéro). Le calcul du ratio « ordinateurs-élèves » garantit ainsi l'existence de valeurs relationnelles bien définies pour les écoles sans ordinateurs. Le ratio « élèves-ordinateurs » ne serait pas mathématiquement défini pour des écoles sans ordinateurs. Pour permettre une interprétation plus intuitive du volume des répartitions empiriques, des valeurs moyennes et des percentiles sont convertis à l'aide de la fonction inverse. Dès lors, les valeurs indiquées dans le texte se rapportent au nombre d'élèves qui doivent se partager un même ordinateur.

Toutefois, cette progression du nombre d'appareils n'a pas entraîné une augmentation uniforme de la disponibilité des ordinateurs pour les élèves du degré secondaire I, ce qui se traduit par une hétérogénéité croissante de la situation en matière d'équipement. Ainsi, on constate, d'une part, une forte croissance de l'équipement à l'extrémité supérieure de la courbe de répartition de l'équipement (voir Graphique 62): en 2018, près d'un quart des élèves a fréquenté une école du degré secondaire I qui disposait d'au moins un appareil par élève. En 2009, ce n'était le cas que pour 10 % des élèves. Dans le même temps, la situation en matière d'équipement est en stagnation à l'extrémité inférieure de la courbe de répartition: ainsi, en 2018, un élève sur trois fréquentait une école dans laquelle au moins trois élèves se partageaient un ordinateur. Cela correspond au pourcentage de 2009. Sur la base des données disponibles, il n'est pas possible de clarifier quels sont les facteurs qui expliquent en priorité le fait que les différences entre les écoles se soient aussi fortement creusées ces dix dernières années du point de vue de l'équipement en terminaux numériques. Toutefois, on peut présumer qu'un renforcement des équipements à raison d'un élève par ordinateur a encore renforcé l'accélération de la croissance à l'extrémité supérieure de la courbe de répartition de l'équipement.



Graphique 62: Evolution de la répartition de l'équipement en ordinateurs dans les écoles du degré secondaire I, de 2009 à 2018

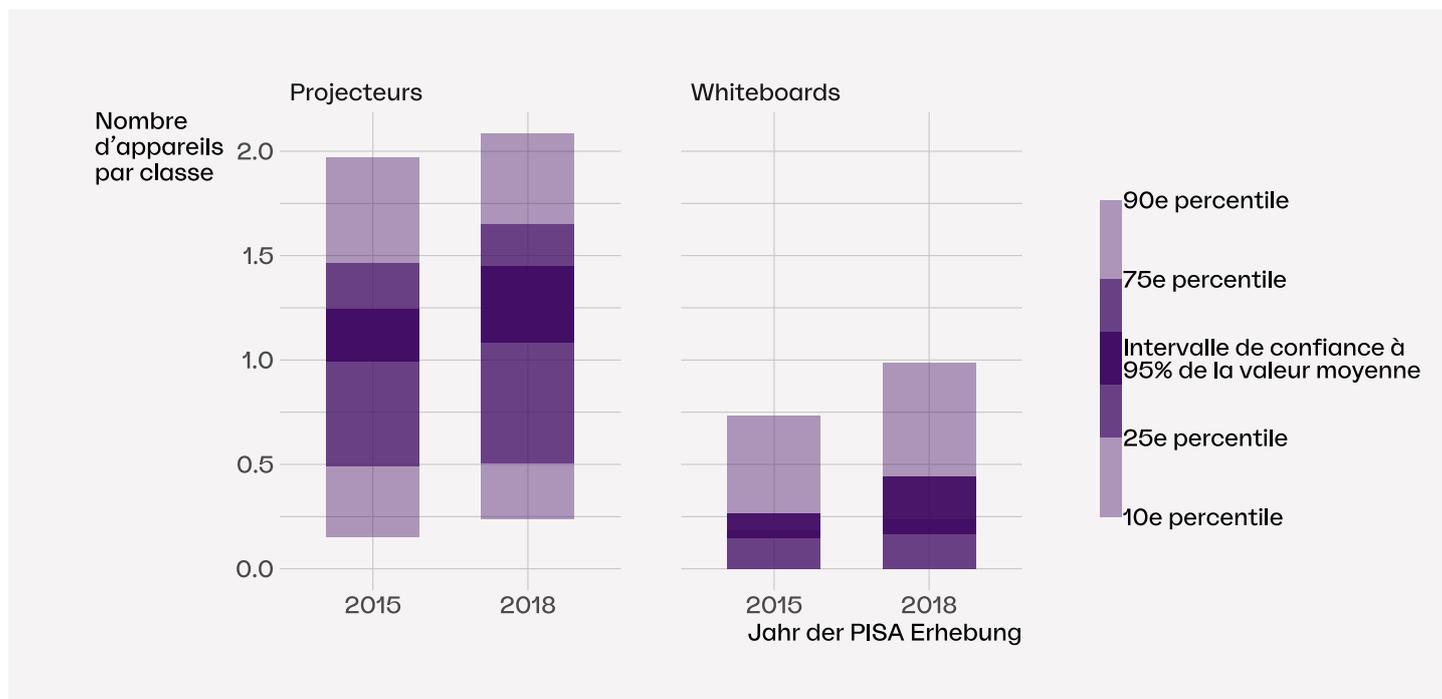
Remarques: propre présentation sur la base d'échantillons partiels suisses des enquêtes PISA 2009, 2012, 2015 et 2018. Des écoles avec 10 élèves ou moins dans la classe cible de l'enquête PISA n'ont pas été prises en compte (voir OECD, 2020). L'unité d'observation est l'élève (voir OECD, 2009).

Exemple de lecture: en 2009, le ratio « ordinateurs-élèves » se situait approximativement à un peu moins de 0,6 dans l'école suivie par l'élève moyen. Cela signifie qu'en 2009, l'élève moyen fréquentait une école où environ 1,7 ($\approx 1(0,6)$) élève de 15 ans devait se partager un même ordinateur de l'école. Pendant cette même année, 10 % des élèves fréquentaient des écoles avec un ratio de moins de 0,19, alors que 10 % des élèves suivaient des cours dans des écoles qui présentaient un ratio « ordinateurs-élèves » d'au minimum 1. Cela veut dire que 10 % des élèves suivaient une école dans laquelle au moins 5 élèves se partageaient un ordinateur, alors que 10 % des élèves fréquentaient une école qui mettait à disposition un ordinateur pour un élève.

On constate également des différences comparativement importantes pour d'autres terminaux numériques dans la situation des écoles en matière d'équipement (Graphique 63). Par exemple, selon l'enquête PISA 2018, quelque 60 % des élèves fréquentaient des écoles du degré secondaire I qui ne disposaient pas d'un seul tableau blanc (« whiteboard ») numérique alors que simultanément, un élève sur dix disposait de whiteboards numériques dans toutes les salles de classes de son école.⁶⁸ Si des projecteurs numériques sont nettement plus souvent représen-

⁶⁸ Le nombre des salles de classes est calculé ici par approximation via le nombre des classes, c'est-à-dire via le nombre des élèves d'une école divisé par la taille moyenne des classes. Puisque le nombre des salles de classes est généralement supérieur au nombre des classes d'une école, il s'agit ainsi d'une sous-estimation comparativement grossière, et donc d'une surestimation du nombre d'appareils par salle.

tés dans les salles de classes du degré secondaire I (en moyenne environ quatre à cinq fois plus répandus que les whiteboards numériques), on trouve ici aussi de nettes différences dans la comparaison entre les écoles: environ un quart des élèves disposent d'un projecteur numérique dans moins d'une salle de classe sur deux, tandis qu'un autre quart dispose de plus d'un appareil par classe.⁶⁹



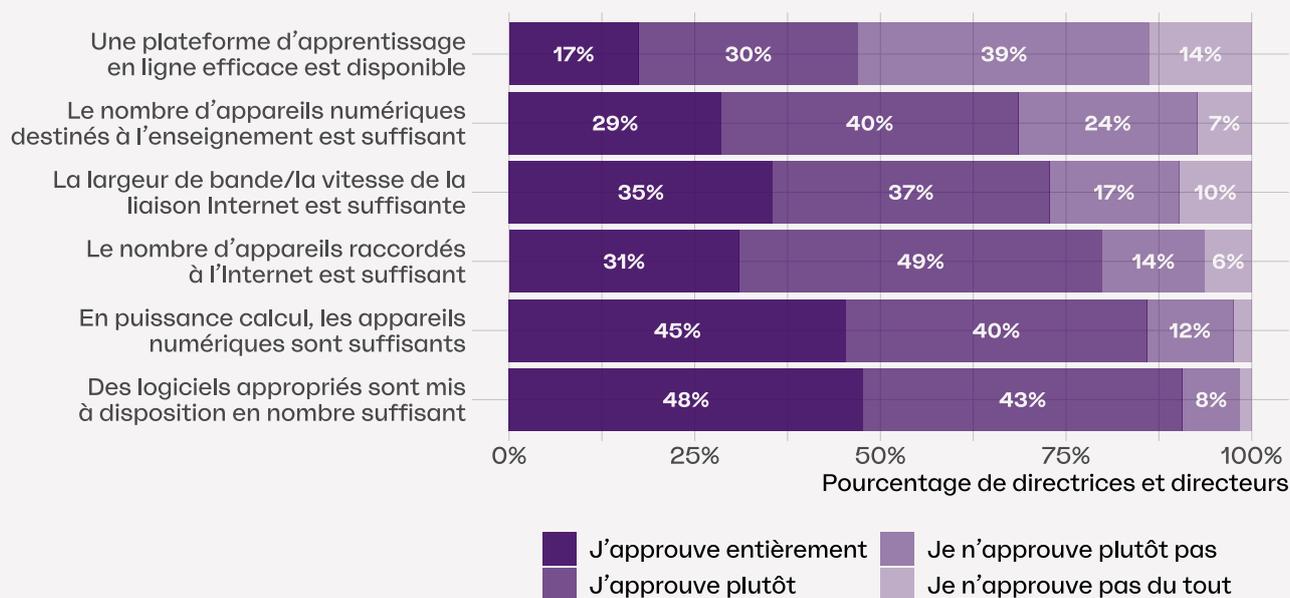
Graphique 63: Evolution de la répartition de l'équipement des écoles en projecteurs numériques et en tableaux blancs (whiteboards) par classe, de 2015 à 2018

Remarques: propre présentation sur la base de l'échantillon partiel suisse de l'enquête PISA 2018. Les écoles avec 10 élèves ou moins dans la classe cible de l'enquête PISA n'ont pas été pris en compte (voir OECD, 2020). L'unité d'observation est l'élève (voir OECD, 2009). Le nombre de classes a été estimé sur la base de la taille moyenne de la classe et du nombre total des élèves d'une école.

Exemple de lecture: en 2018, le ratio « nombre de whiteboards- nombre de salles de classes » se situe à 0,3 dans l'école fréquentée par l'élève moyen. Cela signifie que l'élève moyen fréquentait une école où un whiteboard numérique était disponible dans presque une salle de classe sur trois ($\approx 1/0,3$). Pendant la même année, au moins 25 % des élèves fréquentaient des écoles où même aucun whiteboard n'était à disposition (dans les faits, il s'agissait de plus de 60 % des élèves), alors que 10 % des élèves suivaient des cours dans des écoles qui disposaient de whiteboards dans presque chaque salle de classe.

69 Les estimations du nombre des appareils reposent sur des réponses provenant du sondage réalisé auprès des directrices et directeurs d'écoles. À partir de la répartition des réponses, on constate clairement que les directrices et directeurs d'écoles ne donnent souvent que des réponses approximatives sur le nombre d'appareils qui sont effectivement mis à disposition dans leurs écoles. Ainsi, indépendamment du type d'appareil (ordinateurs pour élèves, ordinateurs pour enseignantes et enseignants, whiteboards ou projecteurs), 50 % (ou plus) des directrices/directeurs d'écoles interrogés déclarent des nombres d'appareils qui sont divisibles par 10 sans reste (p. ex. 10, 50 ou 120 appareils). Sur la base des données disponibles, il n'est pas possible de calculer si cela entraîne systématiquement des déformations systématiques des statistiques déduites de ces données. Toutefois, même dans l'hypothèse où ces appareils sont achetés plus fréquemment par multiples de dix pièces, ces indications font penser à un problème de qualité des données (voir Zinn & Würbach, 2016; UN, 1990).

Les différences observables dans l'équipement des écoles se reflètent également dans l'évaluation de la situation en matière d'équipement réalisée par les directrices et directeurs d'écoles dans le cadre de l'enquête PISA 2018 (Graphique 64). Ainsi, la majorité des directrices et directeurs d'écoles qualifient de « suffisante » ou de « plutôt suffisante » la situation en matière d'équipement en général. Parallèlement, un pourcentage considérable de cas s'écarte de ces évaluations. Par exemple, les directrices et directeurs d'environ un tiers des élèves du degré secondaire I jugent « insuffisant » ou « plutôt insuffisant » le nombre d'appareils numériques pour l'enseignement, et dans les faits, aucune plateforme d'apprentissage n'est disponible pour l'enseignement pour 53 % des élèves. Tendanciellement, il existe un assez grand consensus s'agissant de l'évaluation des appareils et services numériques disponibles, p. ex. au sujet de la performance de calcul des ordinateurs ou de la disponibilité de logiciels appropriés. En revanche, les différences entre les écoles deviennent plus marquées lorsqu'il s'agit de l'évaluation de la situation en matière d'équipement (soit la question de savoir si un nombre suffisant d'appareils sont mis à disposition).



Graphique 64: Évaluation de la disponibilité et de la qualité des ressources numériques par les directrices et directeurs d'écoles

Remarques: propre présentation sur la base de l'échantillon partiel suisse de l'enquête PISA 2018. Les écoles avec 10 élèves ou moins dans la classe-cible de l'enquête PISA n'ont pas été prises en compte (voir OECD, 2020). L'unité d'observation est l'élève (voir OECD, 2009). La question posée était la suivante: « Dans quelle mesure approuvez-vous les énoncés suivants concernant les capacités de votre école à améliorer l'enseignement et l'apprentissage par l'utilisation des appareils numériques ? » En raison d'erreurs d'arrondissement ou parce que les valeurs inférieures à 3 % ne figurent pas de manière séparée, le total des pourcentages représentés ne correspond pas toujours à 100 %.

En résumé, on peut donc constater que l'équipement en terminaux numériques des écoles en Suisse – comme on peut le voir à partir des données disponibles – est hétérogène. À côté d'institutions intégralement équipées, il existe nombre assez important d'écoles dont le niveau d'équipement est comparativement bas. En outre, au cours des années écoulées, on constate que le fossé s'est creusé entre les écoles bien équipées et celles moins bien équipées.

7.2.3 Équipement en logiciels et applications pour l'enseignement et l'apprentissage

En ce qui concerne l'équipement en ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage, il n'est pas possible de formuler des énoncés représentatifs pour l'ensemble de la Suisse. Les données de l'échantillon partiel suisse de l'enquête ICILS de 2013 font toutefois référence à une diffusion élevée, voire très élevée de ces ressources. Selon les responsables d'écoles interrogés des 73 écoles participantes, au moment de l'enquête, des programmes d'exercices et d'entraînement étaient disponibles dans 71 écoles, des moyens d'enseignement interactifs numériques dans 61 écoles, des jeux d'apprentissage d'ordinateurs dans 50 écoles, et des programmes de modélisation et de simulation dans 22 écoles (Konsortium icils.ch, 2015). Toutefois, en raison de problèmes lors de la mise en œuvre du design de l'échantillon survenus au cours de l'enquête (voir Annexe B), il n'est pas possible de dire dans quelle mesure ces résultats sont représentatifs pour l'ensemble de la Suisse.

7.2.4 Attitudes et compétences des enseignantes et des enseignants

Jusqu'à présent, des informations sur les compétences et convictions des enseignantes et des enseignants du degré secondaire I dans l'optique de l'intégration et de l'utilisation de ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage ne sont disponibles que sous une forme très rudimentaire. En règle générale, les présentes informations sont limitées à un petit nombre d'aspects partiels, se fondent sur des mesures ad hoc en lieu et place de modèles bien établis, recensent des compétences et des attitudes sur la base d'auto-évaluations, et ne permettent souvent d'en tirer aucune conclusion pour l'ensemble des enseignantes et des enseignants suisses.

La littérature scientifique a décrit les attitudes et les compétences des enseignantes et des enseignants comme constituant un goulot d'étranglement d'importance décisive dans le chemin qui mène à une intégration efficiente de ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage (Ertmer, 1999 ; 2005 ; Eickelmann, et al., 2014b ; Eickelmann & Vennemann, 2017).

Toutefois, en règle générale, les enseignantes et les enseignants estiment que leurs compétences en la matière sont « bonnes » à « très bonnes ». Par exemple, il existe une nette majorité des quelque 900 enseignantes interrogées et enseignants interrogés dans le cadre de l'échantillon partielle suisse de l'enquête ICILS 2013 qui déclarent être compétents dans l'utilisation de ressources numériques poursuivant des buts généraux⁷⁰, comme la rédaction de lettres à l'aide de programmes de traitement de texte.⁷¹ En outre, la majorité des enseignantes et des enseignants croient être capables d'utiliser avec compétence des ressources numériques dans des buts spécifiquement scolaires.⁷² Par exemple, 62 % des personnes interrogées déclarent être en mesure de préparer des leçons scolaires qui incluent l'utilisation de ressources numériques par des élèves.⁷³ En moyenne, les enseignantes et les enseignants déclarent maîtriser 2,5 sur 4 buts spécifiquement scolaires, et déclarent disposer de 7,5 sur 10 compétences générales en matière d'utilisation de ressources numériques (voir aussi (Konsortium icils.ch, 2015). Le niveau des compétences auto-évaluées baisse avec l'âge de l'enseignante ou de l'enseignant, même s'il ne baisse pas fortement. Les enseignantes et les enseignants de plus de 60 ans déclarent maîtriser en moyenne 2,4 sur 4 buts d'utilisation spécifiquement scolaires. Pour les enseignant-e-s de moins de 30 ans, il s'agit de 2,7 buts d'utilisation spécifiquement scolaires. Cela correspond également à l'écart entre les enseignantes femmes (moyenne: 2,4) et les enseignants hommes (moyenne: 2,7). Toutefois, il est probable que ces auto-évaluations surestiment les compétences effectives (voir chapitre 5.8).

70 Les «buts généraux» décrivent une série de capacités techniques d'utilisation. En font partie: (1) créer une lettre à l'aide d'un programme de traitement de texte, (2) envoyer une pièce jointe par courriel, (3) sauvegarder numériquement des images sur l'ordinateur, (4) créer un dossier et un sous-dossier sur un ordinateur et les remplir avec des documents, (5) utiliser un programme de tableur avec de sauvegarder ou d'analyser des données, (6) créer des présentations avec des animations simples, (7) faire des achats et payer des factures sur l'Internet, (8) collaborer avec des tiers en utilisant des ressources communes sur l'Internet et (10) installer des logiciels. Le texte de l'item est le suivant: «Dans quelle mesure pouvez-vous facilement vous acquitter vous-même de ces tâches sur un ordinateur?»

71 93% d'entre eux indiquent qu'ils sont capables de le faire, et 4% d'entre eux ont confiance qu'ils sont capables de découvrir cela de manière autonome.

72 Les «buts spécifiquement scolaires» comprennent des compétences d'utilisation de ressources numériques destinées à la préparation et à la mise en œuvre de l'enseignement. En font partie: (1) surveiller les progrès d'apprentissage des élèves, (2) préparer des leçons scolaires qui incluent l'utilisation de ressources numériques par des élèves, (3) trouver du matériel d'enseignement utile sur l'Internet et (4) tester et évaluer des élèves. Le texte de l'item est le suivant: «Dans quelle mesure pouvez-vous vous acquitter de ces tâches sur un ordinateur?»

73 Puisque dans l'enquête ICILS 2013 réalisée auprès des enseignantes et des enseignants en Suisse, il s'agit d'un échantillon sélectionné, toutes les indications se rapportent à des valeurs non pondérées.

Il est donc intéressant de connaître les résultats de l'enquête PISA 2018 qui a demandé aux directrices et directeurs d'évaluer les compétences de leurs enseignantes et leurs enseignants dans l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement. Alors qu'il existe une corrélation positive entre les auto-évaluations et les évaluations faites par des tiers, une comparaison systématique montre que les auto-évaluations ont généralement des résultats plus positifs que les évaluations faites par des tiers, ce qui parle en faveur d'une meilleure validité des évaluations faites par des tiers lorsqu'il s'agit de mesurer les compétences (voir Ross, 2006).

Les directrices et directeurs d'écoles du degré secondaire I ont tendance à évaluer également de manière positive les compétences des enseignantes et des enseignants dans l'utilisation de ressources numériques (Graphique 65). Toutefois, de l'avis des directrices et directeurs d'écoles, environ un tiers des enseignantes et des enseignants qui dispensent des cours à des élèves ne disposent « absolument pas » ou « plutôt pas » des compétences techniques et pédagogiques requises pour pouvoir utiliser des appareils numériques dans l'enseignement.

Les enseignantes et enseignants disposent des compétences techniques et pédagogiques requises pour utiliser les appareils numériques dans l'enseignement.

■ J'approuve entièrement ■ J'approuve plutôt ■ Je n'approuve plutôt pas ■ Je n'approuve pas du tout



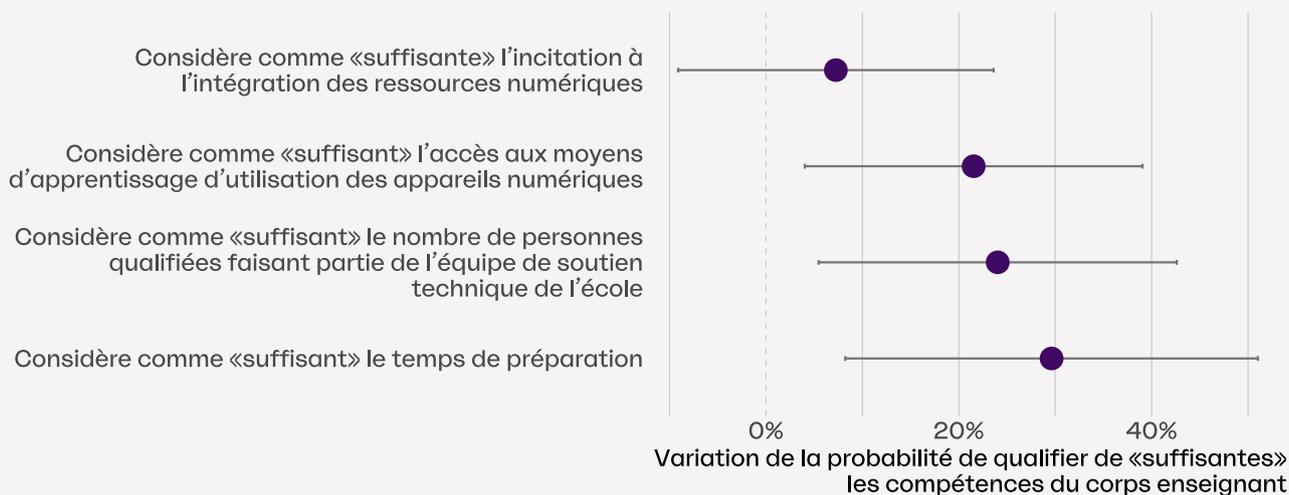
Graphique 65: Evaluation faite par les directrices et directeurs d'écoles des compétences des enseignantes et enseignants en matière d'intégration des ressources numériques dans l'enseignement

Remarques: propre présentation sur la base de l'échantillon partiel suisse de l'enquête PISA 2018. Les écoles avec 10 élèves ou moins de 10 élèves dans la classe-cible de l'enquête PISA n'ont pas été prises en compte (voir OECD, 2020). L'unité d'observation est l'élève (voir OECD, 2009). La question posée était la suivante: « Dans quelle mesure approuvez-vous les énoncés suivants concernant les capacités de votre école à améliorer l'enseignement et l'apprentissage par l'utilisation d'appareils numériques ? » Le total des pourcentages représentés ne correspond pas à 100 % étant donné que, par manque de place, la part des élèves dont la directrice/le directeur d'école n'approuve absolument pas l'énoncé (2%) ne figure pas dans le graphique.

Dans ce contexte, il y a une forte corrélation de l'évaluation des compétences des enseignant-e-s par la direction des écoles avec l'évaluation des conditions cadres relatives à l'appropriation des compétences. Les directrices et directeurs des écoles qui approuvent les énoncés suivants:

- « Les enseignantes et les enseignants disposent de suffisamment de temps pour préparer les leçons scolaires dans lesquelles on intègre le recours aux appareils numériques »,
- « Les enseignantes et les enseignants ont accès à des moyens professionnels efficaces pour apprendre l'utilisation d'appareils numériques » et
- « L'école dispose d'un personnel suffisamment qualifié pour pouvoir apporter un soutien technique aux enseignantes et enseignants »

ont un taux de probabilité significativement plus élevé de déclarer aussi que des enseignantes et des enseignants disposent de compétences suffisantes pour être à même d'utiliser des appareils numériques dans l'enseignement (Graphique 66). Cela signifie que, du point de vue des directrices et directeurs d'écoles, le manque de compétences des enseignantes et des enseignants est responsable, dans une mesure considérable, du manque de soutien adéquat et du manque de possibilités appropriées d'appropriation des compétences.



Graphique 66: Relation entre les compétences des enseignantes et des enseignants et les conditions préalables à l'appropriation des compétences

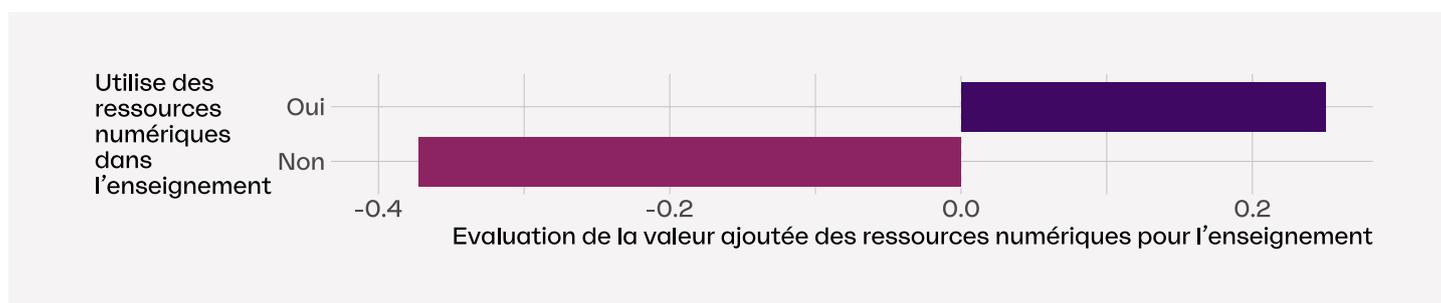
Remarques: propre présentation sur la base de l'échantillon partiel suisse de l'enquête PISA 2018. Les écoles avec 10 élèves ou moins de 10 élèves dans la classe cible de l'enquête PISA n'ont pas été prises en compte (voir OECD, 2020). L'unité d'observation est la directrice ou le directeur d'école. Les valeurs représentées se basent sur les coefficients d'un modèle de probabilité linéaire (Greene, 2002) qui procède à un calcul de régression pour les réponses (dichotomisées) à la question portant sur la compétence des enseignantes et des enseignants et sur les réponses (dichotomisées) aux questions relatives au temps de préparation des leçons, à l'accès au matériel d'enseignement, au personnel de soutien et aux systèmes d'incitation. Les tirets reflètent l'intervalle de confiance de 95% des estimateurs de points.

Exemple de lecture: une directrice d'école ou un directeur d'école qui approuve ou qui approuve plutôt l'énoncé suivant «Les enseignants disposent de suffisamment de temps pour préparer leurs cours en intégrant des appareils numériques.» a un taux de probabilité de 30% plus élevé d'également approuver l'énoncé suivant «Les enseignants disposent de compétences techniques et pédagogiques suffisantes pour intégrer des appareils numériques dans leur enseignement» par comparaison avec une directrice ou un directeur d'école qui n'approuve pas le premier énoncé.

7.2.5 Les enseignantes et les enseignants considèrent qu'il y a des avantages et des inconvénients dans l'utilisation de ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage

S'agissant des attitudes des enseignantes et des enseignants vis-à-vis de l'utilisation de ressources numériques, on ne dispose d'aucune donnée représentative à l'échelle de l'ensemble de la Suisse. Il ressort de l'échantillon partiel suisse de l'enquête ICILS de 2013 qu'au moment du sondage réalisé auprès des enseignantes interrogées et des enseignants interrogés, ils avaient un rapport ambivalent vis-à-vis des ressources numériques dans l'enseignement. D'une part, une majorité d'entre eux déclarent que ces ressources ont des effets positifs sur la motivation d'apprentissage des élèves et qu'ils améliorent leurs possibilités d'apprendre et d'approfondir des contenus en fonction de leurs besoins d'apprentissage. D'autre part, ils considèrent qu'il existe une série de risques et de dangers, p. ex. une perte des capacités à écrire, ou une incitation à copier des informations disponibles sur l'Internet (voir consortium icils.ch, 2015). Dans une enquête réalisée auprès de 105 enseignantes et enseignants en Suisse alémanique et en Suisse romande, on rencontre aussi une évaluation différenciée similaire de l'utilisation des médias numériques dans l'enseignement (Suter, et al., 2019).

Parmi les enseignantes et les enseignants participant à l'enquête ICILS de 2013, on constate en outre une relation étroite entre l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement et l'évaluation de leur valeur ajoutée par l'enseignante ou l'enseignant (Graphique 67). On constate aussi ce lien dans la littérature scientifique internationale (p. ex. Ertmer, 2005 ; Eickelmann & Vennemann, 2017) ou dans des enquêtes réalisées dans certains cantons, p. ex. dans le canton de Schwyz (Petko, 2012). Toutefois, il n'est pas possible de déduire de la littérature scientifique disponible ou des données existantes une relation causale précise spécifiant la relation mutuelle qui existe entre les attitudes et les utilisations.



Graphique 67: Relation entre l'utilisation de ressources numériques en classe et leur évaluation par le corps enseignant

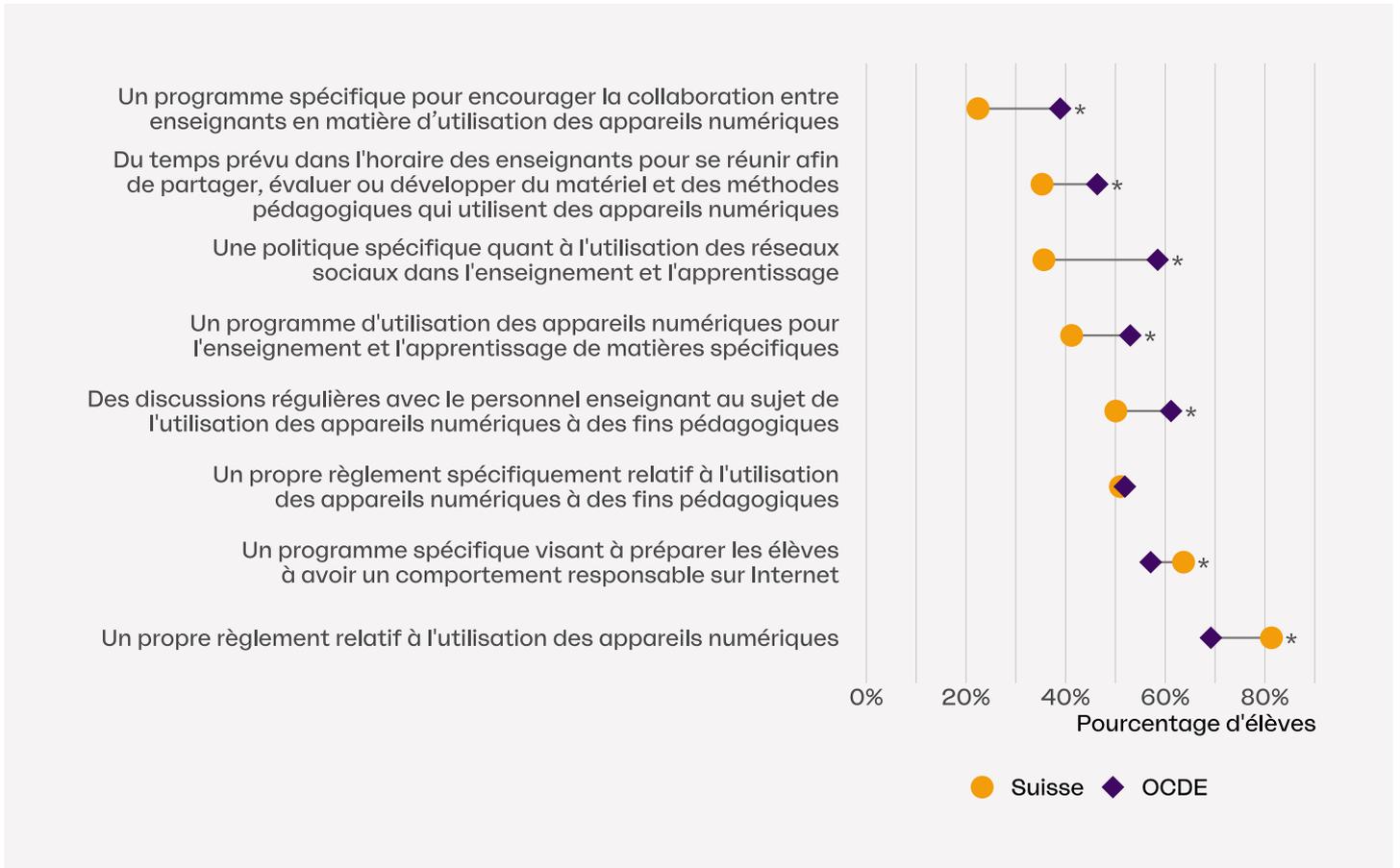
Remarques: propre calcul sur la base de l'échantillon partiel suisse de l'enquête ICILS 2013. L'évaluation des ressources numériques a été calculée au moyen d'une analyse des composantes principales à partir de 15 items qui posent la question de l'évaluation des ressources numériques dans l'enseignement.

7.2.6 Culture scolaire et vision

Outre un équipement technique suffisant, l'ouverture d'esprit propre à l'environnement de l'école s'est avérée être un facteur décisif à l'origine du fait que des enseignantes et des enseignants utilisent effectivement les ressources disponibles dans l'enseignement (voir chapitre 3.2.3.2). Toutefois, une opérationnalisation uniforme de ce concept fait défaut jusqu'à présent. Dans la littérature scientifique existante, il n'y a guère de consensus sur les types de facteurs et les types de relations qui sont pertinents à cet effet (Petko, Prasse, & Cantieni, 2018).

Des données de l'enquête PISA 2018 mettent en évidence que des réglementations écrites de portée générale sur l'utilisation des appareils numériques à l'école sont comparativement largement répandues (Graphique 68). Huit élèves sur dix en Suisse fréquentent des écoles qui réglementent de manière générale

l'utilisation de terminaux numériques à l'école (p. ex. l'utilisation de ces appareils pendant les pauses). Il s'agit de 10 % de plus que la moyenne de tous les pays de l'OCDE. En outre, une majorité des élèves (64 %) fréquente des écoles qui disposent d'un concept spécifique relatif à la préparation des élèves à l'utilisation responsable de l'Internet (voir aussi Graphique 71).

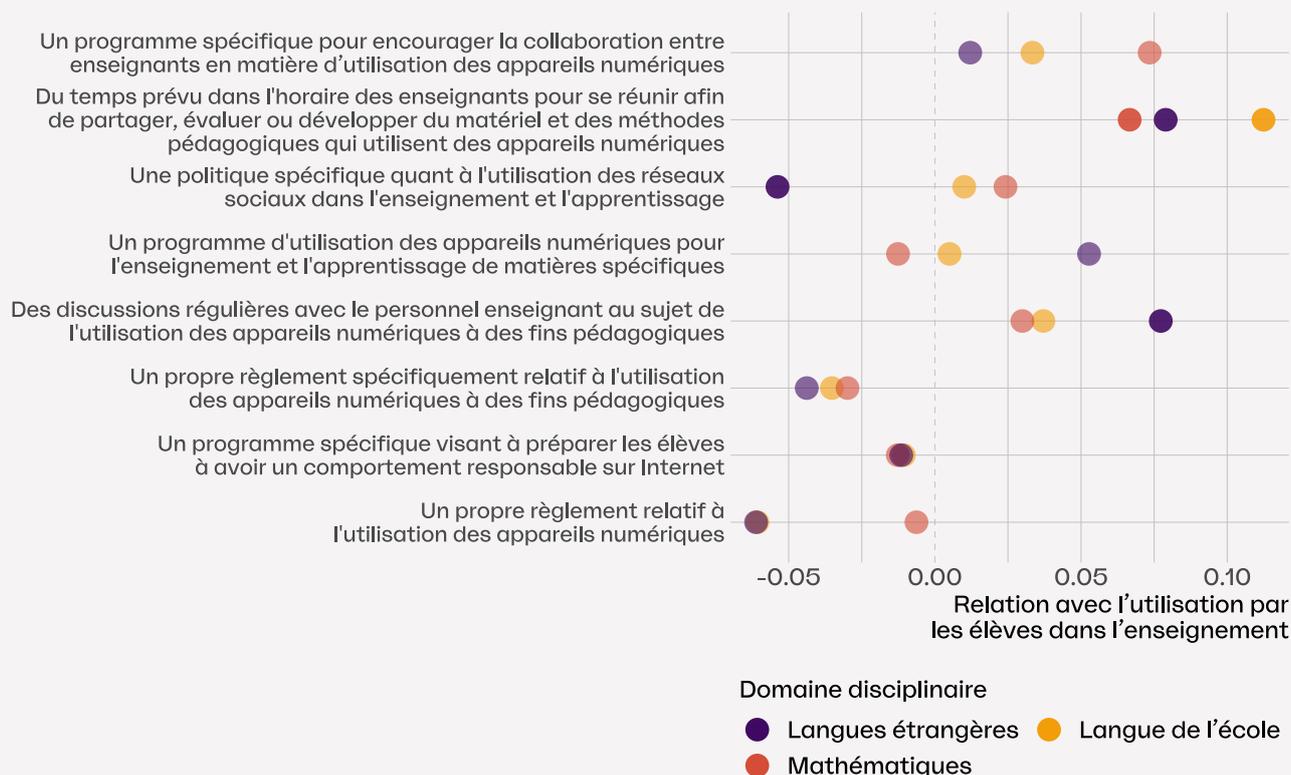


Graphique 68: Gestion stratégique des ressources numériques dans les écoles

Remarques: propre calcul sur la base de l'échantillon partiel suisse de l'enquête PISA 2018. Les stratégies sont présentées selon le classement par degré de fréquence d'utilisation relative en Suisse. Pour les stratégies désignées par un astérisque (*), l'écart entre la Suisse et les autres pays de l'OCDE est statistiquement significatif ($p \leq 0,1$). L'unité d'observation est l'élève (voir OECD, 2009).

En revanche, moins de 4 élèves sur 10 fréquentent des écoles où l'on accorde explicitement aux enseignantes et enseignants du temps à consacrer à l'échange et à l'évaluation mutuels de méthodes et de matériel d'enseignement numériques. Et environ seul un ou seule une élève sur cinq fréquente une école qui dispose de concepts spécifiques concernant l'encouragement de la collaboration entre les enseignantes et les enseignants s'agissant de l'utilisation des appareils numériques.

Cette situation n'est donc pas entièrement exempte de problèmes étant donné que la collaboration formelle et informelle entre les enseignantes et les enseignants constitue un critère de prédiction d'importance cruciale pour l'intégration de ressources numériques dans l'enseignement (Prasse, 2012 ; Petko, Prasse, & Cantieni, 2018). Les résultats de l'enquête PISA 2018 montrent eux aussi que ce sont en priorité les stratégies scolaires qui sont axées sur la collaboration entre les enseignantes et les enseignants, ainsi que sur la collaboration entre les enseignantes et les enseignants et les directrices et directeurs d'écoles, qui sont des facteurs prédictifs quant à l'utilisation d'appareils numériques par les élèves (Graphique 69). Mais les stratégies qui se réfèrent aux formes de collaboration formelle et informelle ont tendance à être moins largement répandues en Suisse que dans les autres pays de l'OCDE.



Graphique 69: Relation entre stratégies et utilisation de ressources numériques par des élèves dans l'enseignement, par discipline spécialisée

Remarques: propre calcul sur la base de l'échantillon partiel suisse de l'enquête PISA 2018. Les stratégies sont présentées selon le classement par degré de fréquence d'utilisation relative en Suisse. L'unité d'observation est l'élève (voir OECD, 2009). Les points du graphique illustrent les rapports relatifs par groupe de disciplines (coefficients d'un modèle de probabilité linéaire ; Greene, 2002). Les variables dépendantes prennent la valeur 1 lorsque des élèves déclarent utiliser des appareils numériques pendant une semaine scolaire normale et, si ce n'est pas le cas, elles prennent la valeur zéro. Outre l'existence de ces différentes stratégies, les calculs par régression contrôlent, pour les tailles d'écoles et les tailles de classes, ainsi que pour le nombre d'ordinateurs par élève, le type d'école, le sexe ainsi que le statut socio-économique de la famille de l'élève qui répond à la question. Les points de couleur claire représentent des relations statistiquement non significatives ($p > 0,1$).

Exemple de lecture: des élèves qui fréquentent des écoles qui mettent explicitement à disposition du temps à consacrer à la collaboration entre enseignantes et enseignants pour le développement et l'échange de matériel d'apprentissage numérique présentent un taux de probabilité allant de 6% plus élevé (mathématiques) à 11% plus élevé (langue de l'école) qu'elles et ils utilisent elles-mêmes et eux-mêmes des terminaux numériques dans l'enseignement.

Les résultats de l'enquête ICILS 2013 montrent eux aussi que – du moins jusqu'à 2013 – l'échange entre les enseignantes et les enseignants sur le thème du recours aux ressources numériques dans l'enseignement était limité. Ce n'est que dans environ 2 % des écoles interrogées que les directrices et directeurs d'écoles déclaraient que « toutes les enseignantes et tous les enseignants » ou « presque toutes les enseignantes et tous les enseignants » participaient à un échange informel avec des collègues concernant l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement (Graphique 70). Cette situation est comparable aux résultats provenant d'Allemagne. Dans les pays scandinaves participant à l'enquête, ce pourcentage était toutefois de 20 % (Danemark), voire de 13 % (Norvège). L'enquête n'offre aucune explication pour le taux de participation comparativement faible

des enseignantes et des enseignants suisses à l'échange informel concernant l'utilisation de ressources numériques. Dans chaque pays participant, on constate approximativement le même pourcentage des enseignantes interrogées et des enseignants interrogés (50 %) qui déclarent « approuver totalement » ou « plutôt approuver » l'énoncé selon lequel on ne leur accorde pas suffisamment de temps pour préparer des leçons où des ressources numériques sont utilisées. Toutefois, on constate une nette différence dans l'évaluation du degré d'importance des ressources numériques faite par l'école. Les deux tiers des enseignantes interrogées et des enseignants interrogés en Suisse approuvent l'énoncé selon lequel aucune priorité n'est accordée aux ressources numériques dans leur école. Au Danemark, en revanche, seuls 11 % des enseignantes interrogées et des enseignants interrogés approuvent cet énoncé.



Graphique 70: Implication des enseignantes et des enseignants lors de l'échange informel et formel au sujet de l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement, selon pays

Remarques: propre calcul sur la base du sondage réalisé auprès des directrices et directeurs d'écoles de l'enquête ICILS pour les pays suivants: Suisse (sans les cantons GE, SO, SH, TG et VD), Allemagne, Danemark et Norvège. Ni le Danemark ni la Suisse ne satisfaisaient aux exigences requises en matière d'échantillons.

7.3 Évaluer la numérisation: efficacité, efficacité et équité

7.3.1 Efficacité

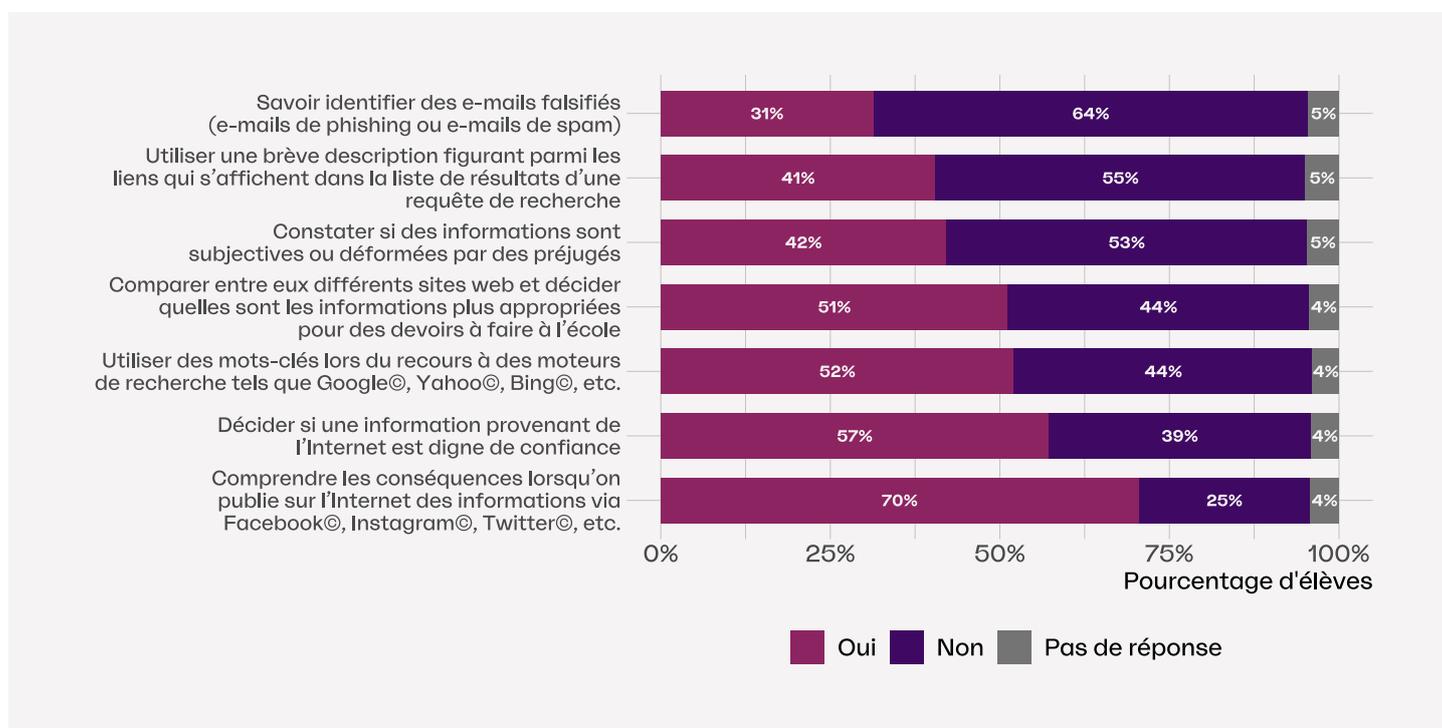
Pour pouvoir évaluer dans les faits l'efficacité de l'utilisation des ressources numériques, il faudrait contrôler si les objectifs liés à l'utilisation de ces ressources ont été atteints. Cela présuppose que des objectifs ont été opérationnalisés, ou du moins qu'il existe dans les plans d'études propres aux régions linguistiques une formulation opérationnalisable de ces objectifs. Mais jusqu'à présent, des idées d'objectifs ne sont disponibles que dans les grandes lignes. Elles incluent l'exigence selon laquelle des écoles du degré secondaire I contribuent à la formation aux compétences spécifiques et générales dans l'utilisation de terminaux et applications numériques (« compétences numériques »). En outre, il faudrait entièrement tirer parti des possibilités de ces technologies pour l'encouragement de compétences disciplinaires. Dès lors, une évaluation globale de l'atteinte de ces exigences est déjà difficile parce que jusqu'à présent, on n'a pas clarifié ce qu'on entend par « compétences numériques », et parce qu'on ignore encore où se situent les limites pour l'utilisation de technologies numériques dans les activités d'enseignement (voir chapitre 3).

Néanmoins, sur la base des études comparatives existantes des performances scolaires, il est possible de s'approcher un peu des réponses à certaines questions et problématiques. À cet égard, il faut cependant souligner que ces enquêtes transversales ne permettent que de manière très limitée de formuler des énoncés sur l'effet causal des technologies numériques.

7.3.1.1 Les compétences numériques en tant que thème d'enseignement

Dans les plans d'études propres aux régions linguistiques, l'acquisition de compétences de base dans l'utilisation de médias numériques constitue une exigence d'importance cruciale. En font partie, p. ex., les capacités de rassembler des informations à partir de l'Internet, de remettre en question ces informations de manière critique, et d'être en mesure de les évaluer. Partant, un critère fondamental pour évaluer l'efficacité du degré secondaire I consiste à déterminer si ces compétences sont effectivement enseignées. Compte tenu de l'absence de directives relatives à des objectifs clairs dans les plans d'études propres aux régions linguistiques, il est toutefois difficile de définir quelles capacités concrètes sont pertinentes du point de vue du système éducatif (voir chapitre 4.4.4.1). Dans le cadre de l'enquête PISA 2018, on a demandé à des élèves s'ils avaient acquis ou non des compétences déterminées à l'école – des compétences définies par le

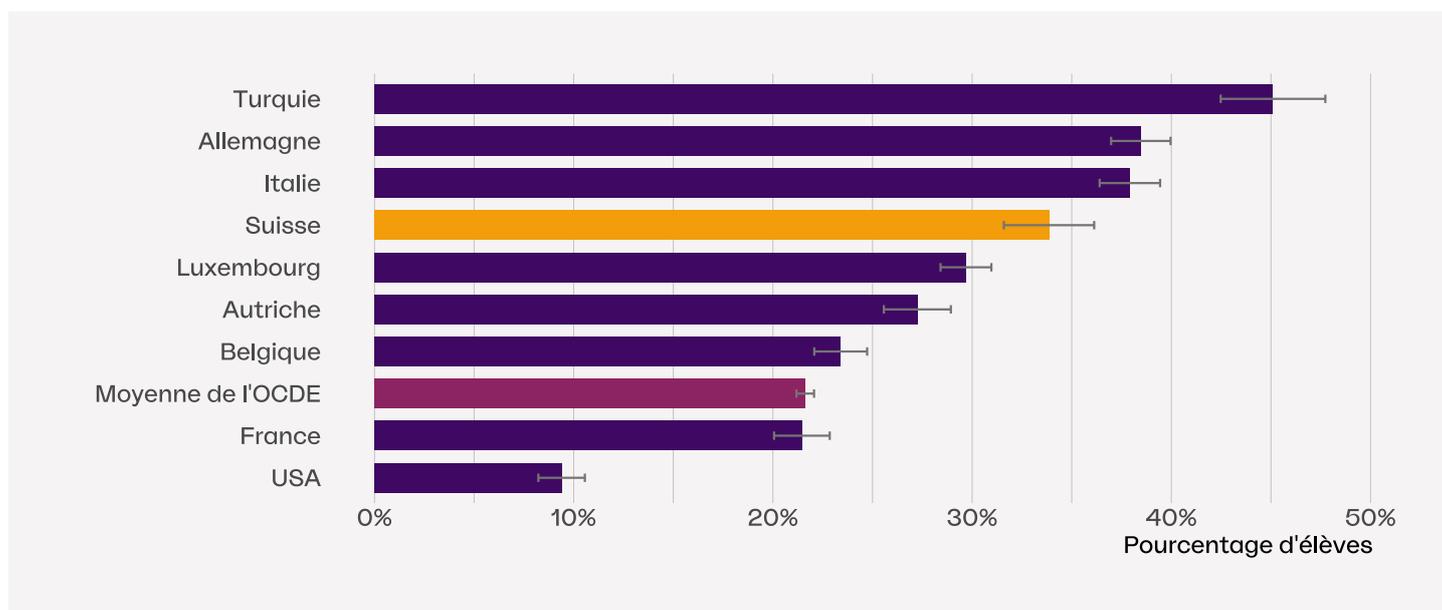
consortium PISA – dans l'utilisation d'informations provenant de médias numériques et sur l'Internet (Graphique 71). Pour la Suisse, il s'avère que l'utilisation sûre et sécurisée de données personnelles sur les réseaux sociaux est un thème d'importance cruciale dans l'enseignement. Sept élèves sur dix ont été confrontés à ce thème au fil de leur parcours scolaire. En outre, plus de la moitié des élèves interrogés déclarent avoir appris comment rassembler (52 %) des informations à partir de l'Internet et comment les évaluer (57 %) dans le cadre de l'enseignement. Il est nettement plus rare que d'autres aspects de sécurité de l'utilisation de ressources numériques soient discutés dans les cours. Ainsi, seuls trois élèves sur dix déclarent avoir appris à l'école comment on peut identifier de faux courriels (du spam ou du phishing).



Graphique 71: Transmission de compétences spécifiques aux médias dans l'enseignement, en fonction de la compétence

Remarques: propre évaluation sur la base de l'enquête PISA 2018. Les items sont classés par ordre de pourcentage décroissant des élèves qui déclarent avoir appris à l'école des capacités dans ce domaine.

Si l'on compare le taux de fréquence d'acquisition de compétences spécifiques aux médias dans les pays de l'OCDE (Graphique 72), il est frappant de constater que les aspects touchant à la sécurité des données et à la sécurité de l'information sont discutés de manière significativement plus fréquente en Suisse que dans la moyenne de l'ensemble des pays membres de l'OCDE. Un tiers des élèves suisses interrogés déclarent avoir appris à l'école au minimum cinq thèmes sur la totalité des sept thèmes au sujet desquels ils ont été interrogés. Dans l'ensemble de l'OCDE, ce n'est le cas que pour 22 % des apprenantes et des apprenants.



Graphique 72: Intensité de la transmission de compétences spécifiques aux médias dans l'enseignement, en Suisse et dans des pays de référence

Remarques: propre évaluation sur la base des données de l'enquête PISA 2018. Les barres indiquent le pourcentage d'élèves qui déclarent avoir appris au moins 5 des 7 sujets relatifs à la sécurité des données et de l'information à l'école. Sont considérés comme des pays de référence les pays voisins de la Suisse (Allemagne, France, Italie et Autriche), la Belgique et le Luxembourg en tant que pays possédant également un système scolaire plurilingue, ainsi que les pays présentant le pourcentage le plus élevé (Turquie) et le pourcentage le plus faible (États-Unis) de tous les pays de l'OCDE.

7.3.1.2 Compétences numériques des élèves

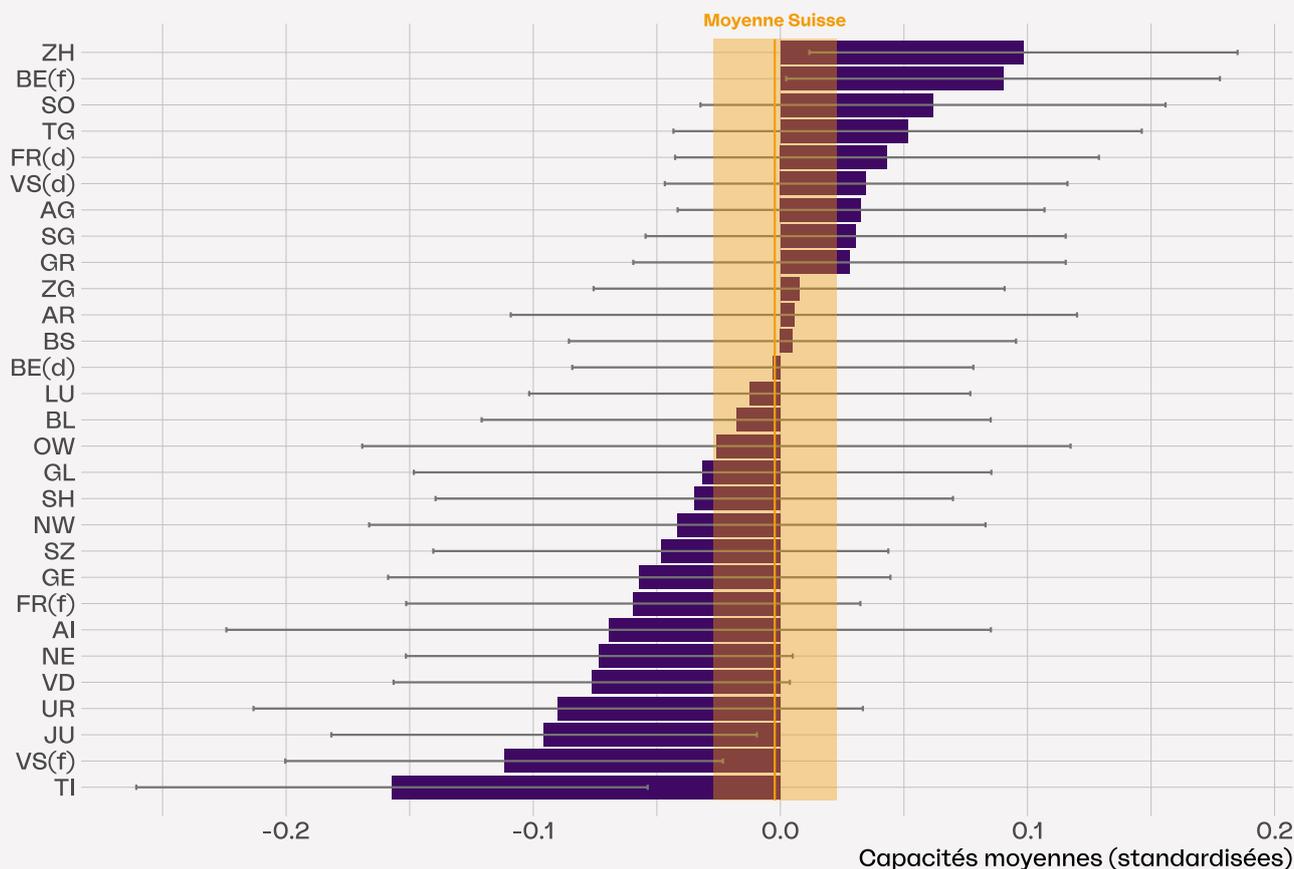
Le fait que des capacités et des compétences dans l'utilisation de ressources numériques soient enseignées dans les écoles n'implique pas nécessairement que les élèves disposent effectivement des compétences correspondantes. Et même s'ils disposent de ces capacités, cela n'implique pas forcément que le fait que l'école les a prises pour thèmes soit à l'origine de la formation des élèves à ces compétences.

Il n'est pas possible de procéder à une quantification valide des compétences numériques pour comparer les élèves du degré secondaire I. Cela s'explique, d'une part, par le fait que jusqu'à présent, on ne dispose pas d'une définition validée et généralement acceptée du concept de « compétences numériques », et ce tant pour la Suisse qu'au niveau international. Dans les définitions existantes, ce concept recouvre en outre un large éventail de capacités les plus diverses – allant de la compétence technique consistant à savoir se servir d'appareils et d'applications numériques à la capacité d'évaluer avec un sens critique des informations provenant de médias numériques. Dès lors, il existe des écarts comparativement importants entre des études existantes en ce qui concerne l'opérationnalisation de ce concept et la pondération des différentes capacités (voir chapitre 3.3.2.2). Parallèlement, la plupart des études mesurent les compétences numériques sur la base d'auto-évaluations des participants à l'étude. Or celles-ci peuvent s'écarter dans une mesure considérable des compétences ou performances effectivement mesurées (voir chapitre 5.8).

Également dans le cadre de l'enquête COFO 2016, des compétences numériques sont exclusivement recensées au moyen d'auto-évaluations. Dans ce contexte, on évalue le concept « Utilisation des ordinateurs: capacités » sur la base de l'approbation donnée par les répondants à trois énoncés concernant leurs propres capacités dans l'utilisation de terminaux numériques.⁷⁴ Les compétences auto-évaluées varient fortement et, au sein des cantons et des parties de cantons concernés, elles présentent des taux de dispersion aussi élevés qu'au niveau de l'ensemble de la Suisse. Partant, les écarts moyens entre les cantons sont réduits et ne sont pas statistiquement significatifs (voir Graphique 73).⁷⁵

74 Les énoncés suivants sont pris en compte: «J'ai toujours bien réussi à travailler avec un ordinateur.», «J'en sais plus sur les ordinateurs que beaucoup d'autres jeunes de mon âge.», «Je peux conseiller des gens qui ont des problèmes à l'ordinateur.». Pour chaque énoncé, les possibilités de réponse vont de 1 (je n'approuve pas du tout) à 4 (j'approuve entièrement). Les réponses à l'ensemble de ces trois énoncés sont combinées en une seule mesure au moyen d'un modèle statistique (Sacchi & Oesch, 2017).

75 On ne constate des écarts par rapport à la moyenne suisse supérieurs à 0,16 écart-type pour aucun canton ou partie de canton.



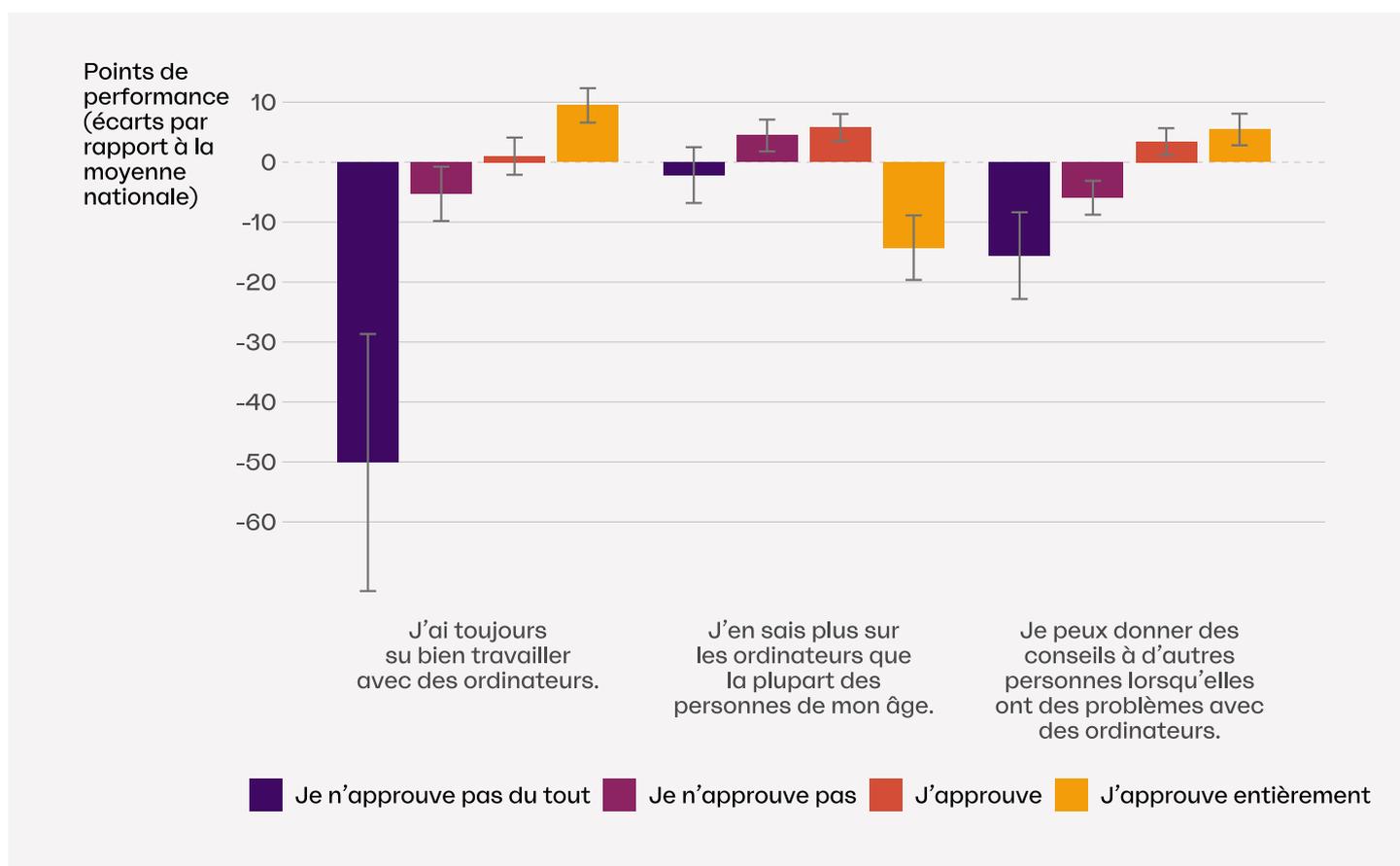
Graphique 73: Auto-évaluation des capacités d'utilisation de l'ordinateur par des élèves, par canton

Remarques: propre calcul sur la base de l'enquête COFO 2016. La longueur des barres du graphique reflète les compétences auto-évaluées moyennes des élèves par canton et par partie de canton. Dans l'ensemble de l'échantillon partiel « Mathématiques » de l'enquête COFO 2016, la répartition du volume de compétences a une moyenne de zéro et un écart-type de 1 (Sacchi & Oesch, 2017). Les tirets représentent l'ampleur de l'intervalle de confiance de 95% (non corrigée pour le cumul des erreurs) par canton ou par partie de canton. La bande jaune reflète l'intervalle de confiance de 95% de la valeur moyenne pour l'ensemble de la Suisse. Les couleurs différentes des barres résultent de la superposition avec l'intervalle de confiance de la valeur moyenne de l'ensemble de la Suisse. La mesure « Utilisation des ordinateurs: capacités » repose sur la combinaison linéaire de l'approbation des élèves relatives aux énoncés suivants: « J'ai toujours été capable de bien travailler avec des ordinateurs », « J'en connais davantage sur les ordinateurs que la plupart des personnes de mon âge » et « Je sais donner des conseils aux autres lorsqu'ils ont des problèmes avec des ordinateurs. »

Exemple de lecture: dans le canton de Zurich, les compétences auto-estimées se situent à environ 0,1 écart-type par rapport à la moyenne de l'ensemble de la Suisse. Toutefois, cette différence n'est pas statistiquement significative. Dès lors, on ne peut conclure de ces données que des élèves dans le canton de Zurich estiment en moyenne à un niveau plus élevé leurs compétences par comparaison avec des élèves du reste de la Suisse.

Les questions utilisées pour mesurer le dispositif « Utilisation des ordinateurs: capacités » correspondent à trois des onze questions qui avaient été utilisées comme facteurs de prédiction pour l'estimation des compétences dans le cadre des enquêtes ICILS 2013. Toutefois, la batterie de tests de l'enquête ICILS 2013 ne sert pas à mesurer les compétences des élèves, mais sert à mesurer leur intérêt pour les technologies numériques (Fraillon, et al., 2015, p. 274).⁷⁶

Si l'on étudie le lien entre ces items et les performances mesurées dans l'enquête ICILS de 2013 pour la Suisse, il s'avère que des auto-évaluations plus élevées ont aussi tendance à aller de pair avec des performances plus élevées (Graphique 74).⁷⁷ Toutefois, cette corrélation est faiblement marquée.⁷⁸



Graphique 74: Relation entre les auto-évaluations et les performances mesurées d'élèves en Suisse
 Remarques: propres évaluations sur la base de l'échantillon d'élèves de l'enquête suisse ICILS datant de l'année 2013. Les barres indiquent l'écart moyen par rapport à la moyenne nationale des performances de l'enquête ICILS 2013 (526 points) selon la catégorie de réponse. Les tirets représentent l'intervalle de confiance de 95% des estimateurs de points. Tous deux sont le résultat de trois modèles de régression linéaires qui tiennent compte chaque fois exclusivement des catégories de réponses factorisées en tant que critères de prédiction.

76 Dans l'enquête ICILS de 2018, elles ne font pas l'objet de questions.

77 Des résultats similaires sont aussi constatés pour l'Allemagne.

78 Un modèle de régression linéaire qui contient sous forme factorisée l'ensemble de ces trois auto-évaluations explique environ 8,5% de la variance des compétences TIC des élèves suisses dans l'enquête ICILS de 2013.

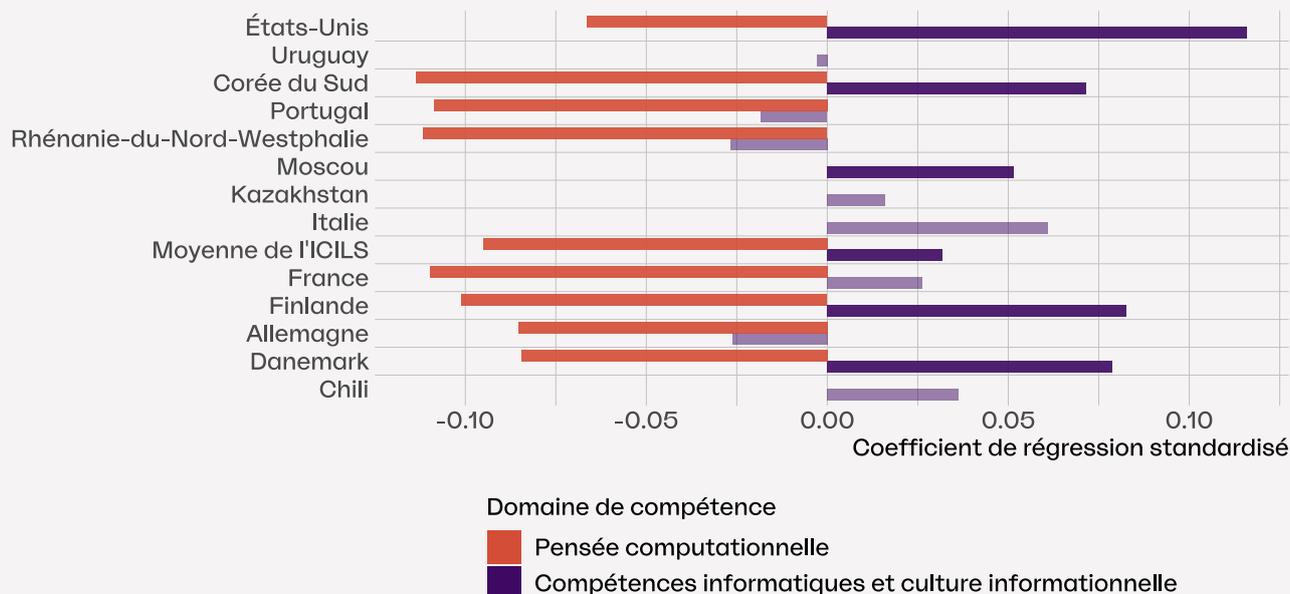
Les résultats de l'enquête ICILS 2013 pour la Suisse montrent que les élèves interrogés en Suisse disposent de compétences numériques d'un niveau supérieur à la moyenne des élèves des autres pays participants (Konsortium icils.ch, 2015). Dans ce contexte, on constate des différences nettes entre les régions linguistiques, les élèves des régions germanophones et francophones enregistrant des résultats significativement meilleurs que leurs camarades de Suisse italienne. On retrouve également ces différences lorsqu'on compare entre eux les résultats des deux cantons du Valais et du Tessin pour lesquels des échantillons représentatifs au niveau cantonal ont été constitués (Salzmann, 2016 ; Calvo & Zampieri, 2017).

7.3.1.3 Les compétences numériques en tant que thème d'enseignement et en tant qu'acquisition de compétences

À ce jour, on ne dispose ni au niveau international ni pour la Suisse d'enquêtes qui permettent de formuler un énoncé sur le type de relation causale qui existe entre la transmission de compétences numériques à l'école et la constitution de compétences TIC pour les élèves. Des résultats de l'enquête transversale internationale ICILS de l'année 2018 donnent une image non uniforme de cette relation (Graphique 75). Dans 5 sur 13 pays et régions participant à l'enquête, les élèves qui déclarent avoir reçu un enseignement plus intensif à l'école de compétences spécifiques en matière d'ordinateurs et de gestion des informations font également état de compétences significativement plus élevées dans ce domaine. Dans les autres domaines, il n'existe aucune corrélation statistiquement significative. En revanche, on constate une corrélation négative statistiquement significative entre le degré d'intensité de la transmission scolaire de compétences dans le domaine du « Computational Thinking » et les compétences effectives des élèves dans la totalité des pays et régions participant à l'enquête.⁷⁹ Toutefois, l'ampleur de la corrélation dans ces deux directions est faible, ce qui parle en faveur de l'idée d'une importance comparativement faible de la transmission scolaire dans l'acquisition de compétences numériques (voir aussi Fraillon, et al., 2014 ; Hatlevik, Throndsen, et al., 2018 ; Fraillon, et al., 2019 ; Livingstone, 2012).

Un tableau similaire résulte d'une majorité des caractéristiques recensées au niveau de l'école et de l'enseignement dans le cadre de l'enquête ICILS. Ici aussi, on constate des corrélations qui font conclure à une faible influence de l'école sur la constitution de compétences numériques. Le Tableau 5 illustre le pourcentage des pays et régions pour lesquels on constate une relation significative entre des

79 Dans le cadre de l'enquête ICILS 2018, 14 pays et régions ont participé au module « Computer and Information Literacy », mais seuls huit pays et régions ont pris part au module « Computational Thinking ». Les résultats pour le Luxembourg ont été mis entre parenthèses étant donné que dans ce pays, seul un faible nombre d'écoles ont participé à l'enquête.



Graphique 75: Transmission de compétences numériques à l'école et capacités des élèves, par pays

Remarques: six des 13 pays concernés ont participé aussi bien au module «Computer and Information Literacy» qu'au module «Computational Thinking». La Suisse n'a pas participé à l'enquête 2018. Les barres du graphique reflètent les valeurs de coefficients de régression standardisés pour le degré d'intensité de transmission de compétences numériques dans l'enseignement. Elles ont été créées à partir d'un recueil de huit items qui demande aux élèves de répondre aux questions sur le degré d'intensité de l'apprentissage de capacités numériques dans l'enseignement (voir Fraillon, et al., 2019a). Tous les modèles de régression contrôlent en outre des caractéristiques personnelles et socio-démographiques des élèves ainsi que l'utilisation et l'équipement TIC à domicile et à l'école. Les barres de couleur claire indiquent que la corrélation n'est pas statistiquement significative.

Exemple de lecture: en Allemagne, il existe une corrélation négative entre l'intensité de la transmission de compétences dans le domaine du «Computational Thinking» dans l'enseignement et les compétences mesurées pour les élèves dans ce domaine. La corrélation est statistiquement significative, mais elle est faible. Elle correspond à environ 8,5% de l'écart-type national des compétences.

facteurs existant au niveau de l'école et les compétences mesurées des élèves (voir Fraillon, et al., 2019a, p. 222 ss.). Alors qu'on ne constate une corrélation négative pour aucun des pays participants, on constate en règle générale des corrélations positives pour moins d'un tiers des pays et régions concernés.⁸⁰

Puisque la Suisse n'a pas participé à la deuxième ronde de l'enquête ICILS, on ne peut pas évaluer si le constat général selon lequel des compétences numériques sont prioritairement acquises par les élèves dans leur environnement privé vaut aussi pour la Suisse. Toutefois, on peut constater que dans d'autres études internationales à laquelle la Suisse participe, la corrélation entre l'utilisation de res-

⁸⁰ La seule exception est la corrélation entre la disponibilité de ressources numériques et les compétences mesurées dans le domaine «Computational Thinking» qui est significative dans 4 sur 8 pays qui ont participé au module, avec un niveau d'erreurs de $\alpha < 0,05$. De manière générale, le principe suivant est valable: le niveau d'erreurs utilisé ($\alpha < 0,05$) correspond à celui de Fraillon et al. (2019a). Il ne corrige pas pour l'exécution multiple de la même estimation, et il est donc potentiellement exposé à un cumul d'erreurs statistiques. Une telle correction sur la base de la méthode Bonferroni (voir Shaffer, 1995) entraîne une perte presque complète de toutes les corrélations significatives figurant dans le Tableau 5.

Tableau 5: relation entre les compétences numériques des élèves et l'équipement scolaire ainsi que l'utilisation de ressources numériques

Source: Fraillon, et al. (2019a, chapitre 7)

Direction de la relation	Computer and Information Literacy		Computational Thinking	
	Positive	Négative	Positive	Négative
Intensité de l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement ^a	1/13	0/13	2/8	0/8
Niveau moyen d'expérience des enseignantes et des enseignants dans le domaine des ressources numériques ^b	2/13	0/13	1/8	0/8
Disponibilité de ressources numériques à l'école ^c	4/13	0/13	4/8	0/8
Attentes de l'école concernant l'utilisation de ressources numériques en tant que canal de communication ^d	1/13	0/13	2/8	0/8

- a Synthèse d'une série de questions posées aux enseignantes et enseignants en ce qui concerne l'intensité de l'utilisation de ressources numériques par leurs élèves dans l'enseignement (p.ex. pour le travail individuel avec des moyens d'enseignement).
- b Nombre moyen d'années pendant lesquelles la communauté des enseignantes et des enseignants d'une même école utilise déjà des ressources numériques dans l'enseignement.
- c Synthèse de la disponibilité de 13 ressources numériques différentes.
- d Ampleur selon laquelle on prescrit aux enseignantes et enseignants d'utiliser des canaux de communication numériques pour la collaboration avec d'autres enseignantes et enseignants, avec les parents et avec les élèves.

sources numériques à l'école et l'existence de compétences numériques chez les élèves est souvent faiblement marquée (notamment Livingstone, 2012 ; Zhong, 2011).

Les raisons qui expliquent l'absence d'une corrélation entre l'utilisation de ressources numériques à l'école et l'existence de compétences numériques chez les élèves ne sont pas définitivement clarifiées. Une présomption consiste à supposer que jusqu'à présent, les technologies numériques dans les écoles sont encore utilisées dans une trop faible ampleur pour qu'elles puissent se traduire en compétences observables (Petko, et al., 2017 ; Schmid & Petko, 2019). D'autres pistes d'explications présument que les ressources numériques sont utilisées en premier lieu pour l'encouragement des élèves ayant un faible niveau de compétences (Fraillon, et al., 2019) ou que jusqu'à présent, les ressources numériques sont utilisées de manière prépondérante dans le cadre de méthodes d'enseignement et d'apprentissage qui ne garantissent pas une utilisation qualitativement satisfaisante (Schmid & Petko, 2019 ; Eickelmann, et al., 2014 ; Falck, Mang, & Woessmann, 2018). En outre, des analyses plus récentes font présumer que l'utilisation de ressources numériques, en particulier dans des corrélations d'apprentissage qui sont caractérisées par un niveau moyen d'autonomie des élèves (p. ex. sous la forme de travaux axés sur des projets) contribuent plutôt à un encouragement des compétences numériques qu'à leur utilisation dans des situations qui exigent un niveau élevé d'autonomie des élèves, p. ex. des travaux qui consistent à définir de manière autonome des contenus d'apprentissage (Schmid & Petko, 2019).

7.3.1.4 Relation entre l'utilisation de ressources numériques et les performances scolaires

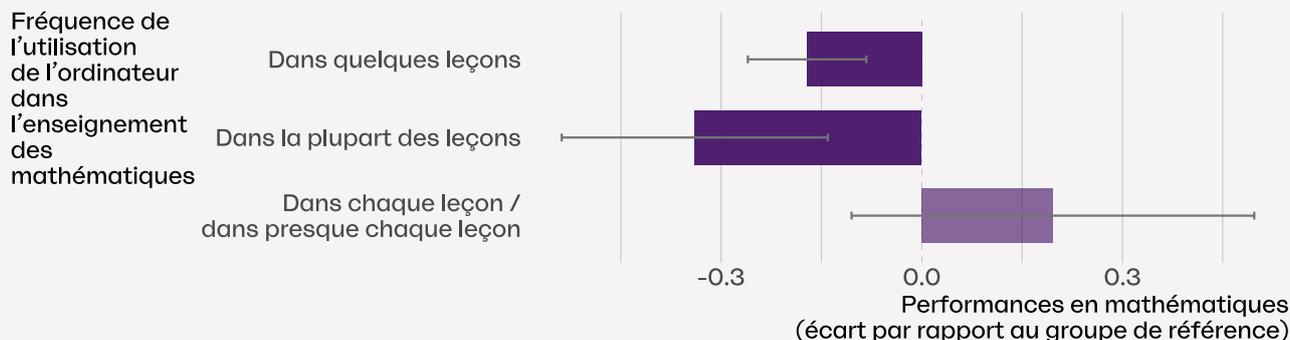
Dans leurs stratégies sur le recours à la numérisation dans l'éducation, la Confédération et les cantons soulignent que le recours à des ressources numériques pour l'individualisation de l'apprentissage, l'amélioration de la qualité de l'enseignement et, de ce fait, l'augmentation des performances d'apprentissage constitue un objectif important pour l'utilisation de ces technologies à l'école (voir chapitre 4.4.1).

Les résultats de la littérature scientifique concernant cette corrélation présentent un degré élevé d'hétérogénéité (voir chapitre 5.2). Certes, on est parvenu à un résultat relativement clair selon lequel l'équipement des écoles en appareils numériques, considéré à lui tout seul, n'induit aucun effet – voire a même tendance à induire des effets négatifs (voir Bulman & Fairlie, 2016). Il semble aussi que l'effet de l'utilisation de technologies numériques sur le succès de l'apprentissage dépend dans une forte mesure du contexte (Falck, Mang, & Woessmann, 2018 ; Comi, et al., 2017) et qu'il ne se concrétise qu'avec un retard temporel considérable (Hull & Duch, 2019 ; Somekh, et al., 2007). Pour être en mesure d'évaluer correctement l'effet de ressources numériques sur le succès de l'apprentissage, il serait dès lors nécessaire de disposer d'informations plus étendues sur le taux de fréquence et sur le type d'utilisation de ressources numériques spécifiques ainsi que d'informations plus précises sur les conditions cadres dans lesquelles cette utilisation se déroule. Ces informations devraient être disponibles en étant subdivisées par discipline. En outre, il serait nécessaire de procéder à un suivi à long terme tant des différences dans l'utilisation de ressources numériques que des performances des élèves, par exemple sous la forme d'une étude de cohorte. Enfin, même en cas d'études de cohorte prospectives, l'identification d'une relation causale entre l'utilisation de ressources numériques et des performances d'apprentissage reste un défi de taille à relever parce que la décision d'utiliser des ressources numériques est un processus sélectif. Par exemple, des élèves ou leurs parents peuvent choisir certaines écoles sur la base de leur niveau d'intégration des ressources numériques. Des enseignantes et enseignants peuvent aussi faire dépendre le recours aux ressources numériques du niveau des performances des élèves. Dans ces circonstances, pour pouvoir formuler des énoncés certains sur des relations causales, il faudrait en outre attribuer de manière randomisée des modèles d'habitudes d'utilisation à des élèves, ou du moins à des classes ou à des écoles.

Il n'existe pas en Suisse de grandes études de cohortes avec une attribution randomisée de formes d'utilisation de ressources numériques à des élèves. Cependant, à partir d'études existantes de comparaison des performances telles que les enquêtes PISA ou l'enquête COFO, il est possible de déduire certaines informations non

spécifiques sur la fréquence et la durée d'utilisation de ressources numériques ainsi que sur des performances mesurées dans certaines disciplines. Ces données permettent de représenter une relation descriptive entre certains comportements d'utilisation et des performances scolaires. Mais les résultats ne peuvent pas être interprétés en termes de causalité. Même si une certaine approximation relative à des relations causales est possible en recourant à des méthodes statistiques, des informations spécifiques font défaut pour être en mesure de distinguer entre l'effet d'une technologie en tant que telle et l'effet de l'utilisation de ladite technologie. Par exemple, on ne peut pas dire si une corrélation négative est le résultat de l'utilisation de la technologie en tant que telle (parce que l'apprentissage avec des technologies numériques diminue les effets d'apprentissage) ou si la manière dont cette technologie est utilisée est problématique (parce que, utilisé de cette façon, l'apprentissage avec des technologies numériques diminue les effets d'apprentissage). À l'inverse, il n'est pas possible d'interpréter des corrélations positives en les considérant comme le résultat de l'utilisation de la technologie numérique concernée puisque des informations font défaut sur d'autres différences entre des enseignantes et enseignants qui utilisent des ressources numériques dans leurs cours et des enseignantes et enseignants qui ne le font pas.

Si l'on étudie la relation descriptive entre des fréquences d'utilisation et des performances d'apprentissage sur la base des données de l'enquête COFO de 2016 (Graphique 76), on constate qu'il existe une courbe en forme de U illustrant cette relation au niveau de l'ensemble de la Suisse. Des élèves qui déclarent utiliser ces appareils dans quelques leçons ou dans la plupart des leçons réalisent des performances significativement plus faibles en mathématiques que les élèves qui déclarent ne jamais utiliser ces appareils. En revanche, des élèves qui utilisent ces appareils dans chaque leçon, ou dans presque chaque leçon, ont des résultats au minimum aussi bons que ceux des élèves du groupe de référence (à savoir: ceux qui n'utilisent jamais les appareils numériques). Sur la base des données existantes de l'enquête COFO 2016, on ne peut pas évaluer de manière définitive comment cette relation non linéaire doit être expliquée. Une hypothèse présume qu'une partie des enseignantes et des enseignants qui utilisent très fréquemment des terminaux numériques choisissent d'autres formes d'intégration pédagogique de terminaux numériques dans l'enseignement que leurs collègues qui ne le font que rarement. Par exemple, il est envisageable qu'en cas de rare taux de fréquence d'utilisation, les terminaux numériques soient utilisés en premier lieu pour encourager la motivation à apprendre et pour les performances d'apprentissage d'élèves à faible niveau d'apprentissage. Si c'était le cas, les relations descriptives représentées ici entre l'utilisation d'ordinateurs et les performances d'apprentissage donneraient une image déformée de la contribution causale des ressources numériques pour la mise en place de compétences disciplinaires. Puisque la COFO n'a recensé aucune infor-



Graphique 76: Écart des performances moyennes en mathématiques selon la fréquence d'utilisation de terminaux numériques dans l'enseignement des mathématiques

Remarques: propre calcul sur la base de l'enquête COFO 2016. Groupe de référence: élèves qui n'utilisent jamais les appareils numériques dans l'enseignement des mathématiques. Ecarts relatifs (barres du graphique) et intervalle de confiance de 95 % (tirets du graphique). Les barres de couleur claire illustrent des écarts non significatifs. Variables de contrôle: sexe et statut migratoire de l'élève, redoublements de classes par le passé, le diplôme de formation le plus élevé des parents, le nombre de livres présents dans le ménage des parents, l'évaluation de l'interaction avec l'enseignante ou l'enseignant pour les mathématiques, la fréquence d'utilisation des appareils numériques pour les langues étrangères, ainsi que pour l'enseignement dans la langue de l'école.

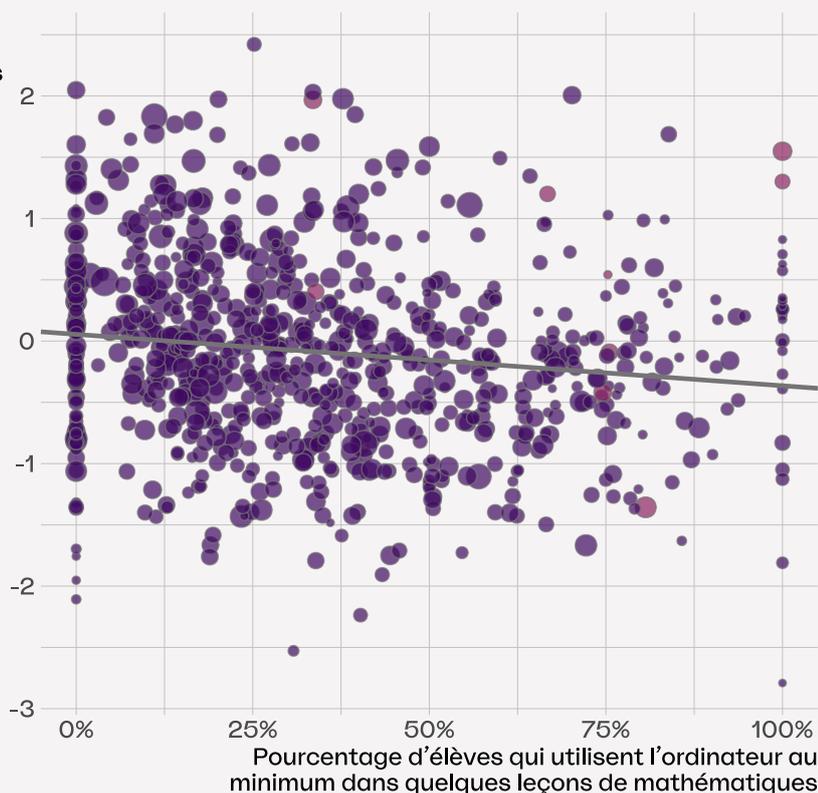
mation sur les approches pédagogiques de l'intégration de ressources numériques par des enseignantes et des enseignants, il n'est pas possible de contrôler cette hypothèse.

Mais il est aussi évident que des différences non observables entre des enseignantes et enseignants ou entre des écoles jouent un rôle important pour la relation entre l'utilisation de terminaux numériques dans l'enseignement des mathématiques et les performances en mathématiques lorsqu'on étudie cette relation au niveau des écoles individuelles. Le Graphique 77 représente la performance moyenne en mathématiques comparée au pourcentage d'élèves qui déclarent utiliser du moins occasionnellement des appareils numériques pendant l'enseignement. Tout comme dans le Graphique 76, on constate également ici tendancielle-ment une corrélation négative significative entre le pourcentage d'élèves qui utilisent du moins occasionnellement les appareils numériques et les performances scolaires mesurées dans la discipline des mathématiques (illustrée par la ligne grise du graphique).⁸¹ Toutefois, on peut observer une dispersion considérable des performances en mathématiques sur chaque point situé tout au long de l'axe horizontal du graphique.⁸² Ainsi, on trouve aussi des écoles où tous les élèves interrogés déclarent utiliser des appareils numériques dans chaque leçon ou dans presque chaque leçon de mathématiques dans le groupe des 10 % des meilleures

81 Le modèle de régression y afférent énonce que la différence entre les écoles où les élèves n'utilisent en principe pas de terminaux numériques et les écoles où tous les élèves utilisent occasionnellement des terminaux numériques s'élève à environ 0,4 point d'échelle. Cela correspond à un peu plus de la moitié de l'écart-type au niveau de l'école.

82 Un tableau presque identique en résulte lorsqu'on contrôle à titre supplémentaire le sexe, le statut migratoire, le redoublement antérieur des élèves, le diplôme de formation le plus élevé de leurs parents, le nombre de livres présents dans le ménage, la manière dont les élèves évaluent de manière générale le niveau de soutien individuel, la gestion de la classe par l'enseignante ou l'enseignant, ainsi que la qualité de l'enseignement des mathématiques.

Performances moyennes en mathématiques



Pourcentage d'élèves qui utilisent l'ordinateur dans chaque leçon/ presque chaque leçon de mathématiques :

- Plus de 33%
- Moins de 33%

Graphique 77: Performances en mathématiques et utilisation d'appareils numériques dans l'enseignement des mathématiques au niveau de l'école

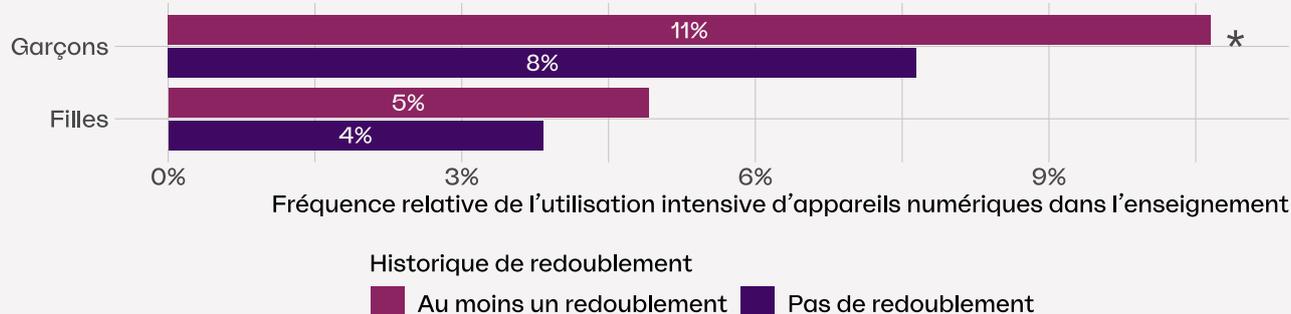
Remarques: propre calcul sur la base de l'enquête COFO 2016. La taille des points représente le nombre d'élèves interrogés par école. La ligne grise du graphique illustre la corrélation linéaire entre le pourcentage d'élèves qui utilisent des appareils numériques et les performances moyennes pondérées en mathématiques par école. Les points de couleur plus claire (en rose) reflètent les écoles où un fort pourcentage d'élèves (un tiers ou plus) utilisent de manière intensive des terminaux numériques dans l'enseignement des mathématiques (à savoir: dans chaque leçon ou dans presque chaque leçon). La valeur seuil a été choisie de manière opportuniste.

écoles de Suisse. L'existence de telles valeurs aberrants (« outliers ») parle en faveur de l'idée qu'au cours de l'année 2016, au minimum dans quelques écoles secondaires, des ressources numériques ont été utilisées avec un très grand succès pour l'enseignement de la discipline des mathématiques. La question de savoir pourquoi ces écoles s'écartent aussi nettement de la tendance globalement observable serait une question de recherche d'importance centrale à étudier de manière plus détaillée. Pour ce faire, il serait toutefois nécessaire – en particulier pour la recherche qualitative – d'identifier certaines écoles. Selon les conditions de la convention d'utilisation des données de l'enquête COFO, ce n'est pas possible à l'heure actuelle.

7.3.1.5 Des moyens auxiliaires numériques sont plus fréquemment utilisés pour encourager des élèves à faible niveau d'apprentissage

En principe, il faut faire preuve de prudence lors de l'interprétation de la relation entre des performances mesurées et l'utilisation de ressources numériques dans

l'enseignement des mathématiques. Pour les raisons précitées, il n'est pas possible d'interpréter les corrélations représentées dans le Graphique 76 comme un effet causal de l'utilisation d'appareils numériques sur les performances scolaires en mathématiques. Et ce en particulier parce que les données de l'enquête COFO de 2016 montrent que des élèves dont les performances sont a priori plus faibles utilisent plus fréquemment des ressources numériques dans l'enseignement des mathématiques. Le Graphique 78 illustre le taux de fréquence relatif des élèves qui déclarent utiliser des appareils numériques dans la plupart, presque chaque ou chaque heure de cours de mathématiques en fonction de leur historique de redoublement dans les niveaux de classes précédents (niveaux de classe 3 à 10 selon HarmoS). Il s'avère que ce sont en particulier les élèves garçons qui ont redoublé au minimum une fois une classe par le passé qui utilisent significativement plus souvent d'appareils numériques dans l'enseignement des mathématiques du degré secondaire I par rapport à leurs camarades qui n'ont pas redoublé de classe dans leur parcours scolaire du degré primaire. Cela laisse penser que des appareils numériques avaient été aussi utilisés en tant que moyens d'encouragement et de motivation pour les élèves garçons dont les performances sont faibles (et dans une moindre mesure, également les élèves filles) (et que ces appareils numériques sont, le cas échéant, utilisés dans ce but).⁸³ Dans ce cas, la corrélation négative entre la



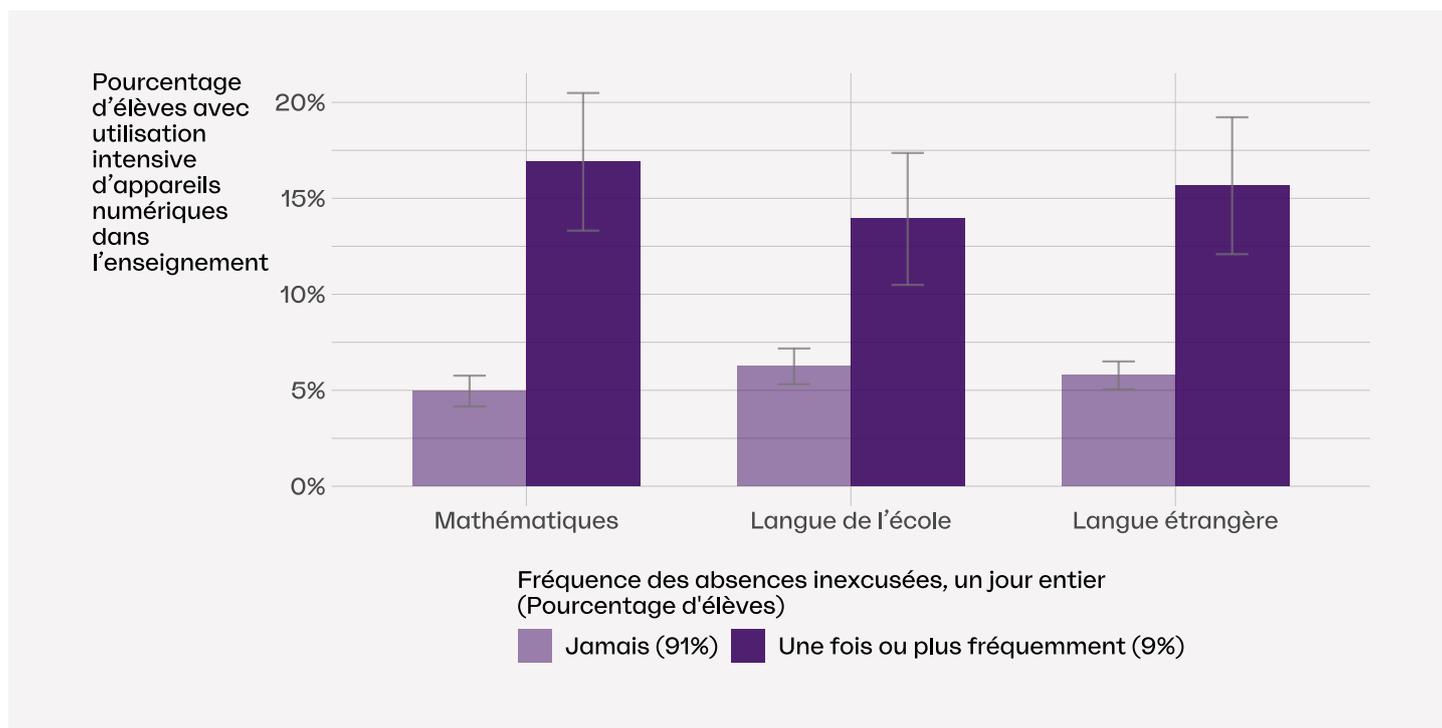
Graphique 78: Historique de redoublement et fréquence relative d'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement des mathématiques du degré secondaire I

Remarques: propres calculs sur la base de l'enquête COFO 2016. Les barres du graphique illustrent la fréquence relative d'utilisation de ressources numériques dans la plupart, presque chaque ou chaque heure de cours de mathématiques selon l'historique de redoublement au degré primaire. L'historique de redoublement distingue entre des élèves qui ont redoublé au minimum une classe dans les niveaux de classes 3 à 10 (selon HarmoS) et des élèves qui n'ont redoublé dans aucune classe. Les groupes désignés avec un astérisque (*) présentent des différences statistiquement significatives dans l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement des mathématiques ($p < 0,1$).

⁸³ Les redoublements peuvent aussi survenir pour des raisons qui ne sont pas imputables aux performances en mathématiques (Bless, Bonvin, & Schüpbach, 2004). Dans cette mesure, l'historique de redoublement d'une ou d'un élève est une mesure exposée aux erreurs pour évaluer la force de performance en mathématiques au début du degré secondaire I. Mais puisque des informations sur les performances en mathématiques n'ont pas été recensées dans le cadre de l'enquête COFO 2016, on fait appel ici à l'historique de redoublement en tant que moyen d'approximation pour évaluer la capacité de performance scolaire. Cela nécessite l'adoption de l'hypothèse selon laquelle des capacités de performance en mathématiques sont en corrélation avec des probabilités de redoublement.

fréquence d'utilisation et les performances en mathématiques telle que représentée dans le Graphique 76 ne doit pas être assimilée à une influence négative parce qu'il n'est pas clair de savoir quels auraient été les résultats des élèves concernées et concernés en l'absence d'utilisation des appareils numériques.

Le fait que les terminaux numériques sont aussi souvent utilisés en essayant de motiver des élèves en faveur de l'école et des contenus de l'enseignement devient aussi évident lorsqu'on met en relation transversalement la fréquence relative d'utilisation pendant l'enseignement avec la fréquence d'autres caractéristiques comportementales frappantes comme les absences inexcusées (« école buissonnière ») (Graphique 79). Il s'avère que les élèves qui déclarent avoir séché l'école au minimum durant une journée entière au cours des deux semaines précédentes déclarent environ trois fois aussi fréquemment utiliser l'ordinateur dans la plupart des leçons ou plus souvent par rapport à leurs camarades qui ne font état d'aucune absence inexcusée pendant cette période. Cette indication est indépendante de la discipline ou de la combinaison de disciplines.⁸⁴



Graphique 79: Absences non excusées et utilisation de ressources numériques dans l'enseignement

Remarques: propre calcul sur la base de l'enquête COFO 2016. Fréquence relative d'utilisation de ressources numériques dans la plupart, presque chaque ou chaque heure de cours, selon le nombre de jours d'absences non excusées au cours des deux semaines précédentes et selon la discipline. Les différences entre les deux groupes pour chaque discipline ou groupe de disciplines sont statistiquement significatives.

Exemple de lecture: 17% des élèves qui ont été absent-e-s de l'école pendant au moins une journée au cours des 14 jours précédents déclarent utiliser des terminaux numériques pendant chaque presque chaque heure de cours. Ce n'est le cas que de 5% des élèves qui ne présentent aucun jour d'absence inexcusée.

84 Tant pour l'historique de redoublement que pour le cas des absences, il n'est pas clair de savoir quel est le lien causal entre ces deux facteurs et l'utilisation de ressources numériques pendant l'enseignement.

Les enseignantes et les enseignants qui avaient été interrogées et interrogés dans le cadre de l'échantillon partiel suisse de l'enquête ICILS 2013 déclarent comparativement souvent utiliser des ressources numériques pour l'encouragement de certains élèves ou groupes d'élèves. Près de la moitié des enseignantes interrogées et des enseignants interrogés déclarent le faire occasionnellement. Et environ une enseignante interrogée ou un enseignant interrogé sur cinq déclare utiliser souvent des ressources numériques dans ce but. Partant, le recours à des ressources numériques en tant qu'instrument de motivation et d'encouragement, selon le mode d'utilisation en tant qu'outil de présentation (voir plus haut), est le deuxième but d'utilisation le plus fréquemment cité parmi les enseignantes interrogées et les enseignants interrogés.

7.3.2 Efficience

Une évaluation de l'efficience de l'utilisation de ressources numériques au degré secondaire I n'est pas possible dans le cadre du présent rapport. Des mesures valides qui permettraient de mesurer l'effet causal de l'utilisation de ressources numériques sur la qualité de l'enseignement et les performances scolaires font en effet défaut (voir chapitre 7.3.1). Par ailleurs, on ne dispose d'aucune information fiable sur les dépenses financières et matérielles consacrées à ces ressources (voir chapitre 3.5.3) qui pourraient être mises en relation avec des effets mesurés.

7.3.3 Équité

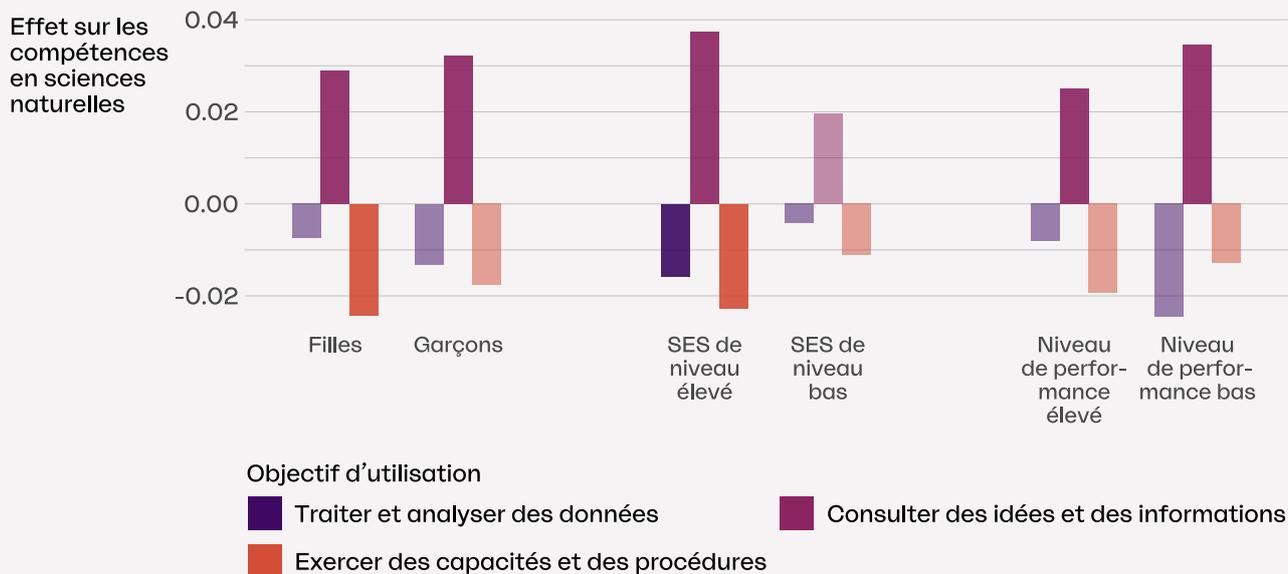
L'équité peut être définie sous l'angle de l'accès aux terminaux numériques (« first-level digital divide »), du point de vue des modèles d'habitudes d'utilisation et des capacités dans l'utilisation de ces appareils (« second-level digital divide ») et sous l'angle des différences dans les capacités d'utiliser ces appareils de telle sorte qu'elles génèrent une valeur ajoutée dans le monde analogique (« third-level digital divide »).

7.3.3.1 Efficacité des ressources numériques selon des caractéristiques sociodémographiques

Alors que des informations sur les disparités sous l'angle des capacités à utiliser avec succès des ressources numériques pour l'apprentissage seraient particulièrement pertinentes pour pouvoir évaluer le système éducatif, on ne dispose guère jusqu'à présent de résultats de recherche empiriques solides à propos de cette question. Dans une étude relative aux données de l'enquête TIMSS 2011, Falck, Mang, & Woessmann (2018) trouvent peu d'indications recensant des différences systématiques dans l'influence des appareils numériques dans l'en-

seignement sur les performances des élèves. L'utilisation d'appareils numériques montre des effets similaires pour les élèves ayant des niveaux de performance différents, ou entre des élèves issus de familles aisées et moins aisées (Graphique 80). Dans le reste de la littérature scientifique sur le sujet, on ne constate guère d'indications laissant à penser que la disponibilité de ressources numériques dans l'enseignement a des effets différents sur différents groupes partiels de la communauté des élèves (voir Bulman & Fairlie, 2016). Toutefois, la question de l'hétérogénéité des effets a encore relativement peu attiré l'attention à ce jour. Des évaluations du sondage « Baromètre scolaire » réalisé auprès d'élèves en Allemagne, en Autriche et en Suisse mettent toutefois en évidence que pendant l'enseignement à distance dû au coronavirus, des élèves plus âgés qui disposent d'une plus grande autonomie et d'une plus grande auto-motivation avaient tendance à déclarer un nombre plus grand d'heures d'apprentissage et de meilleurs gains d'apprentissage (Huber & Helm, 2020a).⁸⁵ Cela correspond aux résultats d'études internationales qui montrent, eux aussi, que des ressources d'apprentissage numériques aux niveaux scolaires plus élevés produisent de meilleurs résultats (voir chapitre 5.2) et que l'auto-discipline et la motivation à apprendre constituent deux facteurs d'importance décisive pour expliquer le succès de l'apprentissage (p. ex. Waschull, 2005 ; Gorbunovs, Kapenieks, & Cakula, 2016 ; Duckworth & Seligman, 2005). Ces constats laissent penser que l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement est liée au risque que des lacunes de performance se creusent entre les élèves qui disposent déjà maintenant de compétences non cognitives et les élèves pour lesquels ce n'est pas le cas (Patterson & Patterson, 2017).

85 La représentativité des données pour la Suisse est douteuse étant donné que seuls 71 élèves garçons et filles provenant de la Suisse alémanique ont participé au sondage. Et ce par comparaison avec 6102 élèves garçons et filles provenant de la Suisse romande.



Graphique 80: Influence de l'utilisation de ressources numériques sur les performances, par sexe, par statut socio-économique (SES) et par niveau de performance

Remarques: propre présentation sur la base des résultats de Falck, Mang, & Woessmann (2018). Le SES (= statut socio-économique) est mesuré par le biais du nombre de livres présents dans le ménage. Les élèves issus des 50% des ménages ayant le plus grand nombre de livres (selon le pays participant) relèvent du groupe ayant un SES élevé. Les élèves situés au-dessus (au-dessous) de la valeur médiane de performance du pays participant sont attribués au niveau de performance élevé (bas). Les effets correspondent à ceux des estimateurs de points provenant de modèles d'effets aléatoires corrélés (« correlated random effects »). Des effets différents de zéro qui ne sont pas statistiquement significatifs sont représentés avec des barres de couleur claire.

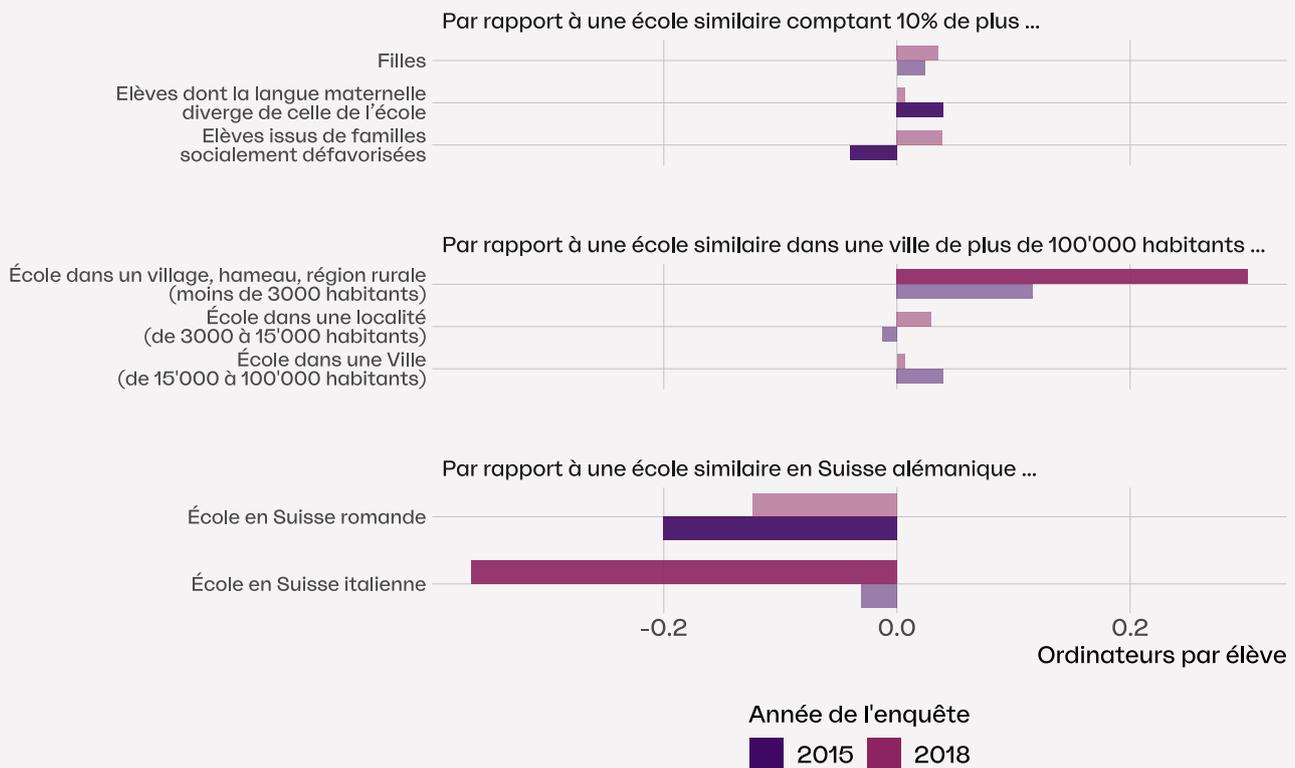
7.3.3.2 Équipement des écoles et composition de la communauté des élèves

On dispose d'énoncés plus détaillés sur les différences entre groupes sociaux sous l'angle de l'équipement en terminaux numériques. Alors qu'à elle seule, la possession de ces appareils ne garantit pas qu'ils soient aussi utilisés en générant de la valeur ajoutée, on peut affirmer, à l'inverse, que leur non-possession exclut certainement ces possibilités d'utilisation. Dès lors, des informations sur des différences socio-économiques dans l'équipement TIC sont pertinentes pour l'évaluation du système éducatif.

Dans les données des enquêtes PISA 2015 et 2018, on ne trouve aucune indication sur des relations systématiques entre la composition socio-démographique d'une école et son équipement en terminaux numériques, comme des ordinateurs (Graphique 81), des écrans blancs (« whiteboards ») ou des projecteurs.⁸⁶ Dès lors, les différences considérables dans l'équipement des écoles en Suisse (Graphique 62 et Graphique 63) ne peuvent pas s'expliquer à partir des différences dans la

⁸⁶ Ce n'est que pour les écoles de la région francophone qu'on constate, sur l'ensemble des deux vagues d'enquêtes, une corrélation significative et systématiquement négative avec l'équipement des écoles.

composition socio-démographique de l'école. Des problèmes d'équité ne se manifestent pas selon des dimensions classiques de l'inégalité numérique (sexe, statut migratoire, statut socio-économique et différences « villes-campagne ») (voir Rudolph, 2019). Toutefois, les résultats de deux années d'enquêtes PISA laissent penser qu'il existe un moindre équipement TIC des écoles en Suisse latine, en particulier dans les écoles de Suisse romande. Sur l'ensemble de ces deux vagues d'enquêtes, on constate que les élèves francophones interrogés fréquentent des écoles qui disposent d'environ 0,2 ordinateur de moins que les écoles des élèves germanophones interrogés. Dès lors que le design de l'échantillon des enquêtes PISA 2015 et 2018 ne permet pas de formuler des énoncés représentatifs sur des régions de la Suisse, il faut faire preuve de prudence dans l'interprétation de ces résultats. Toutefois, ils correspondent bien aux résultats représentatifs de l'enquête COFO 2016 sur l'utilisation des terminaux numériques par des élèves (voir Graphique 55 à Graphique 57).



Graphique 81: Relation entre la composition socio-démographique de l'école et l'équipement en ordinateurs

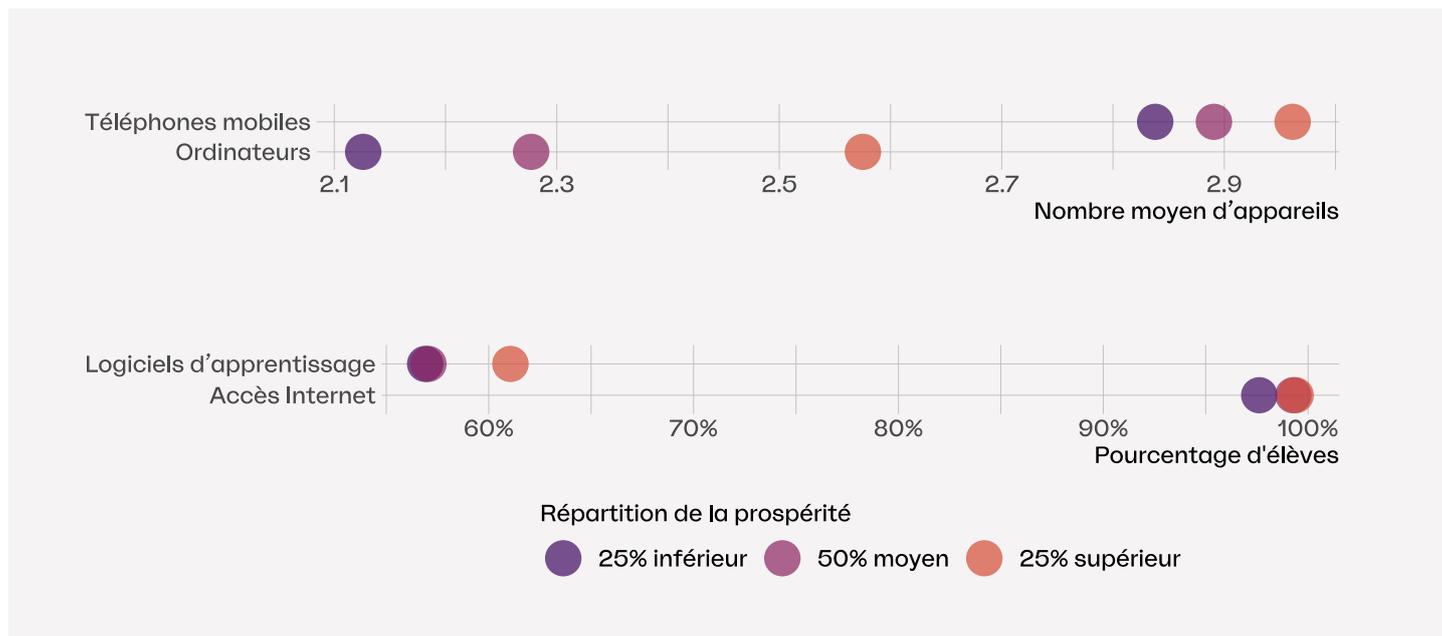
Remarques: propre présentation sur la base de l'échantillon partiel suisse des enquêtes PISA 2015 et 2018. Les écoles ayant 10 élèves ou moins de 10 élèves dans la classe-cible de l'enquête PISA n'ont pas été prises en compte (voir OECD, 2020). En outre, afin de réduire l'influence des valeurs aberrantes («outlier») sur les valeurs moyennes conditionnelles, la tranche de 1% supérieure et la tranche de 1% inférieure de la répartition « nombre d'ordinateurs par élève » a été exclue. L'unité d'observation est l'élève (voir OECD, 2009). Les valeurs représentées se basent sur les coefficients d'un modèle de régression linéaire qui évalue le nombre d'ordinateurs par élève selon les dimensions de la composition socio-démographique de la communauté des élèves. Les barres de couleur claire illustrent des relations statistiquement non significatives ($p > 0,1$).

Exemple de lecture: une augmentation de 10% du pourcentage d'élèves dont la langue maternelle est différente de la langue de l'école était liée, dans l'enquête 2015, à un recul statistiquement significatif de 0,04 du nombre d'ordinateurs par élève, ce qui correspond à environ un ordinateur pour 26 élèves. Dans l'enquête de 2018, on constate une relation marginalement positive, mais statistiquement non significative, entre le pourcentage d'élèves dont la langue maternelle est différente de la langue de l'école et le pourcentage d'ordinateurs par élève.

7.3.3.3 Équipement des élèves à domicile selon des caractéristiques socio-démographiques

À la différence de l'équipement scolaire en terminaux numériques, l'accès privé à ces appareils en Suisse présente un fossé socio-économique évident (voir chapitre 4.1.1). Dans les études comparatives des performances scolaires, on constate aussi que les élèves issus de ménages aisés disposent d'un équipement significativement meilleur en terminaux numériques et en logiciels d'apprentissage (Graphique 81). Les différences substantielles entre des élèves sont faibles. Mais il faut tenir compte du fait qu'on ne dispose d'aucune information sur la qualité et

sur le nombre concret des appareils et des ressources d'apprentissage.⁸⁷ Tant dans les enquêtes COFO que dans les enquêtes PISA, il faut donc procéder par approximation pour déterminer la prospérité économique par le biais d'autres caractéristiques du ménage des parents (p. ex. nombre de voitures, fréquence des voyages de vacances, diplôme de formation le plus élevé et statut socio-économique des parents). Cela s'explique par le fait qu'on ne dispose d'aucune mesure directe (p. ex. du revenu du ménage).⁸⁸ Dès lors, il faut partir du principe que les disparités représentées sous-estiment les écarts effectifs.



Graphique 82: Équipement privé en terminaux numériques et en ressources d'apprentissage selon le niveau de prospérité économique du ménage des parents

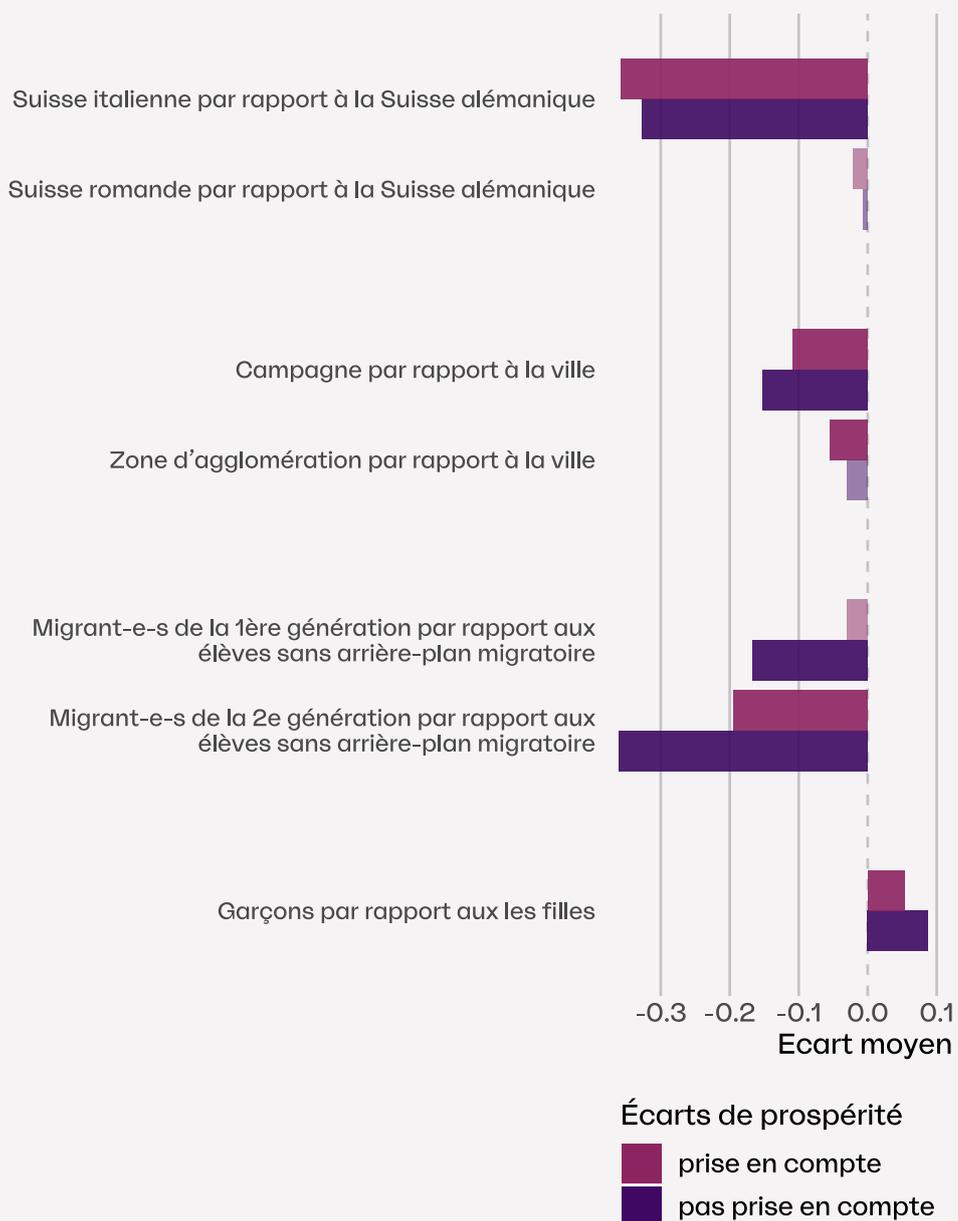
Remarques: propre présentation sur la base de l'enquête COFO 2016. La répartition de la prospérité économique est une mesure de combinaison qui est construite au moyen de l'analyse des composants principaux à partir d'informations sur le nombre de téléviseurs, de voitures et de salles de bains de la famille, les vacances familiales de l'année précédente, la possession d'un lave-vaisselle, le fait de disposer de sa propre chambre, le diplôme de formation formel le plus élevé des parents, et leur statut professionnel (ISEI-08). La cohérence interne de la mesure de la prospérité est plutôt mauvaise (coefficient de Cronbach = 0,6). Des différences dans l'équipement en téléphones mobiles et en ordinateurs sont statistiquement significatives pour toutes les comparaisons de groupes possibles. Des différences dans l'accès aux logiciels d'apprentissage se distinguent significativement entre les élèves issus du quartile supérieur de la répartition de la prospérité et les autres élèves. Le pourcentage des élèves ayant un accès à l'Internet provenant du quartile inférieur de la répartition de la prospérité se situe significativement au-dessous du pourcentage du reste de la population.

Exemple de lecture: les élèves provenant du quart le plus pauvre des ménages («tranche inférieure de 25%») disposent en moyenne de 2,1 ordinateurs par ménage (sur une échelle de trois extrémités). Pour les élèves issus du quart le plus riche des ménages, il s'agit de 2,6 ordinateurs par ménage.

87 Dans l'enquête COFO, des questions ont certes été posées sur le nombre d'ordinateurs et de téléphones mobiles. Toutefois, il n'y a pas de continuité dans la mesure puisque, lorsqu'il s'agit de plus de deux ordinateurs, ce nombre a été réduit à deux.

88 L'hypothèse selon laquelle l'équipement des ménages en terminaux numériques et en ressources d'apprentissage est en lien avec leur prospérité est déjà évidente par le fait que la possession de ces biens est incluse comme faisant partie intégrante de la mesure de la prospérité dans les enquêtes comparatives sur les performances scolaires.

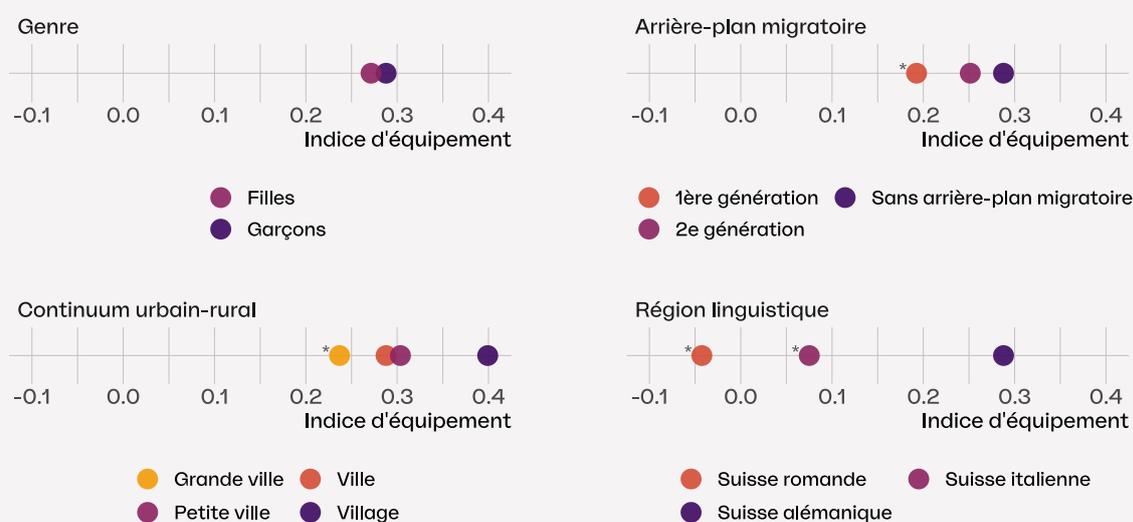
Des disparités dans la prospérité économique expliquent, pour une part considérable, les différences dans la situation privée en matière d'équipement entre des élèves avec et sans arrière-plan migratoire (Graphique 83). Ainsi, il s'avère que l'équipement en terminaux numériques dans des familles avec arrière-plan migratoire de la première et de la deuxième génération est généralement moins bon que dans des familles sans arrière-plan migratoire. Par exemple, des migrantes et des migrants de la deuxième génération disposent en moyenne d'environ 0,4 ordinateur de moins que des élèves dont les familles vivent en Suisse depuis au minimum trois générations. Mais cette différence diminue de moitié lorsqu'on tient compte à titre supplémentaire des différences dans la prospérité économique. Cela parle en faveur de l'idée selon laquelle des différences d'équipement entre des ménages avec et sans arrière-plan migratoire ont plutôt tendance à s'expliquer par le fait qu'il existe un fossé de prospérité plus large entre ces ménages que par l'existence de différences dans les préférences.



Graphique 83: Équipement privé en ordinateurs selon des caractéristiques socio-démographiques

Remarques: propre présentation sur la base de l'enquête COFO 2016. Les valeurs représentées se basent sur les coefficients d'un modèle de régression linéaire qui évalue le nombre d'ordinateurs à domicile sous l'angle des caractéristiques socio-démographiques de l'élève. La prospérité économique est calculée par approximation par le biais du nombre de téléviseurs, de voitures, de salles de bains, les vacances familiales de l'année précédente, la possession d'un lave-vaisselle, d'une propre chambre, le diplôme de formation formel le plus élevé des parents et leur statut professionnel (ISEI-08). Les barres de couleur claire représentent des relations statistiquement non significatives ($p > 0,1$).

Des données comparables aux résultats des études JAMES (Suter, et al., 2018 ; Bernath, et al., 2020) se trouvent également dans les résultats de l'enquête PISA de 2018 et de l'enquête COFO de 2016 qui constatent seulement de faibles différences d'équipement entre garçons et filles. En particulier, on ne constate aucune différence systématique en ce qui concerne le nombre de téléphones mobiles avec raccordement Internet, le nombre d'ordinateurs, de tablettes ou de e-books.⁸⁹ Aussi pour ce qui est de l'accès à l'Internet ou de la disponibilité de logiciels d'apprentissage, garçons et filles ne font pas état de différences systématique dans l'équipement de leurs familles.⁹⁰



Graphique 84: Équipement privé avec des ressources numériques selon des caractéristiques socio-démographiques
Remarques: propre présentation sur la base de l'échantillon partiel suisse de l'enquête PISA 2018. Les valeurs représentées se basent sur les coefficients d'un modèle de régression linéaire qui évalue la relation entre l'indice de l'équipement privé en ressources numériques (indice ICTRES) sous l'angle des caractéristiques socio-démographiques de l'élève. Ce modèle contient en outre des informations sur le nombre de livres présents dans le ménage des parents, ainsi que sur le diplôme de formation formel le plus élevé des parents et sur leur statut professionnel. L'indice ICTRES est un indice qui combine des informations sur le nombre d'ordinateurs, de tablettes, de téléphones mobiles et de e-books, ainsi que sur la possession de logiciels d'apprentissage et d'un accès à l'Internet (OECD, 2020). Les barres de couleur claire reflètent des relations statistiquement non significatives ($p > 0,1$).

89 Dans l'enquête COFO 2016, on trouve des différences significatives, mais substantiellement petites, dans l'équipement en ordinateurs (Graphique 83). Des différences similaires sont aussi constatées dans les données de l'enquête PISA 2018. Toutefois – probablement en raison d'une taille d'échantillon plus réduite – elles ne sont pas ici statistiquement significatives.

90 Dans l'enquête de 2018, le pourcentage de garçons qui déclarent disposer d'un accès à leur domicile à des logiciels d'apprentissage est 5% supérieur au pourcentage des filles. Mais dans l'enquête de 2015, c'est un nombre de filles significativement plus fréquent qui déclarent disposer d'un accès aux logiciels d'apprentissage à domicile. Dans l'ensemble de ces deux vagues d'enquêtes, la relation disparaît lorsqu'on contrôle à titre supplémentaire la prospérité économique de la famille (nombre de livres, statut socio-économique le plus élevé des parents, diplôme de formation le plus élevé des parents).

S'agissant des différences d'équipement entre élèves de régions urbaines et élèves de régions rurales, on ne peut formuler aucun énoncé clair à ce propos. Des données de l'enquête COFO 2016 montrent que des élèves issus de la campagne ont tendance à disposer d'un nombre moins élevé d'ordinateurs que leurs camarades provenant de communes plus fortement citadines. Des données de l'enquête PISA 2018 montrent en revanche que des élèves qui fréquentent des écoles dans des régions rurales ont plutôt tendance à disposer d'un meilleur équipement en terminaux numériques et ressources d'apprentissage numériques. Dans ces deux jeux de données, des élèves provenant de la Suisse latine font état d'un niveau d'équipement inférieur.

Pour nuancer ce qui précède, il faut ajouter que l'utilisation de données de sondages pour l'évaluation de différences socio-démographiques dans la situation d'équipement de ménages et d'individus ne va pas sans poser des problèmes. Des évaluations antérieures d'enquêtes PISA montrent, par exemple, que des déformations du comportement en matière de réponses sont marquées par des facteurs comme la désirabilité sociale, le choix des valeurs extrêmes ou une tendance à répondre généralement par l'approbation à des questions liées à l'arrière-plan culturel, à la prospérité économique et au sexe de la personne qui répond (Buckley, 2009 ; Markos, Dramalidis, & Menexes, 2013 ; OECD, 2020).

8 Degré secondaire II

8.1	Décrire la numérisation: utilisation de ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage	245
8.2	Expliquer la numérisation: conditions préalables à l'utilisation de ressources numériques	251
8.3	Évaluer la numérisation: efficacité, efficience et équité	255

Lors de la transition du degré secondaire I au degré secondaire II, les élèves optent pour un type de formation déterminé, à savoir soit pour une formation professionnelle initiale, soit pour une formation générale.⁹¹ La formation professionnelle initiale est dispensée tant sous une forme entièrement scolaire que sous une forme duale (à savoir à la fois dans un établissement scolaire et dans un lieu d'apprentissage d'entreprises). L'existence de différents types de formation comportant des axes prioritaires d'apprentissage et des lieux d'apprentissage différents permet de faire appel à d'autres possibilités d'utilisation de technologies numériques dont les fonctionnalités vont au-delà de celles discutées dans les chapitres précédents. Dans ce contexte, on peut en particulier utiliser des technologies numériques qui facilitent l'organisation et l'échange de contenus d'apprentissage entre les lieux d'apprentissage (voir le champ de texte «Leading House Dual-T»).

Toutefois, le jeu de données existant et la littérature scientifique sur ce thème ne laissent que peu de marge de manœuvre pour procéder à une analyse détaillée spécifique aux différents types d'écoles sur l'utilisation des ressources numériques et leur succès. Cela tient notamment au fait que la forme duale de la formation professionnelle n'existe également que dans peu de pays en dehors de la Suisse. Les résultats de la littérature scientifique internationale se rapportent donc souvent à l'utilisation de moyens auxiliaires numériques relevant du domaine post-obligatoire de la formation générale, qui inclut habituellement aussi des formations qui sont dispensées en Suisse dans le cadre de la formation professionnelle. Pour cette raison également, pour le présent rapport, des informations sur ces deux types de formation sont résumées en un seul chapitre.

91 Quelque 30% des élèves ayant terminé le degré secondaire I ne trouvent pas immédiatement une transition vers le degré secondaire II, mais sont soit tributaires de solutions intermédiaires, soit quittent parfois le système éducatif suisse (CSRE, 2018, p. 105).

Projet: The digital transformation at the upper secondary education level

Le projet «Digital transformation in upper secondary schools: Identifying directions and key factors for technology-related school development, teaching and learning» recense l'état actuel de l'intégration des ressources numériques dans l'apprentissage et l'organisation scolaire dans toutes les formes scolaires du degré secondaire II (écoles de maturité gymnasiale, écoles de maturité spécialisée, écoles professionnelles, écoles de maturité professionnelle et écoles de culture générale) dans toute la Suisse. À cet effet, des enquêtes représentatives seront réalisées auprès de directrices et directeurs d'écoles, d'enseignantes et d'enseignants et d'élèves, combinées avec l'analyse qualitative de 20 études de cas dans des écoles tout particulièrement avancées. Les données collectées ont pour but:

- de rendre possible la formulation d'énoncés sur la diffusion et l'utilisation de ressources numériques dans les écoles du degré secondaire II et de permettre également que soient remplies les conditions préalables y afférentes (p.ex. les attitudes et compétences des enseignantes et enseignants),
- de reproduire les changements intervenus depuis les derniers recensements des années 2001 et 2007,
- de rendre possible des évaluations de la situation en Suisse par comparaison avec des paramètres de référence internationaux ainsi que
- de permettre l'identification de facteurs qui sont d'une importance décisive pour une intégration réussie des ressources numériques à l'école.

Le projet est réalisé conjointement par l'Université de Zürich (Dominik Petko, Philipp Gonon) et par l'Institut fédéral des hautes études en formation professionnelle (IFFP) (Alberto Cattaneo). Il est subventionné par le Fonds national suisse de la recherche scientifique dans le cadre du module « Formation, apprentissage et tournant numérique » du Programme National de Recherche 77 « Transformation numérique ». Il a été lancé le 1.8.2020 pour une durée de quatre ans. Le recensement des données commence par une étude pilote qui a lieu dans le canton de Zurich au printemps 2021. Le recensement national des données est planifié pour le printemps 2022.

Source: Petko (2020)

Alors que jusqu'à présent, des informations sur la diffusion et l'utilisation de ressources numériques du degré secondaire II sont limitées et fragmentaires, à l'heure actuelle, plusieurs projets sont en cours qui ont pour but d'uniformiser et d'agrandir considérablement dans un proche avenir la base de connaissances sur l'état actuel de la numérisation à ce degré scolaire. En font partie notamment le projet «The digital transformation at the upper secondary education level» (voir «projet: The digital transformation at the upper secondary education level») ou le projet «Compétences numériques des enseignantes et des enseignants des écoles professionnelles» qui procéderont à un recensement comparable à l'échelle de toute la Suisse des compétences numériques des enseignantes et des enseignants des écoles professionnelles.

Projet: compétences numériques des enseignantes et des enseignants des écoles professionnelles

Le projet «Compétences numériques des enseignantes et des enseignants des écoles professionnelles» étudie l'état actuel de développement des compétences numériques des enseignantes et enseignants dans la formation professionnelle pour la période juin 2020 - juin 2022. En outre, ce projet a pour but d'identifier et de diffuser des bonnes pratiques («good practices») relatives à la transformation numérique dans les écoles professionnelles.

Financé par le SEFRI, ce projet est réalisé par des chercheurs de l'Institut fédéral des hautes études en formation professionnelle (IFFP) (Alberto Cattaneo et son équipe) en collaboration avec la HES-SO (Serge Imboden). Ce projet a été lancé en janvier 2020, et un premier recensement de données au moyen de sondages en ligne auto-administrés a été terminé en septembre 2020. Un premier rapport a été publié en avril 2021. Des résultats provisoires provenant d'un échantillon de 1692 enseignantes et enseignants issus de 101 écoles professionnelles attirent l'attention sur ce qui suit:

- Les enseignantes et les enseignants évaluent leurs compétences numériques à un niveau moyen. Cela laisse penser qu'il existe encore une marge d'amélioration considérable.
- Les compétences auto-évaluées selon différentes dimensions socio-démographiques varient par exemple selon le sexe, le taux d'emploi, le profil d'enseignement et l'âge.
- De manière générale, le taux de satisfaction concernant le développement de la transformation numérique et le soutien dispensé par l'école est élevé.
- La pandémie du COVID-19 a posé des exigences quant au développement d'attitudes et de convictions positives sur l'utilité des outils numériques dans l'enseignement. De nombreuses enseignantes et de nombreux enseignants veulent continuer à utiliser des outils numériques et poursuivre en partie le recours aux possibilités de l'enseignement à distance même après la cessation de la pandémie.

Source: Cattaneo, Rauseo, & Dobricki (2020)

8.1 Décrire la numérisation: utilisation de ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage

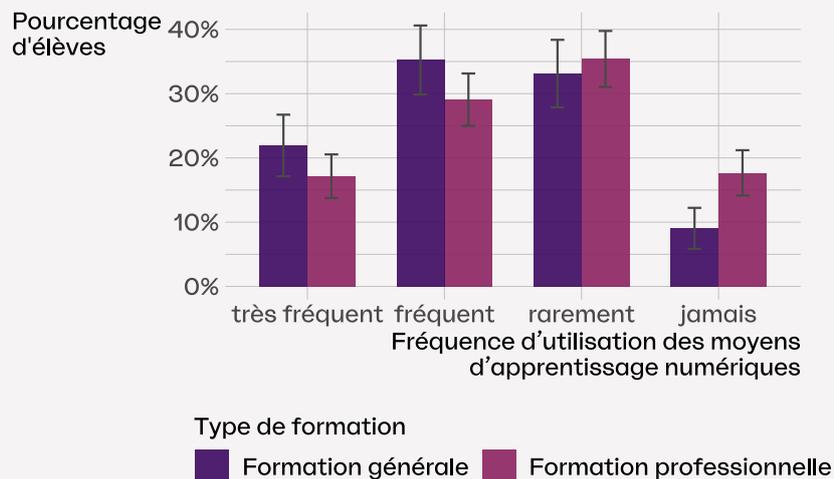
8.1.1 L'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement du degré secondaire II

Des ressources d'apprentissage numériques sont plus fréquemment utilisées dans les écoles du degré secondaire II que dans la scolarité obligatoire (voir chapitre 5.1). Parmi les personnes interrogées dans le cadre du Microrecensement formation de base et formation continue 2016 (OFS, 2020d) qui se trouvent en cours de formation au degré secondaire II, près de la moitié d'entre elles déclarent utiliser « fréquemment » ou « très fréquemment » des moyens d'apprentissage numériques (voir Graphique 85). Moins d'une enseignante ou d'un enseignant sur cinq déclare ne jamais utiliser de ressources d'apprentissage numériques dans le cadre de la formation. À cet égard, il existe une légère différence entre les écoles professionnelles et les écoles de formation générale. Les élèves qui fréquentent des écoles de formation générale⁹² ont tendance à faire état d'une utilisation un peu plus fréquente des ressources d'apprentissage numériques que les élèves des écoles professionnelles.⁹³ En particulier, le pourcentage des élèves qui déclarent ne jamais utiliser de ressources numériques dans le cadre de la formation dans les écoles professionnelles est environ deux fois aussi élevé que celui des élèves des écoles de formation générale. Sur la base des jeux de données disponibles, il n'est pas possible d'expliquer pourquoi ces différences existent. Toutefois, il n'est pas improbable que l'hétérogénéité nettement plus élevée des possibilités de formation dans le domaine de la formation professionnelle initiale (voir CSRE, 2018, pp. 107 ss.) contribue à une dispersion accrue de l'intensité d'utilisation de ressources d'apprentissage numériques.⁹⁴

92 On entend ici par « écoles de formation générale » les écoles professionnelles, les écoles de maturité spécialisée, les écoles de maturité gymnasiale ainsi que les écoles offrant une formation générale d'une durée de trois ans (écoles de culture générale).

93 Les personnes sont attribuées à une formation professionnelle lorsqu'elles fréquentent des écoles de formation professionnelle initiale, soit sous la forme d'une formation entièrement scolaire (école professionnelle à plein temps, école de commerce, école d'informatique, atelier d'enseignement) ou parallèlement à une formation dispensée en entreprise (modèle de formation duale).

94 Il se peut également que des élèves qui se trouvent dans la formation duale ne tiennent pas compte de l'utilisation de ressources numériques dans les entreprises formatrices lorsqu'ils répondent à la question.

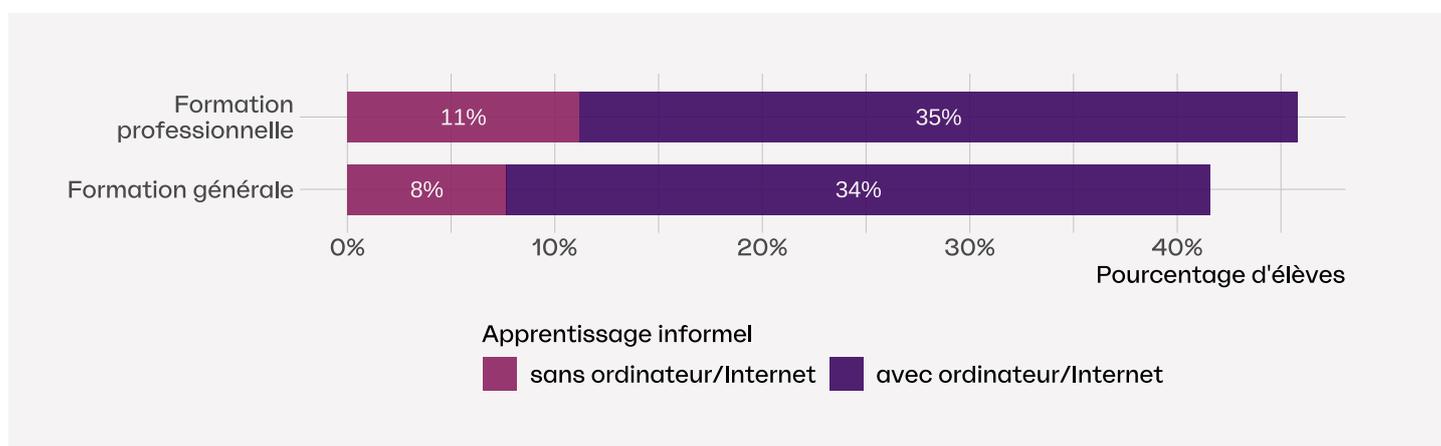


Graphique 85: Fréquence d'utilisation des ressources d'apprentissage numériques selon le type de formation au degré secondaire II

Remarques: propre présentation sur la base des résultats du Microrecensement formation de base et formation continue 2016 (évaluation destinée au présent rapport). Les barres du graphique illustrent la fréquence relative de l'intensité d'utilisation des moyens d'apprentissage numériques (p.ex. moyens audiovisuels, livret électronique, logiciels en ligne, etc.) selon le type de formation. Les barres de gauche représentent les pourcentages pour les élèves fréquentant les écoles de formation générale (n = 358). Les barres de droite reflètent les pourcentages pour les élèves fréquentant les écoles professionnelles (n = 594). Les tirets représentent l'intervalle de confiance de 95 % des valeurs de fréquence relative. Les types de formation ne se distinguent de manière statistiquement significative que pour la catégorie de réponse «jamais».

8.1.2 Utilisation de ressources numériques pour l'apprentissage informel

Par l'expression « apprentissage informel », on désigne une série de modes de comportement qui servent à poursuivre un objectif d'apprentissage, mais qui sont mis en œuvre en dehors d'un cadre d'apprentissage organisé (CSRE, 2018, p. 291). Il inclut ainsi l'apprentissage qui a lieu en dehors du système éducatif institutionnalisé, sans instructions externes et sans structures (voir Noy, James, & Bedley, 2016). L'apprentissage informel est auto-initié, auto-piloté et auto-contrôlé. Il est conçu pour atteindre des objectifs qui sont fixés par l'élève lui-même (Cerasoli, et al., 2018).



Graphique 86: Utilisation de l'ordinateur / de l'Internet pour l'apprentissage informel, selon le type de formation

Remarques: propre présentation sur la base des résultats du microrecensement de la formation et de la formation continue 2016 (évaluation destinée au présent rapport d'approfondissement). Les barres du graphique illustrent le pourcentage des élèves qui ont répondu par l'affirmative à la question « Au cours de ces 12 derniers mois, avez-vous intentionnellement essayé de connaître ou d'apprendre quelque chose dans un domaine déterminé à votre poste de travail ou pendant vos loisirs? ». La partie de gauche (rose) des barres du graphique reflète le pourcentage d'élèves qui n'ont pas fait appel à l'ordinateur ou à l'Internet à cet effet. La partie de droite (de couleur lilas) montre le pourcentage des élèves qui ont utilisé exclusivement (ou en sus d'autres méthodes) l'ordinateur ou l'Internet pour leur propre apprentissage informel. Zone d'erreurs (intervalle de confiance de 95%): $\pm 3\%$ pour l'apprentissage informel sans ordinateur, resp. sans l'Internet, et $\pm 5\%$ pour l'apprentissage informel avec l'ordinateur, resp. avec l'Internet.

Exemple de lecture: au cours des 12 derniers mois écoulés, 42% des élèves des écoles de formation générale du degré secondaire II ont essayé de mettre en place des compétences de manière informelle. 34% l'ont fait également avec l'aide de l'ordinateur et de l'Internet. 11% d'entre eux ont exclusivement utilisé d'autres méthodes (p. ex. la lecture de la littérature spécialisée, des discussions avec des amis, ou en observant le comportement d'amis, de membres de la famille ou de collègues).

La diffusion croissante de terminaux numériques et l'accès croissant à l'Internet pour de larges couches de la population ont aussi fortement accru les possibilités d'acquérir des compétences par des voies informelles et non traditionnelles (Cox, 2013 ; Latchem, 2016 ; Clough, et al., 2008). Ainsi, il existe aujourd'hui un large éventail d'offres de formations continues non étatiques, informelles, et souvent gratuites sur l'Internet, p. ex. sous la forme de « Massive Open Online Courses (MOOC) » (Lin & Cranton, 2015 ; Cha & So, 2020) ou de plateformes vidéo (Antonio & Tuffley, 2015 ; DeWitt, et al., 2013). L'accès à des terminaux numériques est une condition préalable d'importance décisive pour pouvoir bénéficier de ces offres.

Au niveau du degré secondaire II, une grande majorité des élèves qui suivent de manière autonome une formation continue utilisent l'ordinateur ou l'Internet pour de tels buts (voir Graphique 86). Plus de trois élèves sur quatre qui suivent informellement une formation continue font appel à des offres basées sur l'ordinateur ou sur l'Internet à cet effet.⁹⁵ Les différences entre les élèves des écoles de formation générale et les élèves des écoles de formation professionnelle se situent dans les limites de la zone d'erreurs statistiques.

⁹⁵ Dans le cadre de l'apprentissage informel, on peut recourir en parallèle à plusieurs méthodes d'acquisition des connaissances. Outre le recours à l'ordinateur et à l'Internet, des personnes peuvent aussi lire de la littérature spécialisée ou peuvent acquérir des connaissances en discutant avec des amis, ou en observant le comportement d'amis, de membres de la famille ou de collègues. Puisque l'utilisation de ces méthodes est certes en concurrence du point de vue temporel, mais qu'elles ne s'excluent pas mutuellement, il est possible de citer plusieurs fois la même méthode pour les réponses faites dans le cadre du microrecensement formation de base et formation continue en ce qui concerne la méthode utilisée pour la formation continue.

Alors qu'en particulier l'apprentissage informel au poste de travail a clairement des effets positifs sur les compétences pertinentes dans ce cadre et qu'il accroît la productivité des travailleurs (De Grip & Sauermann, 2012 ; De Grip, Sauermann, & Sieben, 2016 ; Noy, James, & Bedley, 2016 ; Bentsen, Munch, & Schaur, 2019), on ignore dans quelle mesure des efforts informels de formation ont des effets sur des compétences scolaires (Cox, 2013). D'une part, les formations continues peuvent aussi inclure un large éventail de formations continues informelles dont les contenus ne sont pas nécessairement pertinents pour les compétences scolaires, ce qui peut entraîner, dans certaines circonstances, une éviction des activités axées sur l'école. D'autre part, on considère que les différences dans l'environnement d'apprentissage informel (p. ex. l'accès à des livres et à du matériel d'apprentissage à domicile, ou l'interaction régulière avec les parents et les frères et sœurs au sujet de thèmes scolaires) constituent un motif central expliquant l'existence de gradients socio-économiques marqués dans l'acquisition des compétences (Fehrmann, Keith, & Reimers, 1987 ; Gerber, Cavallo, & Marek, 2001 ; Broer, Bai, & Fonseca, 2019). Il semble également que pour l'acquisition de compétences numériques, l'apprentissage informel joue jusqu'à présent un rôle central. Ainsi, des enquêtes réalisées au degré secondaire I montrent que des compétences dans l'utilisation de terminaux et contenus numériques sont acquises en priorité en dehors du domaine de formation formel (Fraillon, et al., 2014 ; Fraillon, et al., 2019).

Leading House Dual-T

Depuis 2006, la « Leading House Dual-T » est un projet de recherche existant financé par le Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI). Des chercheuses et des chercheurs de l'École polytechnique fédérale de Lausanne, de l'Institut fédéral des hautes études en formation professionnelle (IFFP) et de l'Université de Fribourg participent à ce projet qui se trouve actuellement dans sa 3^e phase. L'Université de Genève était partenaire du projet jusqu'en 2013. La Leading House étudie quel rôle les ressources numériques peuvent jouer lorsqu'il s'agit de parvenir à réduire l'écart entre l'apprentissage dans un cadre scolaire et l'apprentissage dans un cadre d'entreprise et structurer ainsi globalement de manière plus efficace l'apprentissage dans la formation professionnelle. En recourant aux technologies numériques, le projet a pour but de faciliter et d'encourager l'échange mutuel d'informations entre les lieux d'apprentissage de la formation professionnelle en mettant en évidence, p. ex., la pertinence pratique des contenus scolaires ou en simplifiant l'intégration d'expériences dans les activités quotidiennes de formation dans l'enseignement théorique.

Le fait que les technologies numériques ont une fonction centrale en tant que trait d'union entre les différents contextes et les différents lieux de la formation professionnelle est le message clé du modèle « Erfahrungsraum » pédagogique (Schwendimann, Cattaneo, Dehler Zufferey, Gurtner, & Bétrancourt, 2015). Ce modèle qui avait été développé pendant les phases antérieures du projet constitue le fondement des travaux de la Leading House. Selon l'approche « Erfahrungsraum », les technologies numériques remplissent cette fonction de trait d'union en permettant le transfert facilité et l'échange d'informations et d'expériences entre les contextes et les lieux d'apprentissage (« boundary crossing »). Parce qu'il met l'accent sur la fonctionnalité, ce modèle n'est pas lié à une technologie déterminée. Dès lors, des projets partiels et des phases de la Leading House s'occupent d'un éventail relativement large d'approches techniques et pédagogiques allant de l'utilisation d'applications numériques de téléphones mobiles pour la documentation simple, en passant par le partage de propres routines et produits au poste de travail jusqu'au recours à des environnements de réalité augmentée (« augmented reality »), p. ex. des modèles physiques surveillés par ordinateurs qui évaluent en temps réel les conséquences de changements apportés au modèle (voir Aprea & Cattaneo, 2019 ; Schwendimann, et al., 2015). Exemple: le recours à des applications qui permettent à des apprentis cuisiniers et à des apprentis boulangers de réaliser leurs propres recettes et créations, de les photographier avec un téléphone mobile et de les transférer dans un livre de recettes numériques au lieu de tenir un livre de recettes analogique en parallèle avec les travaux qu'ils effectuent dans l'entreprise formatrice (Mauroux, et al., 2014 ; Cattaneo, Motta, & Gurtner, 2015).

La recherche empirique d'accompagnement a montré que les élèves qui utilisent ces moyens auxiliaires numériques pour le soutien à l'apprentissage et à la communication via différents lieux d'apprentissage ont des résultats scolaires souvent meilleurs que des élèves qui ne disposent pas de ces technologies (voir Schwendimann, et al., 2015 ; Cattaneo, Motta, & Gurtner, 2015 ; Aprea & Cattaneo, 2019, pour un résultat contraire, voir Cuendet, Jermann, & Dillenbourg, 2012). Toutefois, ces études reposent la plupart du temps sur de

petits échantillons provenant de classes individuelles. Dès lors, il ne faut pas exclure que les résultats soient imputables au fait que des participants particulièrement motivés ou intéressés, resp. au fait que leurs enseignant-e-s ont participé aux études d'accompagnement (Aprea & Cattaneo, 2019).

En outre, il s'avère qu'ici aussi, la contribution des technologies numériques à la mise en place de compétences n'est pas une caractéristique inhérente de la technologie, mais qu'elle dépend essentiellement de son type d'intégration dans les processus d'apprentissage et dans l'enseignement (Aprea & Cattaneo, 2019; Kim, et al., 2020). Les facteurs importants sont donc non seulement la formation des enseignantes et des enseignants à l'utilisation de ces technologies, mais encore la structuration efficace des ressources d'apprentissage numériques. Dans le cadre des projets de la Leading House, cinq principes directeurs ont été développés pour la structuration de ressources d'apprentissage numériques (Cuendet, et al., 2013). En font partie:

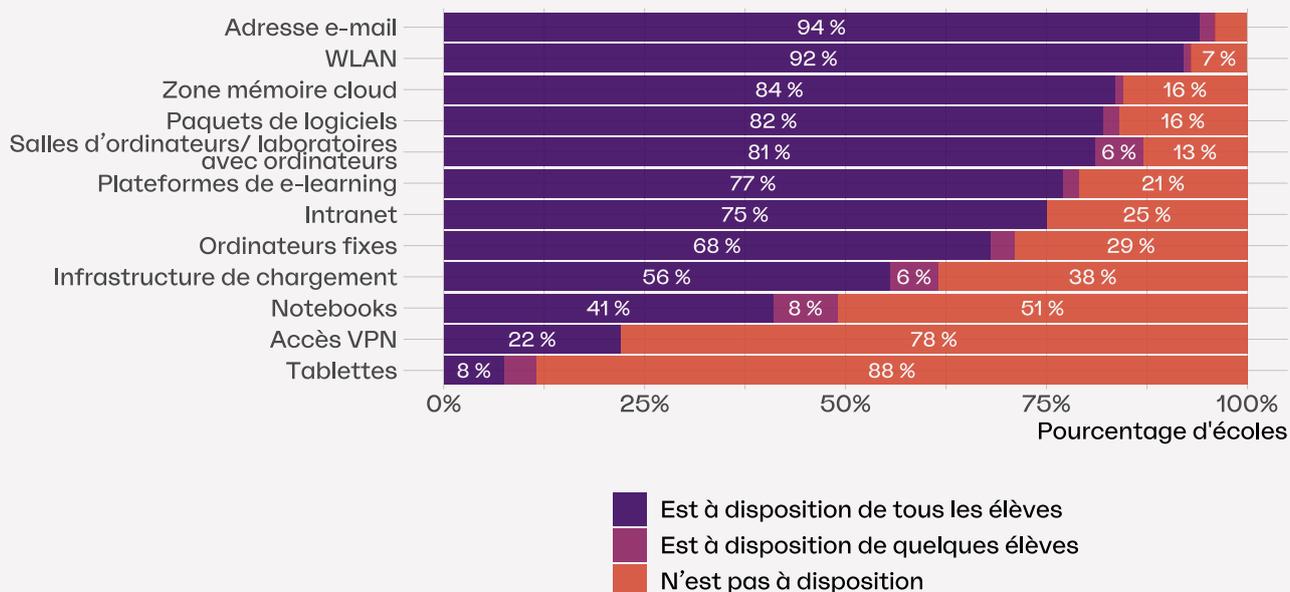
- le caractère facilement intégrable de la technologie dans les autres activités d'enseignement analogiques («integration principle»),
- la possibilité pour l'enseignante ou l'enseignant de diriger, de contrôler et, le cas échéant, de limiter les interactions entre la technologie et les élèves afin de réduire ainsi au maximum le potentiel de distraction («empowerment principle»),
- la mise à disposition d'informations sur les progrès et l'état actuel d'apprentissage des élèves («awareness principle»),
- le fait de garantir une flexibilité suffisante dans le concept technique et pédagogique pour pouvoir réagir à des développements spontanés imprévisibles dans les activités d'enseignement («flexibility principle»),
- la réduction au minimum nécessaire des fonctionnalités techniques et des informations traitées par le système («minimalism principle»).

Pour la formation professionnelle dans son ensemble, le modèle «Erfahrraum» s'est en outre avéré une approche appropriée pour identifier des écarts entre les endroits d'apprentissage, pour les visualiser et les rendre tangibles, ainsi que pour mettre en évidence des possibilités de surmonter ces écarts (Caruso, Cattaneo, & Gurtner, 2020; Cattaneo, Gurtner, & Felder, 2021).

8.2 Expliquer la numérisation: conditions préalables à l'utilisation de ressources numériques

On ne dispose guère de données ou d'enquêtes suffisamment récentes concernant l'équipement scolaire en terminaux et ressources d'apprentissage numériques, les attitudes et compétences des enseignantes et enseignants, ainsi que la culture et les concepts pédagogiques dominants des écoles dans la perspective de l'utilisation de ressources numériques destinées à l'apprentissage. Une enquête datant de l'année 2007 (Barras & Petko, 2007) montre qu'à ce moment-là, des écoles du degré secondaire II disposaient en moyenne d'une densité d'équipement plus élevée en terminaux numériques que des écoles des niveaux de scolarité obligatoire. Ainsi, un ordinateur pour 5,4 élèves était disponible dans des écoles de la formation professionnelle initiale, alors que dans des écoles primaires, 10 élèves devaient se partager un ordinateur. Malgré une densité d'équipement comparativement élevée, seule une école secondaire professionnelle sur cinq, et une école de formation générale sur dix disposait d'une image directrice spécifique qui définit les objectifs et visions d'une utilisation des ressources numériques. Les compétences et attitudes des enseignantes et enseignants étaient évaluées de manière très différente par les enseignantes et les enseignants et par leurs directrices et directeurs d'écoles. Alors que les directrices et directeurs d'écoles considéraient le manque de compétences et les attitudes de refus des enseignantes et des enseignants comme le principal obstacle à l'intégration des ressources numériques dans l'enseignement, près de la moitié des enseignantes et des enseignants estimaient disposer de suffisamment de connaissances pour utiliser de manière judicieuse des terminaux numériques dans l'enseignement. Il est improbable que ces chiffres reflètent encore correctement la situation actuelle. Une nouvelle enquête provenant du degré secondaire II est actuellement en cours de préparation (voir champ de texte: « projet: The digital transformation at the upper secondary education level »).

Un sondage effectué auprès de spécialistes de la discipline et de dirigeants responsables de la discipline « Informatique » dans les gymnases datant de l'année 2019 montre que l'équipement des gymnases en infrastructure numérique se présente de manière relativement hétérogène (Hoff & Brandes, 2019). Ainsi, plus de 90 % des écoles proposent à leurs élèves des comptes courriels propres à l'école ou un raccordement WLAN dans le bâtiment de l'école. En revanche, un « laptop » ou un « notebook » n'est disponible pour tous les élèves que dans près de 50 % des écoles. 20 % des écoles n'ont aucun accès à des plateformes numériques (voir Graphique 87). Le niveau d'équipement comparativement bas en terminaux numériques portables s'explique en partie par le fait que les élèves sont tenus d'apporter leurs appareils personnels pour l'enseignement. C'est déjà le cas dans 40 % des écoles interrogées. Dans un autre 39 % des écoles, l'introduction d'un tel concept « Bring Your Own Device » est en cours de planification.

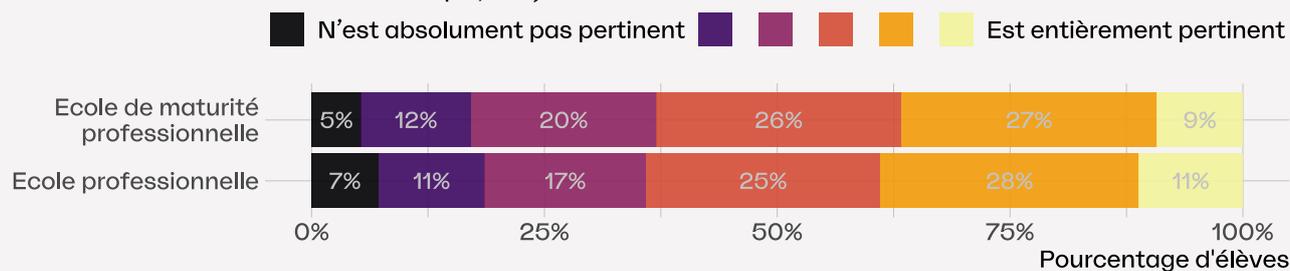


Graphique 87: Équipement d'infrastructure dans les gymnases

Remarques: propre présentation sur la base des résultats de Hoff & Brandes (2019, p. 44). Résultats d'un sondage en ligne auprès de 166 spécialistes de la discipline et de dirigeants responsables de la discipline « Informatique » dans les gymnases de l'ensemble de la Suisse. Il n'est pas clair de savoir dans quelle mesure les résultats sont représentatifs pour tous les gymnases de Suisse.

Également dans les écoles professionnelles et dans les écoles de maturité professionnelle de Suisse alémanique, on observe des différences comparativement importantes dans l'évaluation de l'infrastructure numérique. Ainsi, un peu plus de 60 % des élèves d'écoles professionnelles interrogés dans le cadre des enquêtes standardisées auprès d'élèves de classes terminales par l'agence spécialisée IFES IPES déclarent « approuver » ou « plutôt approuver » l'énoncé selon lequel « L'équipement informatique de l'école (WLAN, salles d'ordinateurs, soutien technique, etc.) est un bon équipement. ». Au moins un élève sur vingt considère en revanche que l'équipement des écoles n'est absolument pas bon (voir Graphique 88). À cet égard, il faut souligner que, malgré le nombre de cas considérable, les enquêtes standardisées auprès d'élèves de classes terminales ne constituent pas un échantillon représentatif des écoles professionnelles et des écoles de maturité professionnelle en Suisse alémanique.

L'équipement en informatique de l'école (WLAN, salles d'ordinateurs, soutien technique, etc.) est bon.



Graphique 88: Évaluation par les élèves de la situation d'équipement dans les écoles professionnelles

Remarques: propre présentation sur la base des données de l'enquête standardisée réalisée auprès d'élèves de classes terminales 2019 de l'agence spécialisée IFES IPES (évaluation destinée au présent rapport). Le graphique repose sur des indications de 11'436 élèves d'écoles professionnelles dans les cantons ZH, BE, SZ, GL, SO, AR, GR, ainsi que de 1927 élèves d'écoles de maturité professionnelle dans les cantons ZH, BE, SZ, GL, SO, AR, GR et dans la Principauté du Liechtenstein. Les échelles de questionnaire n'ont été données que pour les deux valeurs marginales. L'enquête n'est pas représentative pour tous les cantons participants. En raison de la composition de l'échantillon, il n'est pas non plus possible d'en tirer des conclusions sur la situation d'équipement dans les écoles professionnelles dans l'ensemble de la Suisse.

8.2.1 Introduction de l'informatique en tant que discipline obligatoire dans les gymnases de Suisse alémanique

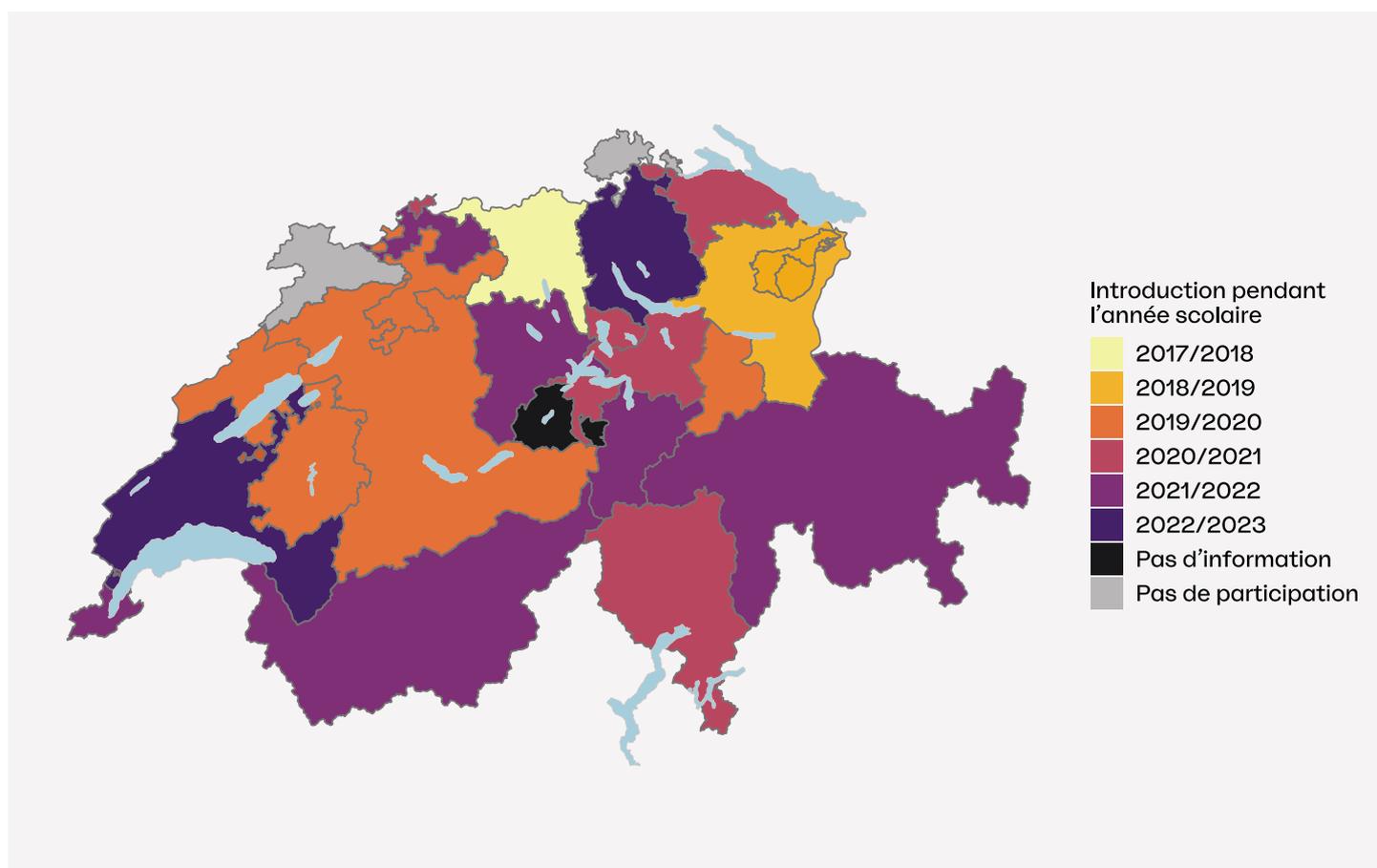
Avec la révision partielle du Règlement sur la reconnaissance des certificats de maturité gymnasiale (RRM) et de l'Ordonnance sur la reconnaissance des certificats de maturité gymnasiale (ORM) qui sont entrés en vigueur le 1^{er} août 2018, l'introduction de l'informatique en tant que discipline obligatoire au gymnase a été prescrite dans la loi. Au plus tard à partir de l'année scolaire 2022/2023, cette discipline devra être proposée à titre contraignant dans tous les cantons (voir chapitre 4.4.4.3.1).

Selon un sondage réalisé en octobre 2019 par le Secrétariat général de la CDIP (Unité de coordination: Formation professionnelle & secondaire II Formation générale) auprès des cantons, pour l'année scolaire 2019/2020, cette discipline était introduite dans huit cantons et, de ce fait, pour 28 % des gymnasiennes et des gymnasiens (voir Graphique 89).⁹⁶ Dans une enquête réalisée auprès de spécialistes de la discipline et de dirigeants chargés de la discipline « Informatique » dans les gymnases datant de l'année 2019 (Hoff & Brandes, 2019), 45 % des participantes et des participants déclarent que l'introduction de cette discipline dans leur école pour l'année scolaire 2019/2020 est terminée.

Selon cette même enquête, l'introduction du caractère obligatoire implique, pour près d'un tiers des personnes interrogées, une augmentation du nombre de

⁹⁶ Le pourcentage des élèves se rapporte à l'année scolaire 2018/2019.

leçons par semaine pour les élèves pour cette nouvelle discipline. Environ un quart des spécialistes interrogés, en revanche, déclarent que dans leurs écoles, cette introduction sera entièrement compensée par la réduction du nombre de leçons dans d'autres disciplines. Les autres répondants déclarent que l'introduction du caractère obligatoire est liée tant à une augmentation du nombre de leçons par semaine qu'à une réduction du nombre de leçons dans d'autres disciplines, ou ils déclarent qu'une décision correspondante n'a pas encore été prise. Parmi les écoles qui prévoient une réduction du nombre de leçons dans d'autres branches, les disciplines concernées vont des disciplines fondamentales comme les mathématiques ou les sciences naturelles aux options spécifiques comme l'économie jusqu'à l'éthique / la religion.



Graphique 89: État de l'introduction de la discipline «Informatique» au gymnase

Remarques: propre présentation sur la base de l'enquête du Secrétariat général de la CDIP (Unité de coordination: Formation professionnelle & secondaire II Formation générale). État: octobre 2019. Les cantons SH et JU n'ont pas participé au sondage. Dans le canton OW, l'année scolaire d'introduction n'avait pas encore été décidée au moment du sondage.

8.3 Évaluer la numérisation: efficacité, efficacité et équité

Pour évaluer la contribution des ressources numériques au degré secondaire II, outre une comparaison entre les compétences et le développement des compétences, on pouvait aussi étudier si des différences dans les parcours de formation et orientations spécialisées choisis, ou des variations dans la transition vers la haute école, sont imputables à des différences dans l'utilisation de ressources numériques. Par exemple, on peut se demander si l'utilisation plus intensive de ressources numériques au gymnase accroît les possibilités d'admission et les chances de succès pour des études dans le domaine des technologies de l'information et de la communication. Toutefois, pour réaliser une évaluation valide de la contribution causale de ces ressources, il serait nécessaire de procéder à une attribution aléatoire d'élèves aux groupes qui apprennent avec et sans recours à des technologies numériques. Sauf dans le cadre de certaines études expérimentales, cette condition n'est pas remplie dans le système éducatif suisse. En outre, des jeux de données existants sont relativement nouveaux, par exemple ceux qui proviennent de l'enquête COFO, et des possibilités de mise en liens avec des données de registres existants n'ont été mises en œuvre systématiquement qu'au cours de ces dernières années. Dès lors, jusqu'à présent, soit on n'a pas encore pu observer, soit on n'a pas encore étudié des effets possibles de l'utilisation des TIC dans l'enseignement sur le choix du type de formation ou sur le choix d'une place d'études, tels qu'ils ont été saisis dans les données COFO, resp. tels qu'ils ont été enregistrés dans les données de registres.

En outre, pour évaluer l'influence de l'utilisation de ressources numériques sur le succès d'apprentissage, il faut aussi relever le défi lié au fait qu'on ne procède pas à une saisie uniforme des compétences au niveau du degré secondaire II à l'échelle de toute la Suisse. Partant, des énoncés sur les compétences et les facteurs d'influence sur l'acquisition des compétences reposent soit sur des études expérimentales comparativement étroite du point de vue du thème concerné avec un nombre relativement restreint de participantes et de participants, soit ils reposent sur des auto-évaluations par des élèves (voir champ de texte: « Leading House Dual-T »). De plus, en règle générale, des auto-évaluations proviennent d'échantillons qui ne sont pas représentatifs, du moins pour le niveau de l'ensemble de la Suisse.

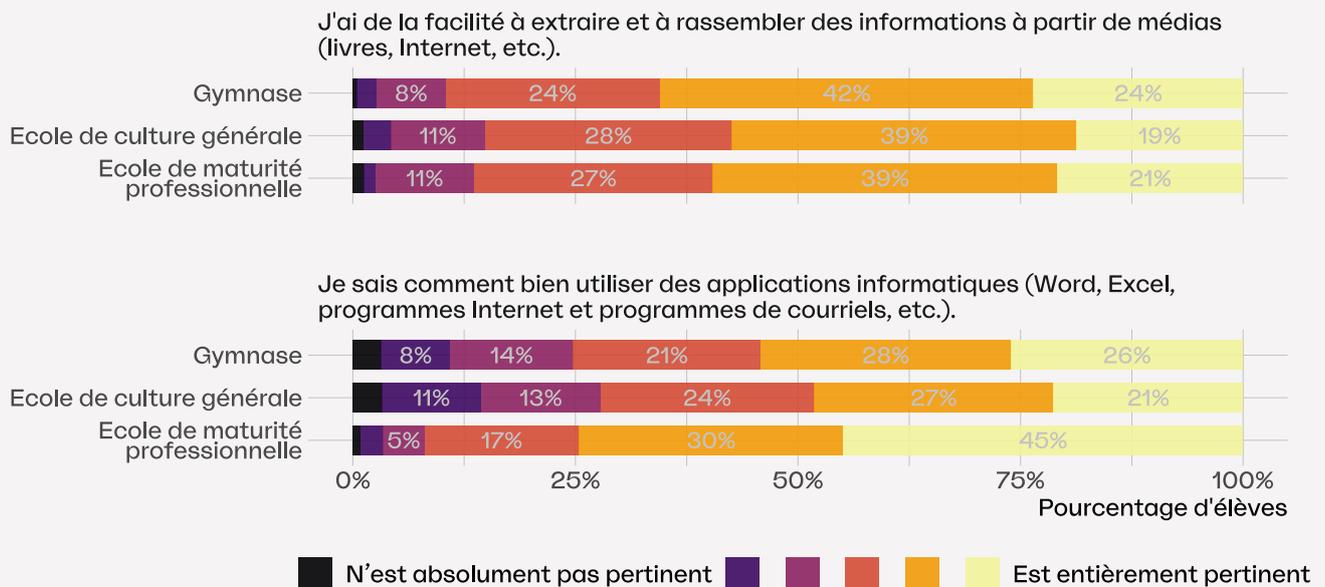
8.3.1 Efficacité

8.3.1.1 Capacités auto-évaluées dans l'utilisation de ressources numériques

À l'heure actuelle, une quantification valide des compétences numériques pour des élèves du degré secondaire II à l'échelle de toute la Suisse n'est pas possible. Dans le cadre des enquêtes standardisées réalisées auprès d'élèves de classes terminales par l'agence spécialisée IFES IPES, des élèves du dernier niveau d'année évaluent leurs capacités dans l'utilisation de contenus et applications numériques. Des informations provenant de ces sondages ne vont pas sans poser des problèmes. En effet, les écoles participantes ne proviennent pas de tous les cantons et se sont sélectionnées elles-mêmes dans l'échantillon – du moins dans quelques cantons. Dès lors, il n'est pas possible d'en déduire des énoncés valides sur la répartition des compétences auto-évaluées dans l'ensemble de la Suisse. De plus, il faut tenir compte du fait que des compétences auto-évaluées sont différentes de la capacité de performance effective (voir chapitre 5.8). Néanmoins, ces données offrent au minimum un premier point de repère pour la perception des élèves de leur auto-efficacité dans l'utilisation de ressources numériques dans certaines régions de la Suisse alémanique à la fin du degré secondaire II.

Des élèves de toutes les formes scolaires qui figurent dans l'échantillon ont tendance à qualifier de « bonnes » à « très bonnes » leurs compétences numériques (voir Graphique 90). Parmi les élèves de classes terminales interrogés en 2019 par l'agence spécialisée IFES IPES, neuf élèves sur dix déclarent « approuver » ou « plutôt approuver » l'énoncé suivant: « J'ai de la facilité à extraire des informations à partir de médias (livres, Internet, etc.) et à les regrouper. » En outre, huit élèves sur dix (gymnases et écoles de culture générale) et neuf élèves sur dix (écoles de maturité professionnelle) sont d'avis qu'ils sont en mesure de « bien utiliser » ou de « plutôt bien utiliser » des applications informatiques usuelles. Seul un très petit pourcentage d'élèves de classes terminales déclarent qu'ils ne possèdent absolument pas cette capacité.⁹⁷ Des élèves des écoles de maturité professionnelle ont tendance à évaluer à un niveau plus élevé leurs capacités d'utilisation des programmes informatiques usuels que des élèves d'autres types d'écoles. Toutefois, en raison des différentes compositions cantonales des échantillons, des comparaisons entre des types d'écoles ne sont possibles que de manière limitée. De plus, il serait peu clair de savoir si des auto-évaluations plus élevées se fondent sur des compétences plus élevées ou sur des surestimations plus élevées parmi les titulaires d'une maturité professionnelle.

⁹⁷ Seulement 1% des élèves déclarent que l'énoncé « J'ai de la facilité à extraire des informations à partir de médias (livres, Internet, etc.) et à les regrouper » n'est absolument pas pertinent pour eux. S'agissant de l'énoncé « Je suis capable de bien utiliser des applications informatiques (Word, Excel, programmes Internet et programmes de courriel, etc.) », c'est le cas pour environ 3% des élèves des gymnases et des écoles de culture générale, et pour 1% des élèves des écoles de maturité professionnelle.



Graphique 90: Compétences numériques auto-évaluées par des élèves d'écoles de culture générale et de gymnases en Suisse alémanique et au Tessin, par type d'école

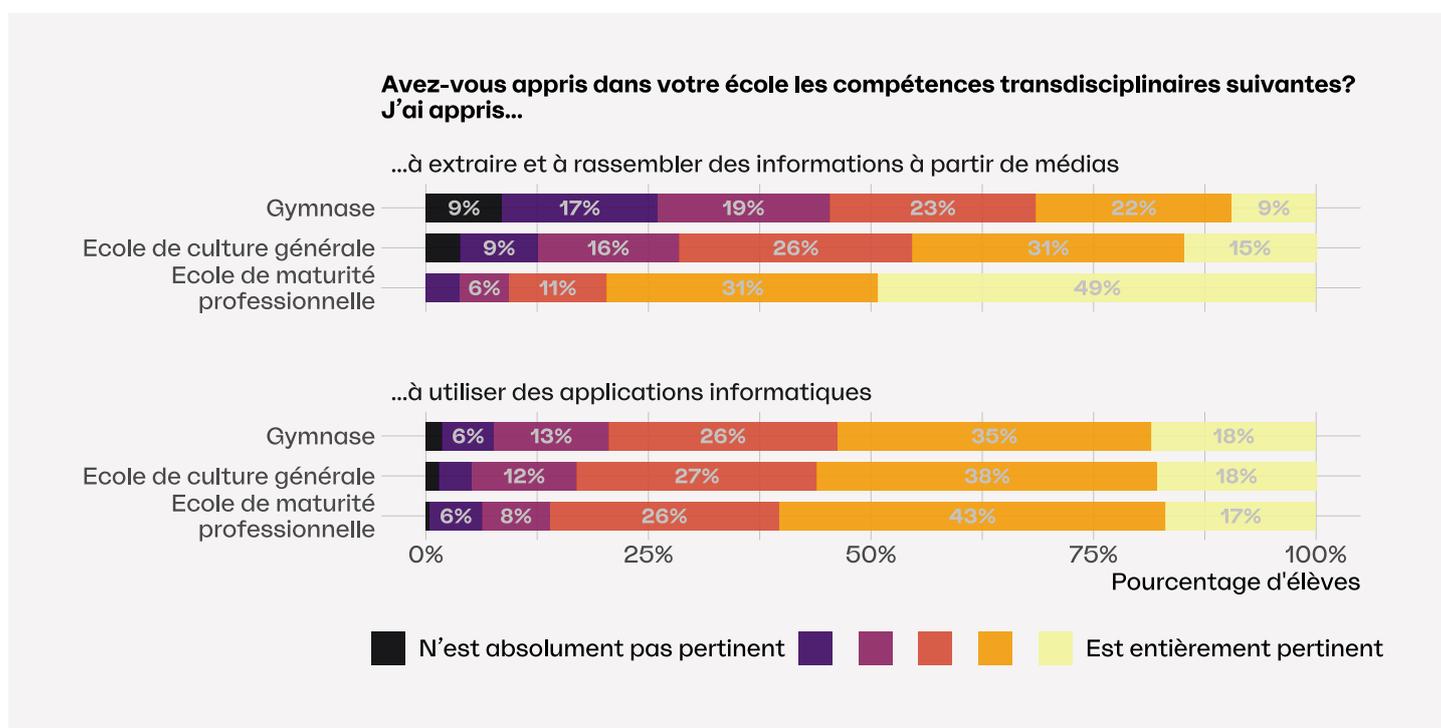
Remarques: propre présentation sur la base des données des enquêtes standardisées d'élèves de classes terminales 2019 de l'agence spécialisée IFES IPES (évaluation destinée au présent rapport). Pour garantir une meilleure lisibilité du graphique, les valeurs inférieures à 4% ne sont pas représentées. Les graphiques reposent sur des indications de 4593 élèves provenant de classes terminales des gymnases dans les cantons ZH, BE, LU, UR, SZ, ZG, SO, BS, AI, GR et dans la Principauté du Liechtenstein, de 672 élèves de classes terminales des écoles de culture générale dans les cantons BE, LU, ZG, SO, BS, GR, TG, ainsi que de 236 élèves de classes terminales d'écoles de maturité professionnelle, d'écoles de commerce, d'économie et d'informatique dans les cantons ZH, BE, LU, ZG, BS et TG. Les échelles de questionnaire n'ont été données que pour les deux valeurs marginales. L'enquête n'est pas représentative pour tous les cantons participants. En raison de la composition des échantillons, il n'est pas non plus possible d'en tirer des conclusions au sujet des compétences auto-évaluées d'élèves de classes terminales dans l'ensemble de la Suisse.

8.3.1.2 Acquisition de compétences numériques dans les écoles

Le fait que des élèves de classes terminales disposent de certaines compétences dans l'utilisation de ressources numériques ne signifie pas nécessairement qu'ils ont aussi acquis ces compétences dans le cadre de leur parcours scolaire. Ainsi, des enquêtes internationales montrent qu'au niveau du degré secondaire I, des compétences numériques sont généralement acquises hors de l'école (Fraillon, et al., 2014 ; Fraillon, et al., 2019a).

Si l'on demande à des élèves s'ils ont acquis des compétences numériques à l'école, on trouve toutefois un tableau plutôt positif (voir Graphique 91). Ainsi, des résultats des enquêtes standardisées auprès de diplômé-e-s par l'agence spécialisée IFES IPES montrent que pour 80 % d'anciens gymnasiens, d'élèves des écoles de culture générale et de titulaires de maturité professionnelle en Suisse alémanique, l'école joue un rôle important lors de l'acquisition de compétences spécifiques en matière de gestion des informations, p. ex. la capacité d'extraire des informations à partir de médias. Toutefois, le pourcentage d'élèves des écoles de formation générale qui déclarent « ne pas avoir appris » ou « plutôt ne pas

avoir appris » des compétences à l'école est entre deux fois et cinq fois élevé que le pourcentage d'élèves qui déclarent « ne pas disposer » ou « plutôt ne pas disposer » de certaines compétences dans le cadre des Enquêtes Standardisées réalisées auprès de classes terminales (voir Graphique 90).⁹⁸ D'anciennes gymnasiennes et d'anciens gymnasiens évaluent en particulier de manière critique la contribution de l'école à leur capacité d'utilisation des applications logicielles usuelles. Deux ans après l'obtention de la maturité, près de la moitié d'entre eux déclarent « plutôt ne pas approuver » l'énoncé suivant: « J'ai appris [à l'école] à utiliser des applications informatiques (Word, Excel, programmes Internet et programmes de courriels, etc.) ».

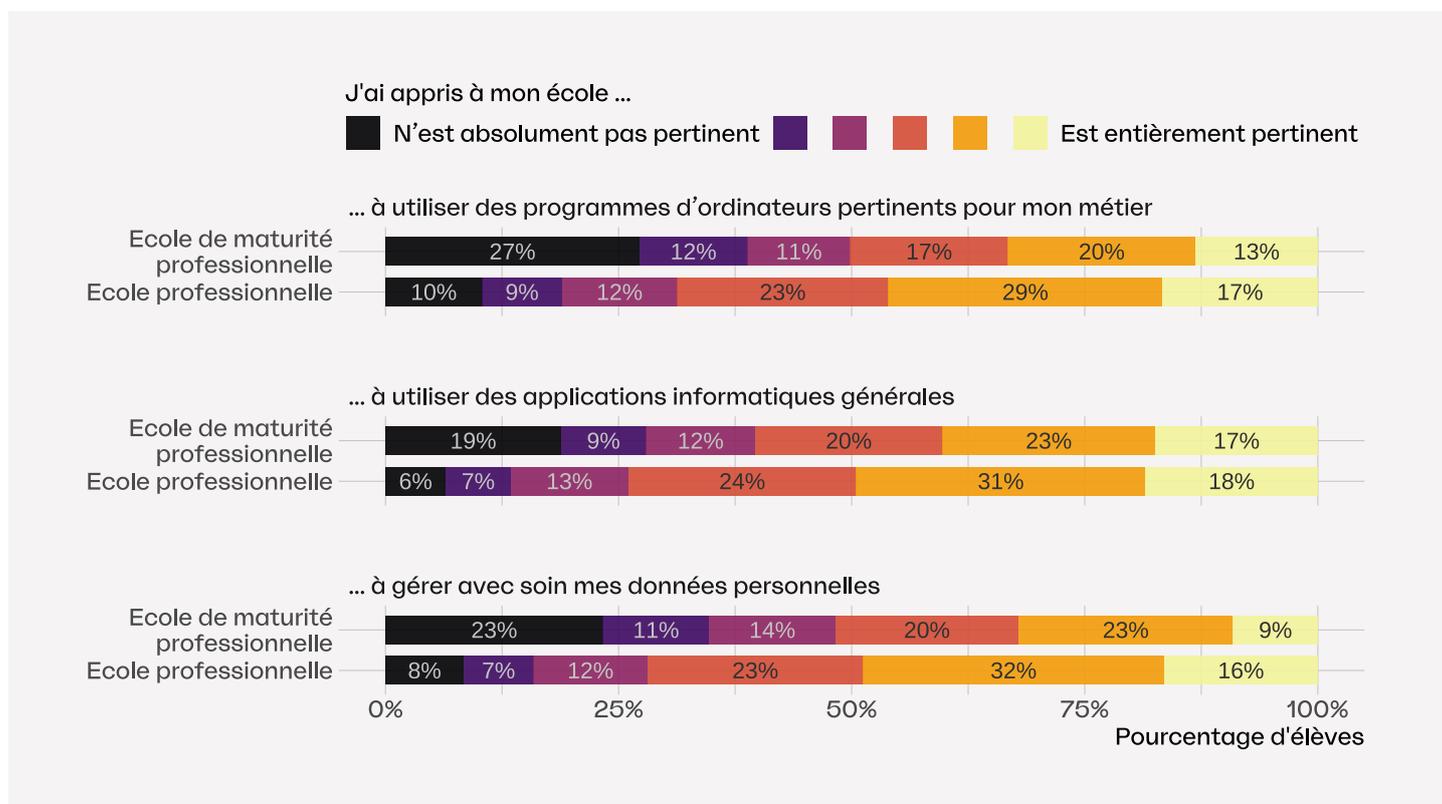


Graphique 91: Importance de l'école pour l'acquisition de compétences numériques par des élèves des écoles de culture générale et des gymnases en Suisse alémanique et au Tessin, par type d'école

Remarques: propre présentation sur la base des données des enquêtes standardisées auprès de diplômé-e-s 2018 de l'agence spécialisée IFES IPES (évaluation des données destinée au présent rapport). Pour garantir une meilleure lisibilité du graphique, les valeurs inférieures à 4% ne sont pas représentées. Les graphiques reposent sur des indications de 4537 titulaires de maturité provenant des cantons ZH, BE, LU, UR, SZ, OW, GL, ZG, SO, BS, BL, SG, GR, AG, TG, TI et de la Principauté du Liechtenstein, de 678 titulaires de maturité des écoles de culture générale provenant des cantons ZH, BE, LU, ZG, SO, BS, BL, SG, AG, TG, ainsi que de 237 titulaires de maturité professionnelle provenant des cantons ZH, BE, LU, ZG, BS, BL, SG, AG, TG. Les sondages ont été réalisés chaque fois deux ans après l'obtention du diplôme final. Les échelles de questionnaire n'ont été données que pour les deux valeurs marginales. Les enquêtes ne sont pas représentatives pour tous les cantons participants. En raison de la composition de l'échantillon, il n'est pas non plus possible d'en tirer des conclusions pour tous les gymnases, toutes les écoles de culture générale ou toutes les écoles professionnelles de Suisse.

⁹⁸ Il faut faire preuve de prudence lors de la comparaison des résultats entre l'enquête standardisée auprès d'élèves de classes terminales et celle réalisée auprès de diplômé-e-s. Ces deux enquêtes ont été mises en œuvre à des moments différents et n'ont pas été réalisées partout dans les mêmes cantons.

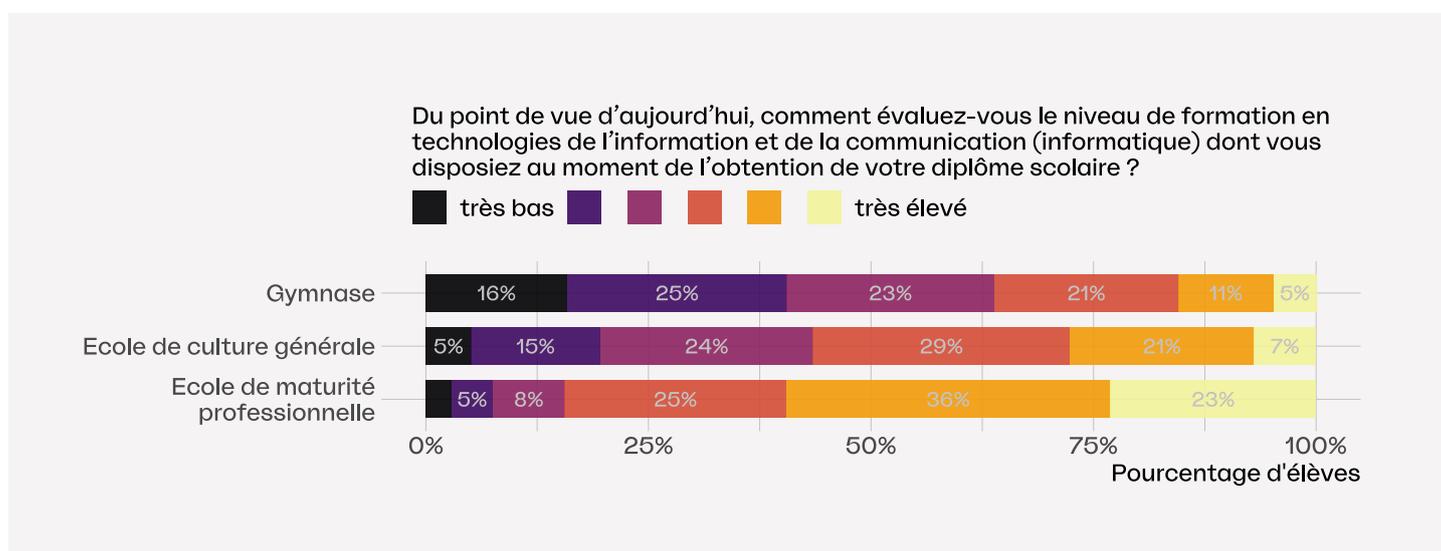
Des élèves de classes terminales d'écoles professionnelles qualifient généralement de « plutôt positive » la contribution de leur école à l'acquisition de compétences numériques. Près de 70 % des élèves de classes terminales d'écoles professionnelles déclarent « approuver » ou « plutôt approuver » l'énoncé selon lequel ils ont appris à l'école la gestion des données personnelles et leur utilisation avec des programmes d'ordinateurs pertinents pour leur métier ainsi que l'utilisation d'applications logicielles générales (voir Graphique 92). Parmi les élèves de classes terminales d'écoles de maturité professionnelle, c'est le cas pour 50 % d'entre eux.



Graphique 92: Importance de l'école pour l'acquisition de compétences numériques dans les écoles professionnelles

Remarques: propre présentation sur la base des données de l'enquête standardisée auprès d'élèves de classes terminales 2019 de l'agence spécialisée IFES IPES (évaluation destinée au présent rapport). Les graphiques reposent sur des indications d'entre 11'082 élèves (gestion des données personnelles) et 12'463 élèves (utilisation d'applications informatiques générales) de classes terminales d'écoles professionnelles des cantons ZH, BE, SZ, GL, SO, AR et GR, ainsi qu'entre 1553 élèves (utilisation de programmes d'ordinateurs pertinents pour leur métier) et 1790 élèves (utilisation d'applications informatiques générales) de classes terminales d'écoles de maturité professionnelle des cantons ZH, BE, SZ, GL, SO, AR, GR et de la Principauté du Liechtenstein. Les échelles de questionnaire n'ont été données que pour les deux valeurs marginales. Les enquêtes ne sont pas représentatives pour tous les cantons participants. En raison de la composition de l'échantillon, il n'est pas non plus possible d'en tirer des conclusions pour toutes les écoles professionnelles et toutes les écoles de maturité professionnelle de Suisse.

On observe des différences considérables entre les types d'écoles, également pour la discipline « Informatique » et pour les technologies de l'information et de la communication (TIC) (voir Graphique 93). Deux ans après terminé leur scolarité, des titulaires de maturité jugent de manière nettement plus critique leurs propres capacités en « Informatique » que les élèves de classes terminales d'écoles de maturité professionnelle et d'écoles de culture générale. Ainsi, 64 % des gymnasiennes et gymnasiens interrogés considèrent que leur niveau de formation en TIC à la fin de la scolarité est « plutôt bas », voire « très bas ». Parmi les élèves de classes terminales d'écoles de culture générale, près de 57 % des élèves interrogés trouvent en revanche que leur niveau de formation est « plutôt élevé » à « très élevé ». Parmi les titulaires de maturité professionnelle, c'est même le cas pour 84 % des élèves.

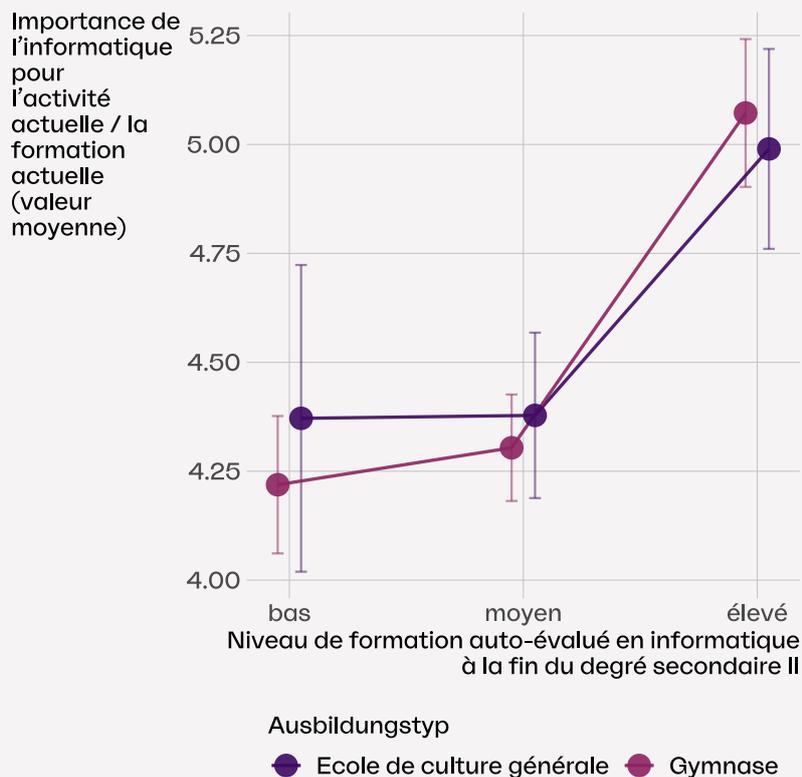


Graphique 93: Auto-évaluation du niveau de formation en informatique à la fin du degré secondaire II en Suisse alémanique et au Tessin, par type d'école

Remarques: propre présentation sur la base des données de l'enquête standardisée auprès de diplômé-e-s 2018 de l'agence spécialisée IFES IPES (évaluation des données destinée au présent rapport). Pour garantir une meilleure lisibilité du graphique, les catégories de réponses avec des pourcentages inférieurs à 5% ne sont pas représentées. Les graphiques reposent sur des données de 1986 titulaires de maturité d'écoles des cantons ZH, BE, LU, UR, SZ, OW, GL, ZG, SO, BS, BL, SG, GR, AG, TG, TI et de la Principauté du Liechtenstein, 531 élèves de classes terminales d'écoles de culture générale dans les cantons ZH, BE, LU, ZG, SO, BS, BL, SG, AG, TG, ainsi que de 173 titulaires de maturité professionnelle des cantons ZH, BE, LU, ZG, BS, SG, AG et TG. Seules ont été prises en compte les personnes qui ont suivi à l'école la discipline « Technologies de l'information et de la communication » ou « Informatique ». Les enquêtes ont été réalisées chaque fois deux ans après la fin de la scolarité. Les échelles de questionnaire n'ont été données que pour les deux valeurs marginales. Les enquêtes ne sont représentatives pour tous les cantons participants. En raison de la composition de l'échantillon, il n'est pas non plus possible d'en tirer des conclusions pour tous les gymnases, toutes les écoles de culture générale ou toutes les écoles de maturité professionnelle de Suisse.

Le nombre comparativement faible de gymnasiennes et gymnasiens ayant un niveau de perception élevé de leur auto-efficacité dans la discipline « Informatique » ne va pas sans poser de problèmes, puisque la perception du niveau de formation, c.-à-d. l'auto-évaluation de ses propres capacités à la fin de la période de scolarité influence de manière générale le choix de la formation plus avancée ultérieure y. c. le choix du métier dans les disciplines techniques (voir Tripney, et al., 2010), et dans les sciences informatiques et les technologies de l'information en particulier (McInerney, et al., 2006 ; Cohen & Parsotam, 2010 ; Lenox, Jesse, & Woratschek, 2012 ; Google, 2014 ; Säde, et al., 2019). On constate également dans les données de l'enquête standardisées auprès de diplômé-e-s une relation entre l'évaluation moyenne de ses propres capacités en informatique à la fin du degré secondaire II, et l'importance accordée aux compétences spécialisées en informatique pour l'activité ou la formation concernées deux ans après la fin de la scolarité (voir Graphique 94). Pour les deux types d'écoles pris en compte⁹⁹, l'importance des compétences en informatique pour l'activité ou la formation concernées deux ans après la fin de la scolarité augmente avec l'évaluation de ses propres capacités en informatique à la fin de la scolarité. Toutefois, des écarts sont élevés au sein des groupes de compétences individuels. Les différences moyennes entre les groupes de compétences se situent dans les limites d'un écart-type entre les valeurs moyennes des groupes respectifs.

99 En raison du faible nombre de cas, les résultats pour les écoles de maturité professionnelle ne sont pas pris en compte dans la présente évaluation.



Graphique 94: Relation entre l'auto-évaluation des capacités en informatique à la fin de la scolarité et la pertinence de l'informatique pour le métier et la formation ultérieure, par type d'école

Remarques: propre présentation sur la base des données de l'enquête standardisée auprès des diplômé-e-s 2018 de l'agence spécialisée IFES IPES (évaluation destinée au présent rapport). Les points du graphique illustrent les valeurs moyennes par groupe de compétences ; les tirets reflètent l'intervalle de confiance de 95 % de la valeur moyenne. Pour garantir une meilleure lisibilité du graphique, les valeurs de l'auto-évaluation du niveau de formation en informatique (axe horizontal) pour les deux types d'écoles ont été représentées de manière légèrement décalée. Mais elles se réfèrent à des valeurs identiques. Les graphiques reposent sur des indications de 1166 titulaires de maturité d'écoles des cantons ZH, BE, LU, UR, SZ, OW, GL, ZG, SO, BS, BL, SG, GR, AG, TG, TI et de la Principauté du Liechtenstein, ainsi que de 487 élèves de classes terminales d'écoles de culture générale dans les cantons ZH, BE, LU, ZG, SO, BS, BL, SG, AG, TG. Seules ont été prises en compte les personnes qui ont suivi au degré secondaire la discipline « Technologies de l'information et de la communication » ou « Informatique ». Les sondages ont été réalisés chaque fois deux ans après la fin de la scolarité. Les échelles de questionnaire n'ont été données que pour les deux valeurs marginales (1 = « très bas », 6 = « très élevé »). Les enquêtes ne sont pas représentatives pour tous les cantons participants. En raison de la composition de l'échantillon, il n'est pas non plus possible d'en tirer des conclusions pour tous les gymnases et pour toutes les écoles de culture générale de Suisse.

Exemple de lecture: les personnes qui exercent une profession ou qui suivent une formation tertiaire où l'importance de l'informatique est faible attribuent à leur niveau de formation à la fin du gymnase, resp. à la fin de l'école de culture générale une note moyenne de 4,2, resp. de 4,4 sur une échelle allant de 1 (« pas du tout important ») à 6 (« très important »). Il s'agit de 0,5 point d'échelle (écoles de culture générale) à 0,8 point d'échelle (gymnases) de moins que la moyenne des personnes qui exercent une activité ou suivent une formation qui accorde une grande importance aux connaissances en informatique.

8.3.2 Efficience

Une évaluation de l'efficience du recours aux ressources numériques au degré secondaire II n'est pas possible dans le cadre du présent rapport. D'une part, parce que des mesures valides de l'effet causal de l'utilisation de ressources numériques sur la qualité de l'enseignement et les performances d'apprentissage font défaut (voir chapitre 8.3.1). D'autre part, parce qu'on ne dispose d'aucune information fiable sur les dépenses financières et matérielles consacrées à ces ressources (voir chapitre 3.5.3) qui pourraient être mises en relation avec des effets mesurés.

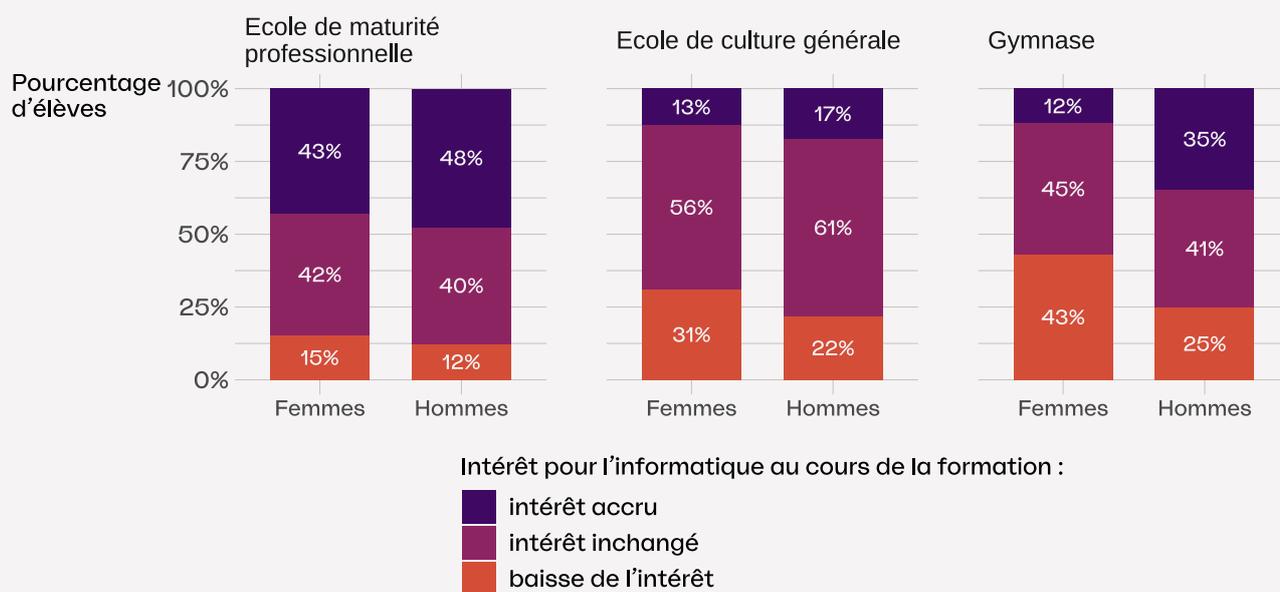
8.3.3 Équité

8.3.3.1 Évolution sexospécifique de l'intérêt pour l'informatique tout au long du parcours scolaire

L'étude de l'évolution et de la promotion de l'intérêt des enfants et des adolescents pour l'informatique et pour d'autres disciplines MINT constitue une demande déterminante des objectifs communs en matière de politique d'éducation et de formation de la Confédération et des cantons (DEFR & CDIP, 2015 ; 2019). Dès lors, la question de savoir dans quelle mesure on peut réussir à renforcer et à développer encore cet intérêt sur l'ensemble de la période de scolarité est une question de grande importance.

Si l'on considère les résultats des Enquêtes Standardisées réalisées auprès de classes terminales par l'agence spécialisée IFES IPES, on constate, en particulier au gymnase, de nettes différences sexospécifiques dans l'évolution de l'intérêt des élèves tout au long de la période de scolarité du degré secondaire II. Alors que pour plus d'un tiers des gymnasiens, l'intérêt pour l'informatique augmente au fil des années, ce constat n'est valable que pour une gymnasienne sur dix. Dans le même temps, l'intérêt pour l'informatique parmi les gymnasiennes au cours des études gymnasiales diminue nettement plus fortement que parmi les gymnasiens (voir Graphique 95). Dès lors, la discipline « Technologies de l'information et de la communication » ou « Informatique » est la discipline présentant la plus forte polarisation des intérêts sexospécifiques au gymnase (voir Graphique 96). À partir de ces données, on ne saurait toutefois en déduire les raisons pour lesquelles on constate une telle polarisation des intérêts sexospécifique. Jusqu'à présent, la littérature scientifique internationale ne fournit pas non plus d'explication claire pour la relation entre le sexe et l'intérêt pour les technologies de l'information et de la communication, même si l'existence de ces différences est bien documentée (Gebhardt, et al., 2019). Il existe des indications selon lesquelles la technique en général, et les technologies numériques en particulier,

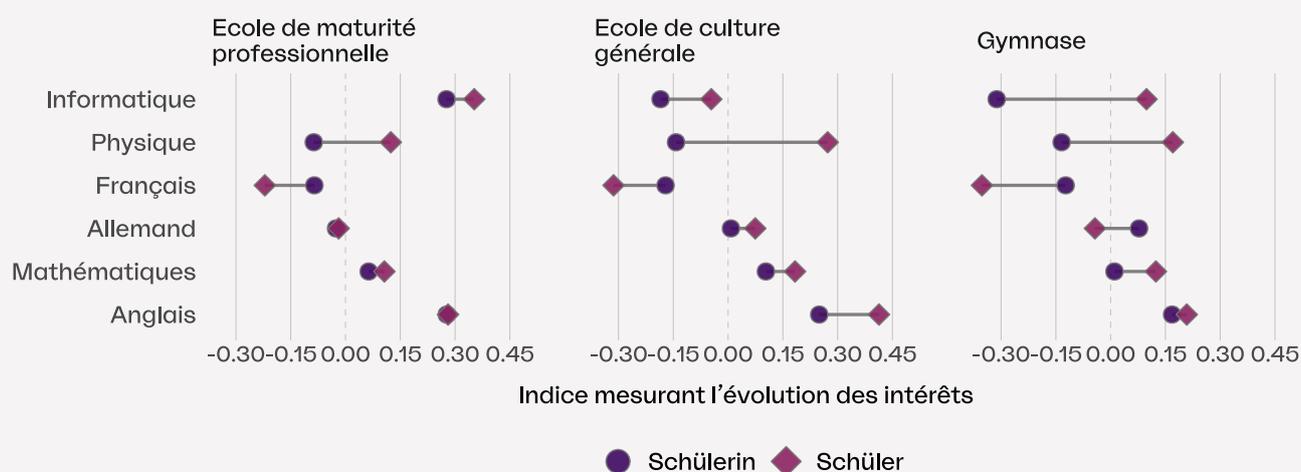
sont perçues de manière stéréotypée comme des domaines typiquement masculins (Cheryan, et al., 2013 ; Fleischmann, et al., 2016), et que ces stéréotypes peuvent influencer négativement le développement des intérêts des élèves filles (Koch, Müller, & Sieverding, 2008 ; Master, Cheryan, & Meltzoff, 2016). Toutefois, tant la diffusion de stéréotypes négatifs que leur importance pour le développement de l'intérêt sexospécifique pour les technologies numériques sont des thèmes contestés. Ainsi, des enquêtes provenant de la Suisse et de l'étranger montrent que les élèves filles et les élèves garçons évaluent de manière similaire des compétences informatiques élevées, indépendamment du sexe de la personne compétente (Botturi, Bramani, & McCusker, 2012 ; Sáinz, Meneses, López, & Fàbregues, 2016). En outre, une enquête plus récente réalisée auprès de 5500 adolescents allemands âgés de 15 à 18 ans ne constate aucune influence de stéréotypes sexospécifiques sur le développement de compétences numériques auto-évaluées ou mesurées (Gnambs, 2021). Le plaisir à utiliser des technologies numériques pour l'apprentissage semble aussi être tout aussi largement répandu auprès des élèves suisses, filles et garçons (voir chapitre 5.1).



Graphique 95: Évolution de l'intérêt pour l'informatique au cours du degré secondaire II, par type de classe et par sexe

Remarques: propre présentation sur la base de données de l'enquête standardisée auprès des classes terminales 2019 de l'agence spécialisée IFES IPES (évaluation destinée au présent rapport). Les graphiques reposent sur des indications de 886 gymnasiens et de 1016 gymnasiennes des cantons ZH, BE, UR, ZG, SO, BS, AI, GR, TG et de la Principauté du Liechtenstein, de 87 élèves garçons et de 373 élèves filles de classes terminales d'écoles de culture générale dans les cantons BE, ZG, SO, BS, GR et TG, ainsi que de 227 élèves garçons et de 170 élèves filles de classes terminales d'écoles de maturité professionnelle dans les cantons ZH, BE, ZG, BS et TG. Seules ont été prises en compte les personnes qui ont suivi au degré secondaire II la discipline « Technologies de l'information et de la communication » ou « Informatique » ou « Information et communication ». Les enquêtes ne sont pas représentatives pour tous les cantons participants. En raison de la composition de l'échantillon, il n'est pas non plus possible d'en tirer des conclusions pour tous les gymnases, toutes les écoles de culture générale et toutes les écoles de maturité professionnelle de Suisse.

On peut constater également dans les autres types d'écoles du degré secondaire II une différenciation sexospécifique des intérêts. Toutefois, dans ces autres types d'écoles, elle est nettement moins marquée que dans les gymnases, en particulier dans l'informatique. Cette différence pourrait être due au fait que des différences d'intérêts sexospécifiques se manifestent déjà lors du choix du domaine professionnel, raison pour laquelle un changement supplémentaire de ces intérêts faisant suite à ce choix s'avère moins important.



Graphique 96: Évolution des intérêts au degré secondaire II par type de classe, par discipline et par sexe

Remarques: propre présentation sur la base des données des Enquêtes Standardisées réalisées auprès de classes terminales 2019 de l'agence spécialisée IFES IPES (évaluation destinée au présent rapport). Les points du graphique illustrent l'indice d'évolution des intérêts selon le domaine spécialisé, subdivisé de manière séparée selon qu'il s'agit d'élèves filles ou d'élèves garçons. Les points qui sont situés en zone positive (à droite de la ligne en pointillé) signifient que l'intérêt pour un domaine spécialisé a davantage augmenté que diminué au cours de la période de scolarité pour davantage de personnes. Les points qui se trouvent dans la zone négative signifient qu'il y a davantage de personnes interrogées qui font état d'une diminution que d'une augmentation de l'intérêt pour un domaine spécialisé. Les différences dans l'évolution des intérêts des élèves au fil du temps (ou différenciation des intérêts) sont représentées par l'intervalle horizontal entre les deux points. Les domaines spécialisés sont classés par ordre décroissant de la différenciation des intérêts au gymnase. Le nombre des observations varie en fonction du sexe, du domaine spécialisé, et du type d'école. Ont été interrogés des gymnasiennes et des gymnasiens provenant des cantons ZH, BE, UR, ZG, SO, BS, AI, GR, TG et de la Principauté du Liechtenstein, des élèves d'écoles de culture générale dans les cantons BE, ZG, SO, BS, GR et TG, ainsi que des élèves d'écoles de maturité professionnelle dans les cantons ZH, BE, ZG, BS et TG. Seules ont été prises en compte les personnes qui ont suivi au degré secondaire la discipline concernée. Les enquêtes ne sont pas représentatives pour tous les cantons participants. En raison de la composition de l'échantillon, il n'est pas non plus possible d'en tirer des conclusions pour tous les gymnases et toutes les écoles de culture générale de Suisse.

Exemple de lecture: parmi les élèves du gymnase, l'indice d'évolution des intérêts en informatique s'élève à 0,1. Cela signifie que le pourcentage d'élèves du gymnase qui font état d'un intérêt grandissant pour l'informatique dépasse de 10 % le pourcentage d'élèves du gymnase qui déclarent un intérêt faiblissant pour cette même discipline. Chez les élèves filles du gymnase, l'indice d'évolution des intérêts en informatique est de -0,31. Cela signifie que le pourcentage des élèves filles du gymnase qui font état d'un intérêt faiblissant pour l'informatique dépasse de 31 % le pourcentage des élèves filles du gymnase qui font part d'un intérêt grandissant pour cette discipline (voir Graphique 95). L'intérêt des élèves des deux sexes du gymnase pour la langue française a diminué au fil des études. Toutefois, parmi les élèves garçons du gymnase (indice d'évolution des intérêts: -0,27), cette diminution de l'intérêt pour la langue française est nettement plus forte que parmi les élèves filles du gymnase (indice d'évolution des intérêts: -0,12).

Pour nuancer ce qui précède, lorsqu'on étudie ces résultats, il faudrait toutefois tenir compte du fait que les informations ayant fait l'objet des questions du sondage ne se rapportent qu'au changement des intérêts au fil du temps, et qu'elles ne contiennent aucune indication sur l'ampleur des intérêts au début ou à la fin de la formation. Dès lors, elles ne fournissent des renseignements que sur la manière dont les intérêts changent au cours du degré secondaire II selon qu'il s'agit d'élèves filles ou d'élèves garçons.¹⁰⁰ Mais les différences constatées dans l'évolution des intérêts correspondent parfaitement aux différences trouvées dans les études de préférences sexospécifiques (voir CSRE, 2018, p. 222). En outre, il faudrait aussi prendre en compte le fait que les enquêtes de l'agence spécialisée IFES IPES, en raison de l'auto-sélection des écoles et des cantons dans l'échantillon (voir Annexe B), ne permettent de formuler aucun énoncé fiable sur l'évolution des intérêts pour l'ensemble de la Suisse.

100 Ainsi, il serait du moins théoriquement possible que, malgré les évolutions observables, l'intérêt pour l'informatique à la fin du degré secondaire II soit plus important parmi les élèves filles que parmi les élèves garçons.

9 Effets cumulatifs

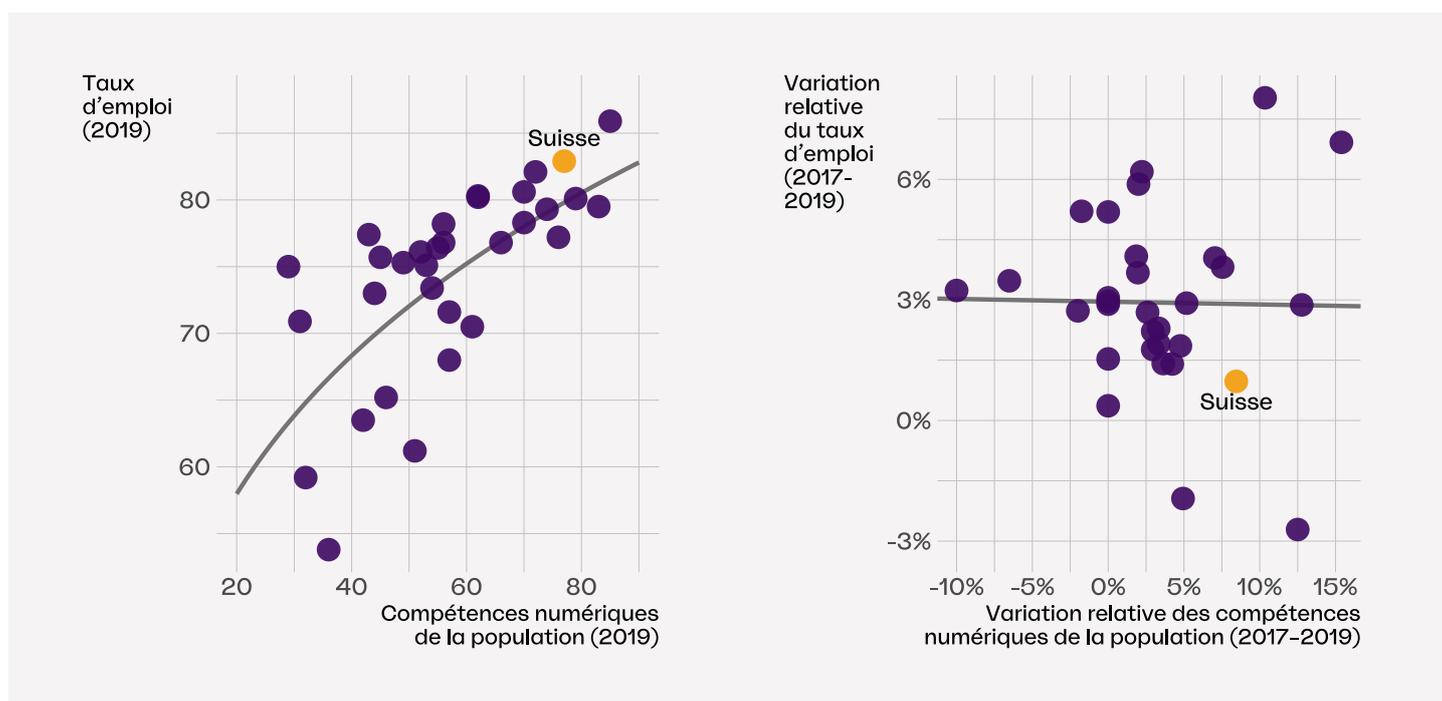
9.1	Les avantages financiers des compétences numériques	270
9.2	Avantages non financiers des compétences numériques	278

Dans le monitoring de l'éducation en Suisse, on a coutume de désigner par l'expression « effets cumulatifs » les avantages de l'éducation et de l'acquisition de compétences qui ont des résultats (« outcomes ») sur des situations de fait situées hors du système éducatif, p. ex. un impact sur le revenu, l'espérance de vie, la satisfaction dans la vie et la santé (voir CSRE, 2007 ; 2018: chapitre 3.3.4). Par analogie avec ce qui précède, dans le présent chapitre, nous mettons surtout en lumière les avantages privés que l'on peut retirer des compétences numériques. Dans les lignes qui suivent, le concept de « compétences numériques » est intentionnellement défini au sens large. Il va des compétences techniques en matière d'utilisation d'applications et outils numériques aux compétences spécifiques en matière de médias, p. ex. la capacité de trouver des informations sur l'Internet, de les classer et de les restituer correctement (voir chapitre 3.3.2). Les avantages retirés de ces compétences peuvent être tant de nature financière (p. ex. un impact sur le revenu) et non financière (p. ex. un impact sur la santé). Au niveau sociétal, outre les effets agrégés des avantages individuels, p. ex. une plus grande prospérité économique consécutive à un revenu plus élevé, on constate également leurs implications pour le bon fonctionnement de l'économie et des collectivités publiques. Une augmentation des recettes fiscales, un recul du taux de chômage ou l'amélioration de la compétitivité en sont des exemples.

Mais mesurer la contribution causale des compétences numériques à la prospérité et au bien-être des personnes n'est pas anodin (voir aussi Hanushek, et al., 2015 ; Hampf, Wiederhold, & Woessmann, 2017). Premièrement, dans la littérature scientifique, on recourt à différents concepts et constructions définissant les compétences numériques qui comprennent différentes capacités, par exemple être en mesure d'écrire des lignes de code de programmation informatique ou être capable d'évaluer des informations trouvées sur l'Internet. Dès lors, ces capacités ne sont pas nécessairement comparables (voir chapitre 3.3.2). Deuxièmement, il n'est possible de mesurer empiriquement que par approximation certaines compétences effectives,¹⁰¹ de sorte qu'il existe nécessairement un écart entre les compétences mesurées et les compétences effectives (voir chapitre 5.8). Troisièmement, en règle générale, les personnes à niveau élevé de compétences et celles qui ont un bas niveau de compétences se distinguent encore par d'autres

101 Les compétences décrivent des caractéristiques intrinsèques et abstraites que la porteuse ou le porteur de compétences n'est pas en mesure de saisir avec précision, et qui ne peuvent pas non plus être saisies avec exactitude par des tiers. En lieu et place d'une saisie précise, elles font donc l'objet de méthodes de tests empiriques. Mais ces méthodes ne sont pas exemptes d'erreurs, de sorte qu'elles entraînent des écarts aléatoires entre les compétences mesurées et les compétences effectives (voir Hanushek, Schwerdt, Wiederhold, & Woessmann, 2015). Tant les auto-évaluations basées sur des questionnaires que des tests basés sur des performances sont exposés à cette forme d'erreurs de mesure aléatoires. Si des erreurs de mesure aléatoires ne sont pas corrigées statistiquement, elles peuvent donner lieu à une sous-estimation de l'effet causal des compétences numériques sur la prospérité et le bien-être. De plus, des mesures réalisées au moyen d'auto-évaluations basées sur des questionnaires sont déformées par des erreurs systématiques non aléatoires (voir chapitre 5.8).

caractéristiques qui ne peuvent pas forcément être observées. Par exemple, des personnes qui possèdent un niveau élevé de compétences spécifiques aux ordinateurs disposent aussi de hautes capacités ou d'une grande intelligence en mathématiques (Hampf, Wiederhold, & Woessmann, 2017). Or ces deux caractéristiques déploient aussi des effets positifs sur le succès des personnes concernées sur le marché du travail et sur leur comportement de santé (Gottfredson & Deary, 2004; Wraw, et al., 2018; Lin, Lutter, & Ruhm, 2018). Partant, des différences observables en matière d'« outcomes » entre des personnes à niveau élevé et à bas niveau de compétences numériques peuvent être le fruit d'une combinaison de nombreuses caractéristiques différentes. Quatrièmement, des « outcomes » peuvent avoir une influence sur des compétences numériques. Par exemple, des personnes en bonne santé pourraient avoir plutôt tendance à disposer d'énergie et de temps pour acquérir des compétences numériques. Des personnes mieux payées peuvent aussi avoir tendance à plutôt dépenser leur argent pour une formation continue professionnelle dans le domaine des TIC.



Graphique 97: Taux d'emploi et auto-évaluation des compétences numériques de la population dans son ensemble
 Remarques: propre présentation sur la base de données d'Eurostat. Le graphique de gauche illustre le taux d'emploi et le niveau des compétences numériques de la population en 2019. Le graphique de droite reflète la variation de ces deux statistiques entre 2017 et 2019. Les lignes grises représentent l'estimation de la relation linéaire sur la base de régressions bivariées (niveau: $R^2=0,42$, variation relative: $R^2=0,01$) des valeurs logarithmiques. Le taux d'emploi décrit le pourcentage de la population âgée de 20 à 64 ans qui exerce un travail axé sur une activité lucrative (qu'il s'agisse d'employés ou de travailleurs indépendants) à temps partiel ou à plein temps. Les compétences numériques de la population décrivent le pourcentage de membres de la population âgée de 16 à 74 ans qui déclarent posséder au minimum des compétences de base dans l'utilisation d'appareils et applications numériques lors de la recherche, de la manipulation et de la restitution d'informations ainsi que lors de la résolution de problèmes techniques (voir Eurostat, 2019a)

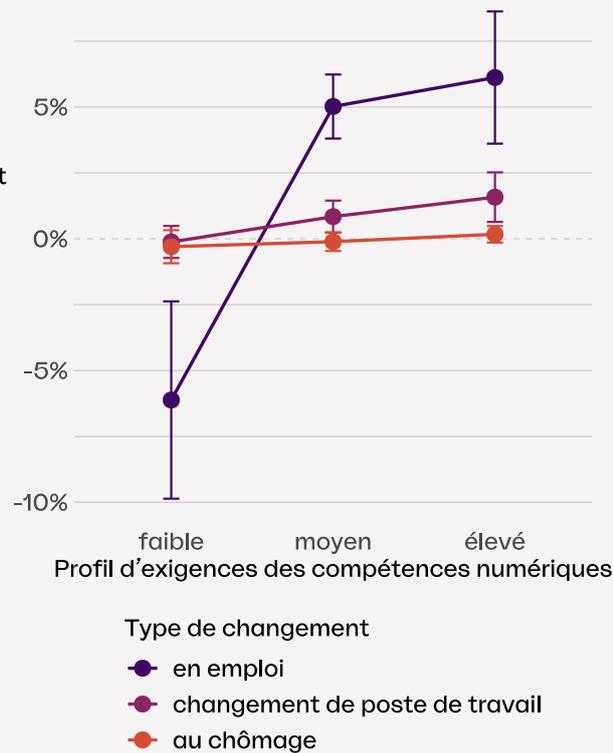
Le problème des relations de pseudo-corrélation est aussi observable au niveau macro. Ainsi, sur le plan national, on constate une relation marquée entre les compétences numériques de la population et le taux d'emploi (Bejaković & Mrnjavac, 2020 ; Graphique 97, panel de gauche). Cette relation disparaît toutefois lorsqu'en lieu et place de ces niveaux, on considère les variations au fil du temps du taux d'emploi et celles des compétences numériques (Graphique 97, panel de droite). Cela parle en faveur de l'idée selon laquelle des facteurs non pris en compte (p. ex. le niveau général de formation de la population) peuvent déformer considérablement la relation bivariée entre les résultats sur le marché du travail et les compétences numériques au niveau agrégé.¹⁰²

9.1 Les avantages financiers des compétences numériques

Les avantages de nature financière des compétences numériques sur le plan individuel concernent non seulement des facteurs pertinents pour le marché du travail comme le risque de chômage, le temps de travail fourni ou le salaire réalisé par unité de temps, mais ils concernent surtout la possibilité de générer des rentes de consommateurs supplémentaires résultant de la croissance considérable en offres d'informations et de produits disponibles sur l'Internet.

102 Dès lors qu'en cas de taux d'emploi élevé, des améliorations supplémentaires du niveau de compétences ne peuvent guère contribuer théoriquement à une nouvelle amélioration du taux d'emploi, des corrélations négatives entre la croissance du taux d'emploi et la croissance du niveau général des compétences sont aussi explicables de manière purement formelle. Toutefois, on constate une corrélation négative non significative entre la croissance du niveau des compétences et la croissance du taux d'emploi même lorsqu'on contrôle à titre supplémentaire pour le taux d'emploi en 2017, ou lorsqu'on tient compte que les pays figurant dans la moitié inférieure de la distribution de l'emploi.

Effet d'une augmentation de 10% des compétences numériques sur le taux de probabilité d'un changement de poste



Graphique 98: Compétences numériques et transitions vers le marché du travail

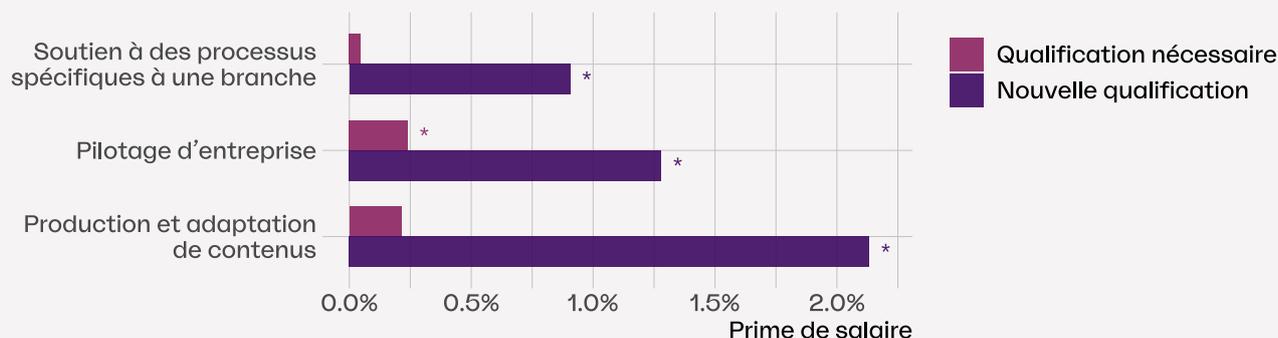
Remarques: propre présentation sur la base des résultats de Pichler & Stehrer (2021, pp. 22 ss.). Les points du graphique représentent les effets marginaux d'un modèle de probabilité linéaire qui contrôle à titre supplémentaire des caractéristiques sociodémographiques et des caractéristiques spécifiques au marché du travail. Les tirets reflètent l'intervalle de confiance de 95% de ces effets. Les compétences numériques des personnes et les exigences numériques posées aux métiers sont évaluées sur la base des enquêtes PIAAC. Les transitions du marché du travail sont observées dans le Survey of Income and Living Conditions. Les résultats tiennent compte de données provenant de neuf pays membres de l'UE et du Royaume-Uni.

Exemple de lecture: une augmentation de 10% des compétences numériques réduit de 6,1% la probabilité pour un chômeur de trouver un poste de travail dans des métiers comportant de faibles exigences en matière de compétences numériques. En revanche, dans des métiers ayant des exigences élevées en la matière, une augmentation de 10% des compétences numériques accroît de 6,1% la probabilité de trouver un emploi.

9.1.1 Activité lucrative et salaires

À ce jour, des enquêtes existantes sur la relation entre les compétences numériques et la participation au marché du travail fournissent un tableau non uniforme de la situation. Notamment dans des pays moins développés, quelques enquêtes montrent que déjà un faible niveau de connaissances dans l'utilisation des technologies numériques va de pair avec une plus forte participation au marché du travail et une diminution du chômage (p. ex. Walton, Putnam, Johnson, & Kolko, 2009 ; Atasoy, Banker, & Pavlou, 2021). Toutefois, il n'est souvent pas clair de savoir si cette relation résulte du fait que des personnes disposant d'un niveau plus élevé de connaissances ont plutôt tendance à trouver un emploi, ou si des personnes sont formées dans le cadre de leur activité professionnelle et, pour cette raison, disposent de compétences plus élevées.

Une étude longitudinale actuelle réalisée sur la base du Survey of Income and Living Conditions dans des pays de l'Union européenne constate également un taux de chômage plus élevé parmi les personnes ayant de plus faibles compétences numériques (Pichler & Stehrer, 2021). Parallèlement, cette étude montre que des connaissances plus élevées dans l'utilisation de technologies numériques ne protègent certes pas les personnes concernées contre une perte d'emploi, mais que des chômeurs qui possèdent des compétences numériques plus élevées ont plutôt tendance à retrouver un emploi. De manière générale, il semble aussi que des personnes qui ont des compétences numériques plus élevées ont davantage de chances sur le marché du travail, ce qui se traduit par une probabilité significativement plus élevée de changer d'emploi. Dans ce contexte – ce qui est peu surprenant – c'est le profil d'exigences du métier qui est décisif: plus les capacités numériques sont importantes pour exécuter des tâches d'un métier donné, plus l'effet des compétences numériques élevées est important sur la probabilité de trouver un nouvel emploi dans ce métier (voir Graphique 99). Les résultats reposent sur des observations concernant les transitions sur le marché du travail. Il faut partir du principe que l'effet négatif des compétences numériques plus élevées sur la probabilité de trouver un emploi dans des emplois à faibles exigences en matière de compétences numériques doit être expliqué en priorité par la sélection des chercheurs d'emploi qui porte sur des postes dont les exigences correspondent à leur niveau de qualification.



Graphique 99: Prime de salaire pour des compétences d'utilisation numériques par profil de qualification

Remarques: propre présentation sur la base des résultats de Buchmann, Buchs, & Gnehm (2020a, pp. 476 ss.) pour les années 2015 à 2017. Les barres du graphique illustrent les primes de salaire (relativement au salaire horaire suisse médian en 2016) pour une augmentation d'un écart-type de la demande d'une compétence donnée pour des métiers où ces compétences font partie d'un profil de qualification bien établi (barres de gauche) et pour les métiers pour lesquels cette compétence est nouvelle (barre de droite). La demande pour une compétence donnée est mesurée via le pourcentage des annonces d'emplois parues dans le Swiss Job Market Monitor de l'Université de Zurich qui exige cette compétence des candidates et des candidats. Les compétences représentées dans le graphique se rapportent aux tâches suivantes (voir Buchmann, Buchs, & Gnehm, 2020b):

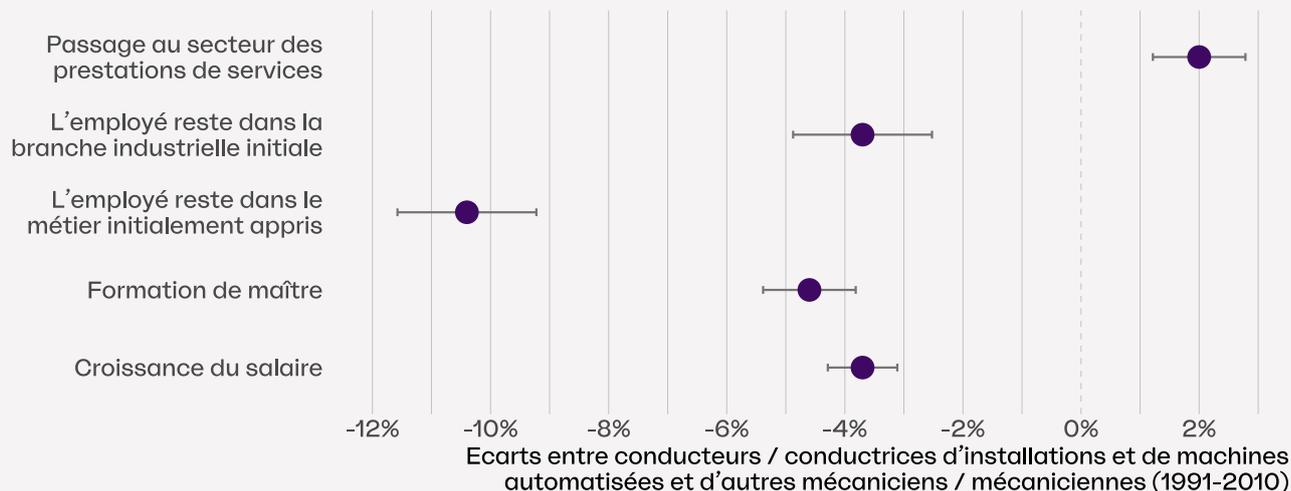
- Création et adaptation de contenus: compétences d'utilisation de programmes de création et de traitement de contenus comme les applications Office ou programmes de traitement d'images.
- Pilotage d'entreprises: compétences d'utilisation de programmes de pilotage d'entreprises en matière de finances, comptabilité, gestion des stocks ou ressources humaines.
- Soutien aux processus spécifiques à la branche: compétences d'utilisation de programmes de soutien à des tâches spécifiques à la branche et à des procédures de travail telles que CAD, CNC ou banque de données de patients.

Les compétences numériques ont aussi une influence positive sur le revenu lucratif réalisé. Ainsi, des études basées sur les enquêtes PIAAC¹⁰³ montrent qu'une augmentation des compétences numériques va de pair avec un écart-type correspondant à un avantage salarial supplémentaire d'environ 8 % pour les employés. (Hampf, Wiederhold, & Woessmann, 2017 ; Grundke, et al., 2018 ; Falck, Heimisch-Roecker, & Wiederhold, 2020). Mais quelques études constatent même des effets plus élevés. Selon une étude provenant d'Allemagne, une augmentation des compétences numériques peut donner lieu à un écart-type correspondant à une augmentation du salaire horaire pouvant aller jusqu'à 50 % (Falck, Heimisch-Roecker, & Wiederhold, 2020). Mais ces rendements importants résultent en priorité du fait que des personnes possédant des compétences numériques élevées choisissent des métiers qui comportent un fort pourcentage de tâches abs-traites non répétitives. Ces métiers présentent un niveau salarial supérieur à la moyenne.

103 Des compétences numériques – telles que définies au sens de compétences « using digital technology, communication tools and networks to acquire and evaluate information, communicate with others and perform practical tasks » et « problem-solving in a technology-rich environment » - (OECD, 2012, p. 47) sont mesurées de manière standardisée dans le cadre des enquêtes PIAAC relatives à la résolution de tâches axées sur l'information (p.ex. la recherche d'offres d'emploi sur l'Internet) dans des applications simulées (p.ex. navigateur Internet, sites web, programmes de traitement de texte et programmes de tableurs).

Des enquêtes réalisées sur la base d'annonces d'emplois et de plans d'études de la formation professionnelle en Suisse montrent également que les employés qui travaillent dans des métiers à exigences élevées en matière de compétences numériques sont aussi payés, en moyenne, avec des salaires plus élevés (Kiener, et al., 2019 ; Buchmann, Buchs, & Gnehm, 2020a). Il semble toutefois que l'ampleur de la prime de salaire supplémentaire dépend de la question de savoir si des connaissances dans l'utilisation de certaines technologies numériques font déjà partie intégrante, à titre fixe, des qualifications requises pour un métier donné, ou si elles constituent un élément nouveau dans le profil de qualification (voir Graphique 99). Si certaines capacités sont nouvelles dans un métier et si, de ce fait, elles ne sont pas encore largement répandues, ces connaissances ont tendance à induire une rémunération plus élevée dans ces métiers. En revanche, si ces compétences font déjà partie intégrante du métier à titre fixe, aucune prime de salaire n'est observable. Cela signifie également qu'avec une diffusion croissante de ces compétences au sein de la population, on assiste à une dévalorisation rampante de ces capacités sur le marché du travail. Elles deviennent ainsi des exigences de base qui sont d'une importance fondamentale pour l'exercice d'un métier donné.

En outre, il existe des indications claires selon lesquelles l'absence de compétences numériques fondamentalement nécessaires à l'exercice d'un métier se traduit par des effets négatifs sur le salaire, sur la probabilité de suivre une formation continue ainsi que sur le maintien des travailleuses concernées et de travailleurs concernés au sein de leur secteur économique initial (Acemoglu, 1998 ; Beaudry, Doms, & Lewis, 2010 ; Lewis, 2011). Ainsi, Janssen & Mohrenweiser (2018) montrent que l'intégration obligatoire des technologies CNC dans la formation des apprenties et des apprentis pour les conductrices et conducteurs d'installations et de machines automatisées en Allemagne a eu une influence considérable sur le parcours professionnel des travailleurs qui avaient obtenu leur diplôme peu avant l'implémentation de ce changement dans le plan d'études correspondant. La concurrence consécutive à l'arrivée ultérieure sur le marché du travail d'apprentie ou d'apprenti au bénéfice de connaissances plus complètes dans les technologies CNC a entraîné, chez ces travailleuses et ces travailleurs, des pertes de salaire à long terme, réduisant ainsi leur taux de probabilité de suivre une formation continue qui leur permettrait de devenir maîtres de programmation de machines CNC, ce qui a contribué à ce que ces travailleurs quittent durablement le métier qu'ils avaient initialement appris (voir Graphique 100).



Graphique 100: Effet du changement du plan d'études axé sur les machines CNC pour les conductrices et conducteurs d'installations et de machines automatisées dans l'industrie métallurgique en Allemagne

Remarque: propre présentation sur la base des résultats de Janssen & Mohrenweiser (2018). Les points du graphique illustrent les différences relatives entre les conductrices et conducteurs d'installations et de machines automatisées ainsi que d'autres mécaniciennes et mécaniciens travaillant dans l'industrie métallurgique qui avaient terminé leur formation avant l'admission des technologies CNC dans les plans d'études de la formation des apprenties et des apprentis pour les conductrices et conducteurs d'installations et de machines automatisées en 1990. Les tirets représentent l'intervalle de confiance de 95% de ces valeurs. La principale différence entre ces deux groupes de travailleurs réside dans le fait que des conductrices et conducteurs d'installations et de machines automatisées fabriquent des pièces métalliques, tandis que les autres mécaniciennes et mécaniciens assemblent ces pièces. Les valeurs proviennent d'une régression de panel («fixed effects»). Les résultats tiennent compte de l'évolution professionnelle entre 1991 et 2010.

Exemple de lecture: des conductrices et conducteurs d'installations et de machines automatisées qui avaient terminé leur formation d'apprentie ou d'apprenti au cours des années 1984 à 1989 présentent une croissance salariale de 4% inférieure à celle d'autres mécaniciennes et mécaniciens du même secteur industriel. En outre, ces travailleurs ont un taux de probabilité 5% plus faible de suivre une formation qui leur permettrait de devenir maîtres de programmation de machines CNC et, au cours de leur vie professionnelle ultérieure, ils ont tendance à changer de métier nettement plus souvent (10% de plus) et à passer à un autre métier que celui dans lequel ils avaient été initialement formés.

En raison des effets positifs des compétences numériques sur la participation au marché du travail et sur les revenus, on peut partir du principe que les compétences numériques apportent aussi des avantages à la société en général. Ces avantages se traduisent par une baisse des dépenses pour les prestations étatiques de transfert et par une augmentation des recettes fiscales. D'une part, l'absence de compétences numériques de la population active est une explication d'importance déterminante pour les retards considérables entre des investissements dans des technologies numériques au sein de certaines branches industrielles, de secteurs économiques ou d'économies publiques, et la croissance observable de la productivité à ces niveaux (Stiroh, 2002 ; Remes, 2019 ; Brynjolfsson, Rock, & Syverson, 2019 ; Baker, et al., 2020). Par conséquent, le manque de main d'œuvre spécialisée, notamment dans le domaine de l'informatique, est considéré comme un risque d'importance cruciale pour l'avenir de la croissance économique (Wunsch, Buchmann, & Wedel, 2014 ; Müller, 2020). Toutefois, on ne dispose guère jusqu'à présent d'attestations empiriques claires qui corroboreraient cette hypothèse. Dès lors,

nous ignorons quelle est l'influence effective de la diffusion de compétences numériques sur le développement de la productivité et de la croissance économique.

9.1.2 Rentes de consommateurs¹⁰⁴

La capacité à utiliser des terminaux et contenus numériques de manière autonome est une condition essentielle pour pouvoir profiter des différentes possibilités qu'offre en particulier l'Internet pour la recherche et la comparaison de produits, de prix et de prestataires (Goldfarb & Tucker, 2019). Puisque de nombreuses informations sont mis à disposition gratuitement sur l'Internet, des indications sur le changement de participation au marché du travail, sur la productivité ou sur le salaire ne peuvent saisir que de manière insuffisante ces « rentes de consommateurs » (Greenstein & McDevitt, 2011 ; Brynjolfsson, et al., 2019).

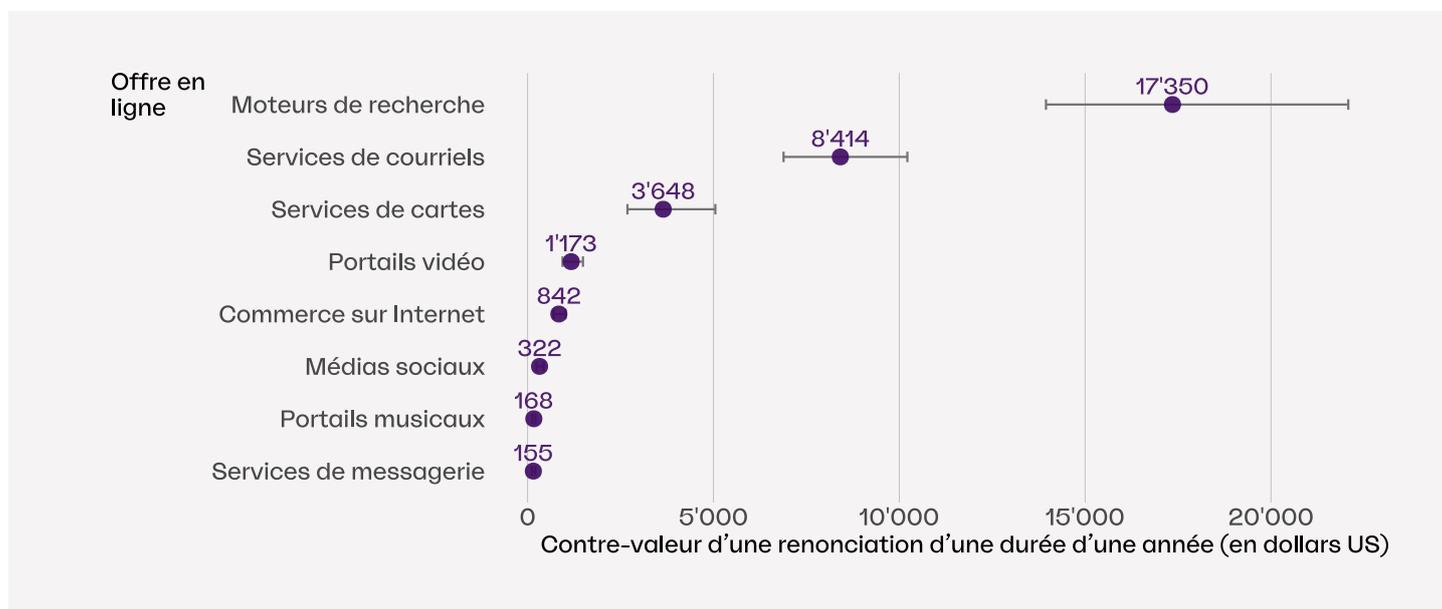
Des études antérieures provenant des États-Unis qui mettent en relation le temps passé sur l'Internet par les personnes concernées avec les coûts d'opportunité de ce temps passé sur le web (c'est-à-dire par comparaison avec le revenu que ces personnes pourraient réaliser résultant de leur activité actuelle avec le même nombre d'heures) estiment que la rente de consommateurs de l'accès à l'Internet est de 3000 et 4000 dollars US par personne et par année (Goolsbee & Klenow, 2006 ; Greenstein & McDevitt, 2011 ; Brynjolfsson & Oh, 2012). Des études plus récentes parviennent à la conclusion selon laquelle certaines offres en ligne, p. ex. Uber ou Facebook, génèrent déjà des rentes de consommateurs agrégées de plusieurs milliards de dollars US par année (Cohen, et al., 2016 ; Brynjolfsson, et al., 2019 ; Brynjolfsson, Collis, & Eggers, 2019).

Lorsqu'on demande directement à ces personnes combien d'argent il faudrait leur offrir pour qu'elles renoncent pendant une année à certaines offres en ligne, on constate également des évaluations nettement plus élevées (voir Graphique 101).¹⁰⁵ Ainsi, p. ex., la contrevaletur moyenne de l'utilisation de moteurs de recherche s'élève à au moins 17'350 dollars US par personne et par année (Brynjolfsson,

104 Le concept de « rente de consommateurs » désigne la différence entre la disponibilité à payer d'un consommateur pour un bien déterminé, et le montant effectivement payé pour acheter ce bien. Si, par exemple, une personne était prête à payer 1000 francs pour une tablette, mais qu'elle achète finalement une tablette pour le prix de 800 francs, cette personne a alors gagné les 200 francs de rente de consommateurs résultant de cette transaction.

105 En règle générale, dans ces « expériences de décisions discrètes » (« discrete choice experiments »), on ne demande pas directement aux personnes concernées le montant qu'il faudrait leur offrir pour qu'elles renoncent à une offre en ligne. En lieu et place de ce qui précède, on leur demande si elles seraient prêtes à renoncer à une offre en ligne contre un montant en espèces prescrit à l'avance. Dans ce contexte, on parle donc de la « willingness to accept ». Si l'on fait varier les montants en espèces entre les participants à l'étude, on peut estimer une évaluation moyenne de la valeur de l'offre à partir du comportement en matière de réponses de tous les participants (Becker, Degroot, & Marschak, 1964 ; Carson, Groves, & List, 2014).

Collis, & Eggers, 2019). Dans une autre expérience de la même étude où les participants ont été effectivement indemnisés financièrement s'ils ont apporté la preuve qu'ils ont renoncé à Facebook pendant un mois, le montant moyen exigé de l'indemnité s'élevait à 38 dollars US par mois. Toutefois, il existe des indications selon lesquelles – en raison du caractère potentiellement addictif de ces offres, et en particulier des médias sociaux (voir Shahnawaz & Rehman, 2020) – il est difficile pour ces personnes d'évaluer correctement l'effet de l'utilisation de ces offres sur leur propre prospérité. Dans ce contexte, ces personnes ont tendance à surestimer la valeur des offres (Sagioglou & Greitemeyer, 2014). Ainsi, une pause forcée d'un mois réduit la durée d'utilisation consécutive de Facebook d'environ 12 minutes par jour, et elle réduit la contre-valeur financière estimée de l'utilisation de Facebook de près de 20 % (Allcott, et al., 2020).



Graphique 101: Contre-valeur financière moyenne des offres gratuites en ligne par année

Remarques: propre présentation sur la base des résultats de Brynjolfsson, Collis, & Eggers (2019, p. 7252). Les points du graphique représentent la valeur médiane de la «willingness to accept» (WTA) dans un échantillon en ligne de 6007 Américaines et Américains (portails de musique) à 11'902 Américaines et Américains (portails vidéo) datant de l'année 2017. Les tirets reflètent l'intervalle de confiance de 95% de la valeur médiane. Leur estimation repose sur la méthode d'échantillonnage appelée «bootstrapping». Les intervalles de confiance pour les offres en ligne avec faible niveau de WTA sont trop étroits pour être représentés sur le graphique.

Exemple de lecture: pour un montant de 3648 dollars US, la moitié des participantes et des participants à l'expérience seraient prêts à renoncer pendant une année à l'utilisation de tous les services de cartes en ligne. Pour une période de renonciation de même durée, ils seraient prêts à renoncer à tous les médias sociaux pour seulement 322 dollars US.

9.2 Avantages non financiers des compétences numériques

Les avantages non financiers des compétences numériques se rapportent aux aspects de la vie hors de l'école et hors du marché du travail qui sont influencés par des compétences numériques. Ils ne sont pas de nature financière parce que leurs avantages ne peuvent être mesurés qu'indirectement en termes financiers. Il n'en demeure pas moins qu'une influence positive sur des caractéristiques non financières comme l'amélioration de la santé physique ou l'amélioration du potentiel pour une accumulation supplémentaire de connaissances se traduit également, à l'issue du parcours formel de formation, par des effets positifs sur la situation économique des personnes concernées.

9.2.1 Santé et bien-être subjectif

L'effet net de l'utilisation d'appareils et contenus numériques sur la santé corporelle et le bien-être physique est contesté (Castellacci & Tveito, 2018). Ainsi, de grandes études transversales montrent certes qu'en particulier des durées d'utilisation très longues vont de pair avec un moindre sentiment de satisfaction dans la vie et un plus mauvais état de santé (voir chapitre 4.1.4). Toutefois, la nature de cette relation est largement non clarifiée jusqu'à présent. Il existe des indications nettes selon lesquelles la santé, le bien-être subjectif et l'utilisation de services numériques peuvent s'influencer mutuellement (voir OECD, 2019a ; Odgers & Jensen, 2020).

D'un point de vue théorique, l'utilisation de ressources numériques peut influencer la santé psychique et physique via des mécanismes directs et indirects (voir Castellacci & Tveito, 2018 ; McDool, et al., 2020). Des effets indirects sont générés par le fait que l'utilisation de ces offres nécessite du temps, et que ce temps n'est alors plus disponible pour d'autres activités potentiellement plus utiles. Des effets directs prennent naissance surtout par le fait qu'avec la durée d'utilisation, le taux de probabilité augmente également d'être confrontée ou confronté à des contenus négatifs potentiellement dangereux comme de fausses informations ou de la cyberintimidation, ou encore des comparaisons sociales problématiques (Sabatini & Sarracino, 2018). Toutefois, la question de savoir dans quelle mesure ces effets sont marquants dépend de la personnalité de celle ou de celui qui les utilise, du type d'utilisation, ainsi que des compétences d'utilisation des contenus numériques. Par exemple, des enquêtes internationales montrent que l'utilisation de médias sociaux influence négativement le sentiment de satisfaction dans la vie des personnes qui utilisent surtout ces médias de manière passive (Krasnova, et al., 2013 ; Tandoc, Ferrucci, & Duffy, 2015) et qu'elles sont plus fortement enclines à faire des comparaisons sociales (Tromholt, 2016 ; Sabatini & Sarracino, 2018 ; Zhou & Zhang, 2019). En revanche, les personnes qui utilisent activement les médias sociaux ou l'Internet font l'expérience d'un gain en satisfaction de vie

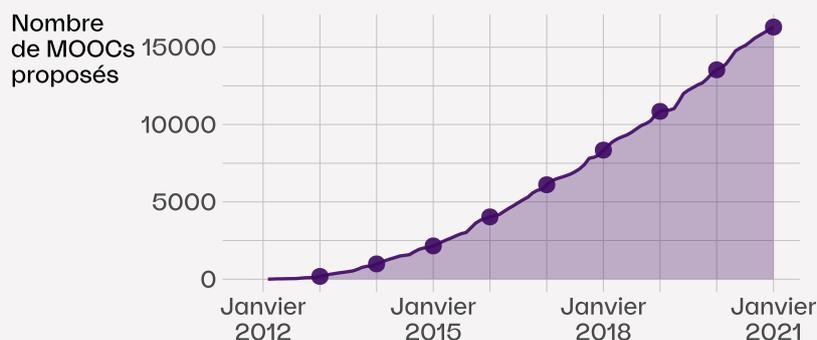
et en capital social (Oh, Ozkaya, & LaRose, 2014; Bauernschuster, Falck, & Woessmann, 2014). Des enquêtes réalisées sur la base de données suisses du World Internet Project (Latzer, Büchi, & Festic, 2019) montrent aussi que des capacités dans l'utilisation de technologies et contenus numériques, p. ex. le fait de choisir consciemment et intentionnellement des sources d'informations sur l'Internet, jouent un rôle nettement plus important quant à la prédiction d'un sentiment général de satisfaction dans la vie que des taux d'intensité d'utilisation en tant que tels (Büchi, Festic, & Latzer, 2018; 2019).

Enfin, on constate qu'il existe des indications selon lesquelles des personnes qui disposent de compétences plus élevées dans l'acquisition et l'évaluation d'informations sont mieux à même d'utiliser des informations sur l'Internet relatives à la prévention des maladies (James, Boyle, Yu, & Bennett, 2013; Xavier, et al., 2013; Forsman & Nordmyr, 2017; Estacio, Whittle, & Protheroe, 2019). Toutefois, ces études reposent également, pour une grande part, sur des corrélations transversales. Dès lors, elles n'autorisent que dans des cas exceptionnels une interprétation causale de leurs résultats.

9.2.2 L'apprentissage tout au long de la vie

À ce jour, les attentes élevées placées dans les technologies numériques pour la transformation et le soutien aux processus d'apprentissage tout au long de la vie (notamment Beblavý, et al., 2019) ne se sont confirmées que dans une mesure limitée. Certes, au cours de la dernière décennie, l'offre en possibilités de formation et de formation continue s'est considérablement accrue suite à l'introduction de ressources d'apprentissage numérique souvent disponibles gratuitement, comme les Open Educational Resources (OERs) ou les Massive Online Open Courses (MOOCs) (voir Graphique 102). Mais tous les groupes de la population ne font pas usage de cette offre avec le même degré d'intensité. Des études des années précédentes montrent que des personnes à statut socio-économique élevé et à niveau de formation élevé participent fréquemment dans une mesure plus que proportionnelle à des cours en ligne (Christensen, et al., 2013; Hansen & Reich, 2015; Reich & Ruipérez-Valiente, 2019). En outre, la persévérance et le succès de la participation, à savoir le fait de terminer le cours en décrochant un certificat, sont aussi en corrélation avec le niveau de formation antérieur et avec le niveau de prospérité économique de la personne concernée (Morris, Hotchkiss, & Swinnerton, 2015; Greene, Oswald, & Pomerantz, 2015; Luik, et al., 2019; Rizvi, Rienties, & Khoja, 2019). À l'heure actuelle, les offres en ligne de formation continue ont plutôt tendance à approfondir qu'à niveler les gradients socio-économiques existants dans la formation (Escueta, et al., 2017).

106 De manière générale, le taux d'interruption de la participation aux MOOCs est élevé. Une enquête portant sur les données de 5,6 mio. d'élèves avec quelque 13 mio. d'inscriptions aux cours de deux grands prestataires de MOOC a constaté qu'en moyenne, seuls entre 3 % et 6 % des participants enregistrés terminent un cours en ligne avec succès (Reich & Ruipérez-Valiente, 2019). Toutefois, on ne peut pas exclure le fait que des personnes s'approprient également des compétences lorsqu'elles ne suivent que partiellement des cours en ligne. Par exemple parce que seuls certains thèmes sélectionnés sont intéressants pour elles, ou parce qu'elles ne sont pas disposées à payer pour une certification. Jusqu'à présent, on ignore si et dans quelle mesure c'est effectivement le cas.

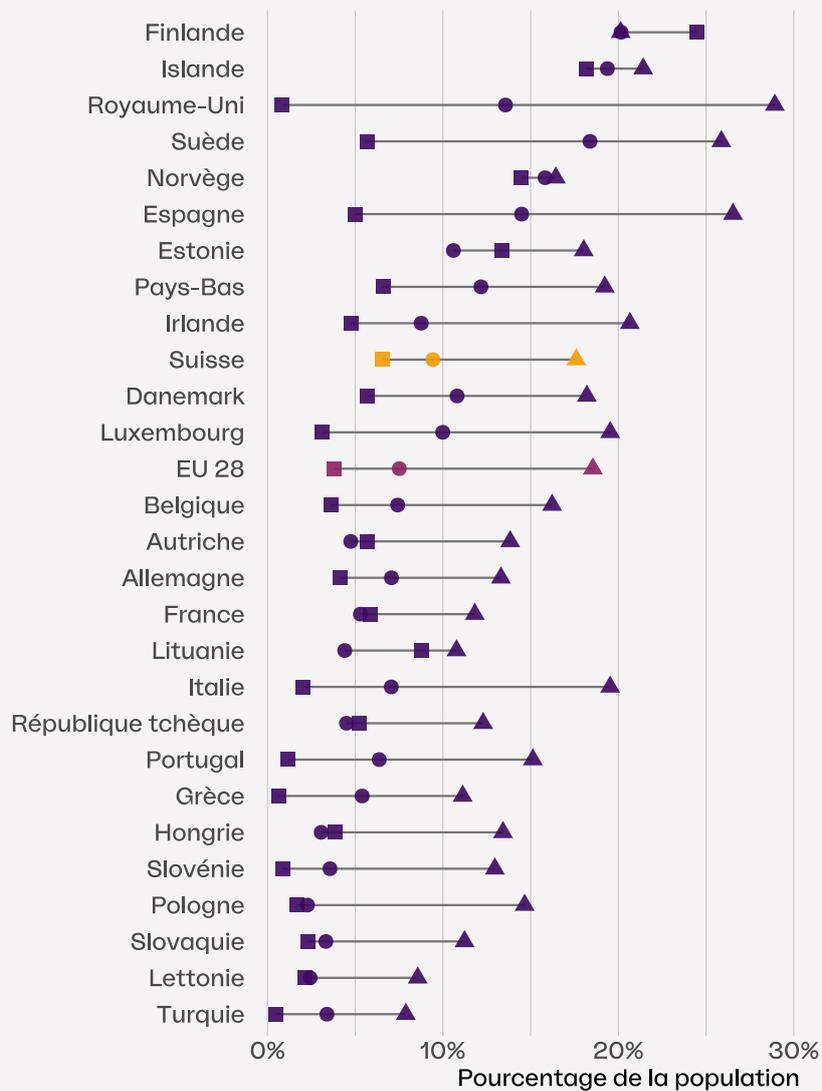


Graphique 102: Nombre de MOOCs proposés par mois dans le monde entier, période 2012-2021

Remarques: propre présentation sur la base des résultats de Shah (2015; 2020). Les données provenant du graphique figurant dans Shah (2020) ont été sélectionnées au moyen d'un outil d'extraction (Larsen, 2020). Dès lors, il existe de légers écarts entre cette présentation et la présentation figurant dans Shah (2020). Le graphique ne contient aucune information sur les MOOCs de prestataires chinois.

Pour la Suisse également, on peut constater une corrélation entre le niveau de formation et la participation à des cours en ligne. Ainsi, selon une enquête de l'OCDE et d'EuroStat (OECD, 2015c) réalisée en 2019, 17,6 % de la population suisse titulaire d'un diplôme d'études supérieures a suivi un cours en ligne. Parmi les personnes titulaires d'un diplôme de fin de scolarité obligatoire, ce n'était le cas que pour 6,6 % des membres de ce groupe (voir Graphique 103). À l'exception de l'Italie, les différences dans les taux de probabilité de participation entre des personnes avec diplômes d'études supérieures et des personnes avec diplôme de fin de scolarité obligatoire en Suisse sont légèrement plus élevées que dans les pays limitrophes. Parallèlement, et indépendamment du type de diplôme, en Suisse, le nombre de personnes qui participent à des cours de formation continue en ligne est proportionnellement supérieur à celui enregistré dans les pays voisins ou dans l'ensemble de l'Union européenne.

À ce jour, on n'a guère étudié la question de savoir si, au-delà de la contribution des capacités générales et du niveau formel de formation, les compétences numériques peuvent expliquer une partie des différences dans le taux de participation et dans les taux de diplômes de cours en ligne obtenus avec succès. Certes, il existe de premières indications selon lesquelles des personnes disposant de compétences numériques plus élevées suivent davantage de cours en ligne (Blank & Groselj, 2014 ; Castaño-Muñoz, Kreijns, Kalz, & Punie, 2017) et qu'elles ont plutôt tendance à terminer ces cours en ligne avec succès (van Deursen & Helsper, 2015 ; 2018 ; Blank & Lutz, 2018 ; Romero-Rodríguez, Ramírez-Montoya, & Valenzuela González, 2020). Toutefois ces enquêtes recensent des compétences numériques auto-évaluées, soit à l'issue de la participation au cours, soit elles présentent exclusivement des corrélations. Dès lors, sur la base de ces résultats, il n'est pas possible de formuler des énoncés relatifs à l'effet causal de compétences numériques sur les efforts de formation continue.



Diplôme de formation du niveau le plus élevé

- ▲ Degré tertiaire (ISCED 5-8)
- Degré secondaire supérieur (ISCED 3-4)
- Scolarité obligatoire (ISCED 0-2)

Graphique 103: Part des personnes qui ont utilisé l'Internet pour participer à un cours en ligne ces trois derniers mois, selon le diplôme de formation le plus élevé

Remarques: propre présentation sur la base des données de la banque de données «ICT Access and Usage by Households and Individuals» de l'OCDE (basées sur les données de l'OCDE, 2015c) pour l'année 2019. Les pays sont représentés par ordre décroissant du taux de fréquence de participation à des cours en ligne dans l'ensemble de la population. Les erreurs d'échantillons de ces enquêtes s'élèvent à $\pm 1,5\%$.

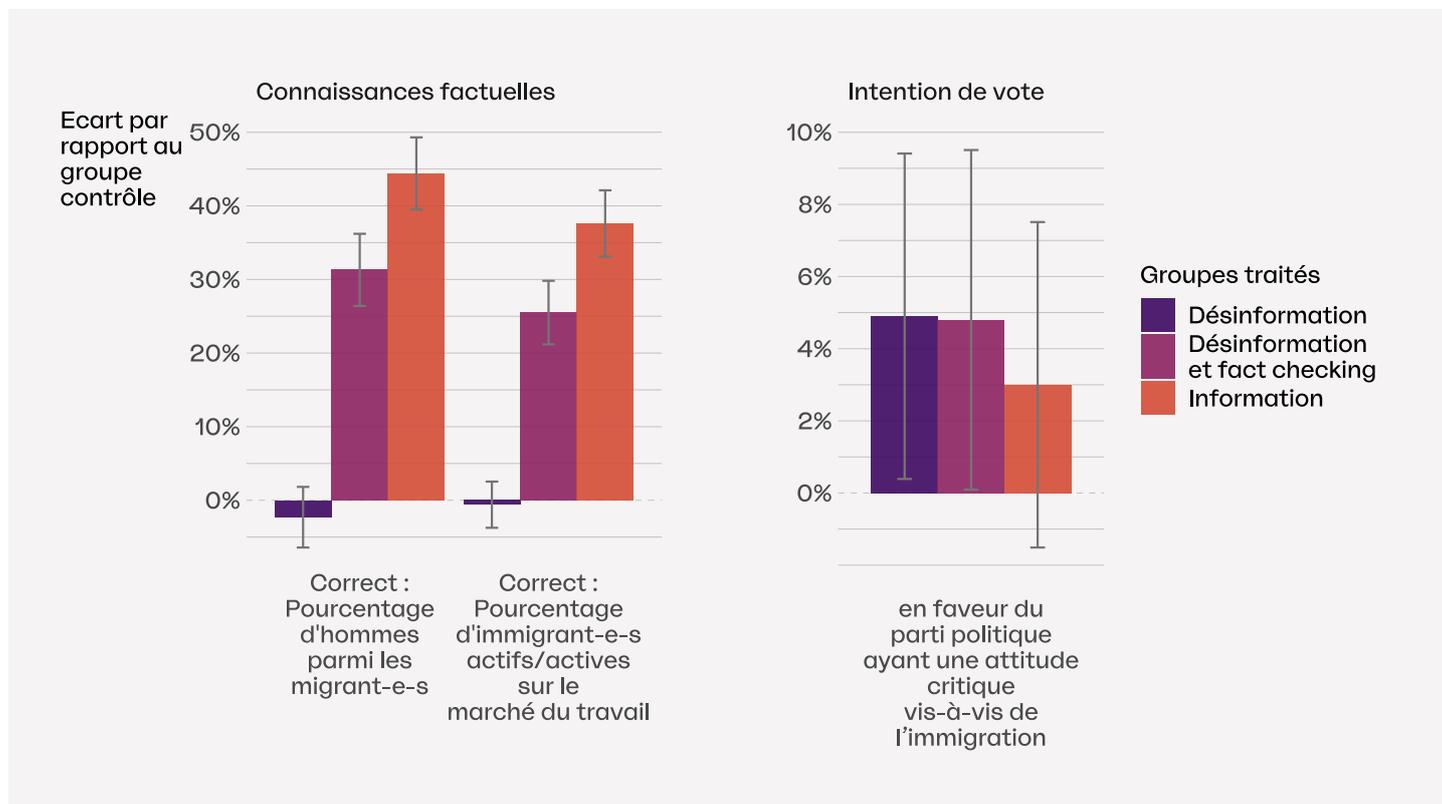
9.2.3 Gestion de la désinformation («fake news») et de la cybercriminalité

Un autre avantage positif des compétences numériques résulte de la transmission – allant de pair avec l'intention de la transmission (scolaire) de ces connaissances – du pouvoir consistant à mieux évaluer les conséquences de l'utilisation de services numériques et de pouvoir remettre en question en faisant preuve de sens critique les contenus trouvés sur ces services (voir chapitre 3.3.2.2).

Bien que des enquêtes systématiques à ce sujet fassent défaut jusqu'à présent sur la question de savoir si de fausses informations sont plus répandues actuellement que par le passé, il est connu que de fausses informations sont largement répandues sur l'Internet et dans les médias sociaux (notamment Allcott & Gentzkow, 2017 ; Grinberg, et al., 2019). Des enquêtes internationales attirent, elles aussi, l'attention sur le fait que de fausses informations se diffusent plus rapidement dans les médias sociaux, qu'elles touchent davantage de personnes, et qu'elles sont plus souvent répétées que des nouvelles dont le contenu est correct (Vosoughi, Roy, & Aral, 2018). Cela semble être dû notamment au fait que leurs contenus sont fréquemment plus surprenants et plus chargés émotionnellement.

Des études plus récentes sur des interventions et des observations laissent penser que des personnes au bénéfice de compétences spécifiques plus élevées dans le domaine des médias sont plutôt mieux à même d'évaluer de manière objective si des contenus disponibles sur l'Internet sont vrais ou faux (Tully, Vraga, & Bode, 2020 ; Hameleers, 2020 ; Guess, et al., 2020 ; Craft, Ashley, & Maksl, 2017). Toutefois, il semble que toutes les formes de compétences spécifiques en matière de médias n'ont pas le même degré de pertinence. Alors que des personnes qui bénéficient de connaissances plus étendues sur le mode de production et de diffusion des nouvelles sont plutôt en mesure d'identifier de fausses informations sur la Toile, des compétences techniques plus élevées dans l'utilisation d'appareils numériques n'améliorent pas la capacité à identifier la désinformation (Jones-Jang, Mortensen, & Liu, 2021). En outre, il semble que des interventions ayant pour but d'améliorer des compétences spécifiques en matière de médias ne peuvent atténuer que de manière limitée l'effet des désinformations sur le comportement et les préférences des personnes concernées, du moins à l'âge adulte (van der Meer & Hameleers, 2020 ; Nyhan, et al., 2020). Ainsi, une enquête expérimentale en lien avec les élections présidentielles françaises de l'année 2017 (Barrera et al., 2020) a montré que les participantes et les participants à l'étude qui avaient été confrontés et confrontées à de fausses informations sur la migration avaient plutôt tendance à vouloir voter pour des partis politiques critiques au sujet de l'immigration. Cet effet est resté inchangé lorsque les informations fausses ont été désignées comme telles et que des informations factuellement

correctes (« fact checking ») ont été mises à disposition à titre supplémentaire. Et ce bien que le niveau des connaissances factuelles des participantes et des participants à l'étude ait été significativement amélioré par cette intervention (voir Graphique 104).



Graphique 104: Effet de la désinformation sur les connaissances factuelles et sur les intentions de vote en France, 2017
 Remarques: propre présentation sur la base des résultats de Barrera et al., (2020, p. 10). Les résultats proviennent d'une expérience réalisée avec 2480 participantes et participants lors de la phase préparatoire des élections présidentielles françaises au cours de l'année 2017. Le « groupe d'information » a reçu des énoncés sur les facteurs d'importance centrale qui sont à l'origine de la migration, sur la composition sociale des groupes d'immigrants par sexe, ainsi que sur la participation au marché du travail des immigrants qui se sont rendus en France, sur la base d'informations du UNHCR et de l'Institut national français de la statistique et des études économiques (INSEE). Le « groupe de désinformation » a reçu exclusivement des énoncés de Marine Le Pen au sujet de ces trois situations de fait. Le « groupe fact checking » a d'abord reçu les énoncés de Le Pen, et a reçu ensuite les énoncés du « groupe d'information ». On a fait connaître à tous les groupes l'origine des informations. Les barres du graphique illustrent la différence entre les différents groupes traités par comparaison avec le groupe contrôle qui a été uniquement interrogé sur ses connaissances et ses préférences politiques. Les tirets du graphique représentent l'intervalle de confiance correspondant de 95 %. Tous deux sont le résultat de modèles de probabilité linéaires qui, outre l'appartenance aux groupes traités, tiennent compte de l'âge, du sexe, du revenu, du niveau de formation et de la situation familiale, de la région, de la religion et du comportement électoral pour les élections présidentielles au cours de l'année 2012.

Exemple de lecture: les personnes qui, outre les énoncés de Marine Le Pen, ont aussi reçu des informations du UNHCR et de l'INSEE (« groupe fact checking »), avaient un taux de probabilité plus élevé d'au moins 25 % d'évaluer correctement le pourcentage des migrants qui étaient sur le marché du travail français en 2015 par comparaison avec le groupe contrôle et le groupe de désinformation (à savoir qu'elles avaient une probabilité 25 % plus élevée d'indiquer l'intervalle de points de pourcentage correct). Toutefois, ce changement des connaissances factuelles n'a eu aucune influence sur les intentions de vote. Par comparaison avec le groupe contrôle, à l'issue de l'expérience, les participantes et les participants du « groupe fact checking » ont déclaré, à raison d'un taux de fréquence plus élevé d'un peu moins de 5 %, vouloir voter pour Marine Le Pen lors de la prochaine élection. Cela correspond à la valeur du « groupe de désinformation ».

Jusqu'à présent, on n'a pas encore suffisamment étudié si la transmission de compétences spécifiques en matière de médias dans le cadre de l'éducation obligatoire offre une efficacité plus élevée lors de l'identification et de la protection contre de fausses informations. Certes, des organisations internationales comme l'UE, l'UNESCO ou l'OCDE soulignent l'importance de l'encouragement à une prise de conscience au sujet de la désinformation et des « fake news » parmi les élèves en tant qu'éléments devant faire partie intégrante d'une approche plus globale des compétences en matière de médias (voir Wardle & Derakhshan, 2017 ; McDougall, et al., 2018). Des études expérimentales internationales réalisées avec des élèves attirent aussi l'attention sur le fait que la transmission de compétences spécifiques en matière de médias a pour effet d'améliorer l'identification et l'évitement des risques sur l'Internet (y compris les risques de fausses informations) (Jeong, Cho, & Hwang, 2012 ; Kahne & Bowyer, 2017). Toutefois, on ignore largement dans quelle mesure des effets de ce genre persistent durablement.

En outre, des études d'observation provenant de la Suisse et de l'étranger montrent que des capacités auto-évaluées plus élevées dans l'utilisation de technologies numériques vont certes de pair avec des efforts accrus visant à protéger ses propres données lors de l'utilisation de l'Internet (Park, 2013 ; Büchi, Just, & Latzer, 2016). Mais parallèlement, avec l'augmentation du niveau de compétences auto-évaluées, le taux de probabilité s'accroît également d'être victime de violations de la protection des données ou de la cybercriminalité comme l'escroquerie en ligne, le hacking ou le vol d'identité (Büchi, Just, & Latzer, 2016 ; Cheng, Chan, & Chau, 2020). Cette contradiction apparente s'explique, d'une part, par le fait que les personnes bénéficiant d'un niveau plus élevé de compétences numériques ont tendance à utiliser plus fréquemment et plus longtemps des appareils numériques. Or c'est précisément ce groupe de personnes qui utilisent de manière intensive les technologies numériques qui surestiment aussi plus fortement leurs compétences numériques que les personnes qui utilisent plus rarement ces appareils (voir chapitre 5.8). Sur la base de la littérature scientifique disponible, il n'est pas possible de savoir jusqu'à présent si cette auto-surestimation, outre une déformation supplémentaire des relations mesurées, entraîne aussi une propension plus élevée à s'exposer à des risques.

9.2.4 Participation politique

Compte tenu du contexte des développements géopolitiques marquants de ces vingt dernières années, l'étude de la relation entre les technologies numériques et la participation politique de la population revêt une importance croissante. Des études d'aperçu les plus récentes (Farrell, 2012 ; Zhuravskaya, Petrova, &

Enikolopov, 2020) mettent en évidence que la relation entre la diffusion de l'Internet ainsi que des médias sociaux et la participation politique n'est pas homogène, mais qu'elle dépend au contraire tant des caractéristiques du système politique que de facteurs d'ordre personnel.

Ainsi, des études provenant de démocraties de pays développés montrent que dans des régions dotées d'une diffusion précoce et plus large de l'Internet à large bande, le taux de participation aux élections et aux votes a tendance à reculer plus fortement (Falck, Gold, & Heblich, 2014 ; Gavazza, Nardotto, & Valletti, 2019 ; Campante, Durante, & Sobbrío, 2018). Le soutien aux partis politiques populistes est également plus important (Schaub & Morisi, 2020 ; Guriev, Melnikov, & Zhuravskaya, 2021) que dans des régions disposant d'une diffusion plus tardive et plus faible de l'Internet à large bande. Une raison qui explique cette situation réside dans le fait que c'est particulièrement parmi les personnes moins formées et plus jeunes qu'on constate une utilisation plus forte des technologies numériques visant à évincer les médias traditionnels et les nouvelles à contenu politique au profit de contenus divertissants sur la Toile. Parallèlement, dans des démocraties de pays moins développés et dans des États autocratiques, il semble qu'une diffusion plus large des technologies numériques entraîne un plus fort engagement politique de la population (Donati, 2018). En particulier, il semble que des médias sociaux, en facilitant la coordination entre les utilisatrices et utilisateurs, favorisent la diffusion et l'ampleur des protestations et des manifestations politiques (Steinert-Threlkeld, et al., 2015 ; Acemoglu, Hassan, & Tahoun, 2018 ; Enikolopov, Makarin, & Petrova, 2020).

10 Pistes de développement

10.1	Champ d'action 1: renforcer de manière ciblée la numérisation dans l'éducation	287
10.2	Champ d'action 2: étendre de manière judicieuse le monitoring de la numérisation dans l'éducation	295

Les progrès continuels de la numérisation placent aussi le système éducatif suisse devant des défis de grande portée. Elle change les exigences et les prérequis qui sont communiqués au système éducatif suisse par l'économie et la société. Dans le même temps, la numérisation ouvre des possibilités de contribuer à une structuration efficace, efficiente et équitable du système éducatif suisse. Une série de pistes de développement résultent des alinéas précédents. Elles concernent, d'une part, la structuration et l'intégration de technologies et ressources numériques à l'école et dans l'enseignement (champ d'action 1) et, d'autre part, des possibilités d'amélioration du monitoring de la numérisation (champ d'action 2). Les approches et options esquissées dans ces deux champs d'action ne sont pas toujours distinguables avec précision. Elles ne s'excluent pas mutuellement, et n'ont aucune prétention à l'exhaustivité. Elles représentent plutôt une série de conclusions qui découlent des observations présentées plus haut.

10.1 Champ d'action 1: renforcer de manière ciblée la numérisation dans l'éducation

Un défi d'importance cruciale pour pouvoir décrire et évaluer la numérisation dans le système éducatif suisse réside dans le fait que de nombreuses informations pertinentes ne sont pas extraites de jeux de données existants ou ne peuvent pas être déduites de la littérature scientifique existante. Dans quelques domaines, les analyses des sources de données secondaires utilisées dans le présent rapport, tout comme la littérature scientifique existante, permettent néanmoins de formuler des énoncés sur des pistes de développement possibles en vue d'un renforcement ciblé de la numérisation dans l'éducation.

10.1.1 Consolider et étendre la position des écoles en tant qu'actrices d'importance décisive pour la transmission de compétences numériques

Des enquêtes empiriques montrent clairement qu'en l'absence de compétences numériques bénéficiant d'un soutien institutionnalisé, ces compétences sont souvent acquises de manière sélective, raison pour laquelle elles sont très inégalement réparties au sein de la population (voir chapitre 5.8). Si tous les enfants et adolescents devraient avoir les mêmes possibilités d'acquérir des compétences dans l'utilisation d'appareils et contenus numériques, il faut que ces capacités soient transmises en tant que partie intégrante de l'éducation obligatoire.

Avec l'introduction ou le remaniement des plans d'études propres aux régions linguistiques destinés à la scolarité obligatoire, ainsi qu'avec l'introduction ou le remaniement des formations postobligatoires (voir chapitre 4.4.4.3), on vise un

renforcement accru de la communication de compétences numériques dans l'éducation obligatoire. L'introduction de ces mesures n'a pas encore commencé ou n'a pas encore été achevée. C'est pourquoi on ne peut pas encore estimer jusqu'à présent si ces mesures s'avéreront suffisantes pour positionner l'école en tant qu'actrice d'importance décisive pour la transmission de compétences numériques. Il restera difficile de porter une telle appréciation (a) aussi longtemps qu'il n'existera aucune définition uniforme, valable pour toute la Suisse et pour l'ensemble des niveaux scolaires, de l'opérationnalisation des compétences numériques intersubjectivement vérifiable, et (b) aussi longtemps qu'aucun contrôle standardisé des performances dans ce domaine n'aura lieu.

Options d'actions possibles:

- Faire progresser l'élaboration d'un cadre de compétences pour les compétences numériques valable pour toute la Suisse, le développement de ce cadre de compétences étant déjà prévu par les acteurs du système éducatif (p. ex. via la création d'un « Centre de recherche scientifique sur les compétences numériques »).¹⁰⁷
- Il s'agit d'étudier les compétences de manière comparable à l'échelle de toute la Suisse. Cela requiert l'élaboration d'items destinés à la mesure des compétences numériques basées sur les performances. Ce faisant, il faut tenir compte du fait que l'utilisation d'instruments reposant sur l'auto-évaluation recèle le risque de fournir des résultats fortement déformés (voir chapitre 5.8). En dernière analyse, cela ne permet d'acquérir que peu de connaissances supplémentaires. À titre complémentaire, il y a lieu d'étudier l'application de modèles statistiques pour pouvoir prédire l'évolution des compétences numériques des élèves.

Un autre défi à relever est qu'à l'heure actuelle, des projets de définition des compétences numériques sont en cours à de nombreux niveaux. En sus des travaux en cours sur le remaniement des plans d'études, des efforts comparables ont lieu dans le cadre de différents projets de recherche scientifique sous l'égide du PNR 77 ainsi que via diverses organisations du monde du travail. Une plus forte coordination des efforts du côté de l'administration et de la recherche

¹⁰⁷ L'élaboration d'un cadre de compétences commun pour les compétences numériques des écoles (mesure 2.1) et des élèves (mesure 3.1) est prévue en tant que partie intégrante de la planification des mesures de la stratégie de numérisation de la CDIP. Il existe également des efforts pour la formation professionnelle et la formation gymnasiale, visant à uniformiser et à renforcer les compétences numériques qui devraient être transmises dans le système éducatif suisse (voir le chapitre 4.4).

scientifique semble appropriée si l'on veut éviter de développer des définitions insulaires et difficilement comparables dans l'espace suisse de formation.

Option d'action possible:

- Renforcer la coordination et la mise en réseau de projets en cours sur la définition des compétences numériques dans les différentes régions du pays et pour les différents niveaux scolaires.

10.1.2 Renforcer et évaluer la formation et la formation continue des enseignantes et des enseignants

Il est incontesté que les compétences et les attitudes des enseignantes et des enseignants jouent un rôle central dans l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement (voir chapitre 3.2.2). Pour cette raison, l'objectif stratégique 4 de la stratégie de numérisation de la CDIP souligne l'importance des enseignantes et enseignants ainsi que de leur formation et de leur formation continue pour la réalisation des potentiels de la numérisation dans le système éducatif suisse. Pour rendre les enseignantes et les enseignants capables d'utiliser des ressources numériques, ces dernières années, des institutions chargées de la formation des enseignantes et des enseignants ont lancé et ont adapté le contenu de nombreuses offres de formation continue sur le plan technique et pédagogique et du point de vue de la didactique des disciplines (voir chapitre 4.5).

Toutefois, on ignore largement à ce jour si les offres actuelles de formation et de formation continue répondent aux besoins effectifs des enseignantes et des enseignants. En outre, il n'est guère possible de formuler des énoncés sur l'effet ou sur les différences entre les effets d'un éventail d'offres hétérogène. On gaspille ainsi parfois des potentiels qui résultent de la structure fédéraliste de la formation des enseignantes et des enseignants.

Option d'action possible:

- Évaluer systématiquement des offres existantes de la formation des enseignantes et des enseignants dans le domaine de la « numérisation »: afin de pouvoir tirer parti de l'hétérogénéité actuelle dans la formation du corps enseignant pour être en mesure d'identifier les meilleures pratiques (« best practices ») et de développer ultérieurement une offre de formation axée sur la demande, il est nécessaire de disposer d'informations sur les effets de la participation à la formation. Outre le taux de satisfaction des enseignantes et des

enseignants quant aux contenus de la formation, cela concerne également l'effet de ces offres de formation sur l'utilisation de ressources numériques parmi les enseignantes et les enseignants ayant participé à ces formations et, en dernière analyse, l'impact de ces formations des enseignantes et des enseignants sur la motivation d'apprentissage et la performance d'apprentissage de leurs élèves.

- Un autre défi réside dans le transfert des connaissances scientifiques sur l'utilisation de ressources numériques dans la pratique scolaire. Ce problème est imputable, d'une part, au manque de recherche scientifique sur les ressources numériques, sur leurs possibilités d'utilisation et sur leurs effets au sein du système éducatif suisse (voir ci-dessous). D'autre part, il existe un problème de fond qui a trait au transfert de résultats scientifiques génériques dans la pratique concrète de l'école et de l'enseignement, comme en témoignent de nombreux rapports et séminaires de ces dernières années. Un rôle central est également attribué à la formation des enseignantes et des enseignants dans l'amélioration du transfert des connaissances scientifiques dans la pratique scolaire.

Option d'action possible:

- Créer de manière systématique une littérature scientifique sur les effets destinée aux personnes chargées de la formation des enseignantes et des enseignants: afin de faciliter le transfert des connaissances scientifiques existantes dans la pratique de l'enseignement, il faudrait faciliter l'accès aux résultats de la littérature scientifique sur les effets pour les personnes chargées de la formation du corps enseignant. Ces résultats doivent être mis en forme de manière compréhensible tant pour les personnes chargées de la formation des enseignantes et des enseignants que pour les enseignantes elles-mêmes et les enseignants eux-mêmes, et ils devraient être facilement consultables. Des initiatives de ce genre existent déjà dans le contexte international. Ainsi, p. ex., la Clearing House Unterricht de l'Université technique de Munich résume les résultats des méta-analyses actuelles sur des thèmes pertinents pour l'enseignement sur la base d'un cadre d'évaluation défini dans des short reviews. Le Center for Research and Reform in Education de l'Université Johns Hopkins rassemble et évalue des études sur des applications individuelles et met à disposition ces informations sur le site web « Evidence for ESSA ».

10.1.3 Observer et adapter les conditions cadres dans les écoles

Outre les compétences et attitudes des enseignantes et des enseignants, la littérature scientifique existante montre que l'existence de conditions cadres appropriées au niveau des écoles est importante pour que des ressources numériques soient utilisées pour l'enseignement et l'apprentissage (voir chapitre 3.2.3). Alors que des informations sur ces conditions cadres sont rarement disponibles jusqu'à présent, en particulier des informations allant au-delà de la description de l'équipement des écoles en terminaux numériques, quelques pistes de développement peuvent être déduites sur la base des résultats d'enquêtes sur le degré secondaire I (voir chapitre 7.2.6) ainsi que des informations sur l'efficacité de ressources numériques sur le succès de l'apprentissage (voir chapitre 5.2).

Options d'actions possibles:

- Faire progresser la définition de standards d'équipement pour les écoles: des résultats des enquêtes PISA attestent que la situation en matière d'équipement dans les écoles du degré secondaire I est devenue de plus en plus divergente ces dernières années (voir chapitre 7.2.2). Des enquêtes réalisées dans certains cantons témoignent également d'une grande hétérogénéité dans la situation en matière d'équipement dans les écoles allant du degré primaire jusqu'au degré secondaire II (voir chapitre 6.2 ; 8.2). Si l'on veut permettre à tous les élèves à l'échelle de toute la Suisse de disposer d'un accès comparable aux ressources numériques à l'école, il est souhaitable de pouvoir disposer rapidement de la définition d'un équipement minimal des écoles en terminaux numériques, comme prévu dans le cadre de la planification des mesures de la stratégie de numérisation de la CDIP (mesure 2.2). Cela devrait se faire en impliquant tous les groupes de parties prenantes concernés.
- Accorder aux enseignantes et enseignants des ressources temporelles pour le développement, l'échange et l'évaluation des ressources numériques: les résultats de l'enquête PISA de 2018 montrent aussi que les terminaux numériques sont plus souvent utilisés par les élèves lorsqu'on accorde explicitement aux enseignantes et enseignants le temps nécessaire pour le développement, l'échange et l'évaluation de méthodes et moyens d'apprentissage. Ce n'est toutefois le cas que dans une minorité des écoles secondaires en Suisse (voir chapitre 7.2.6). Dès lors, les concepts cantonaux, communaux et scolaires en la matière devraient mettre plus fortement l'accent sur l'échange de matériel et méthodes pédagogique entre les enseignantes et les enseignants et devraient mettre à leur disposition des ressources temporelles pour cette activité.

- Concevoir des stratégies pour le long terme: des études axées sur le long terme portant sur l'effet des ressources d'apprentissage numériques attirent l'attention sur le fait qu'il arrive souvent que des effets positifs sur le succès d'apprentissage ne se concrétisent qu'après une durée d'utilisation relativement longue (voir chapitre 5.2). Par conséquent, cela signifie que des efforts de longue haleine sont nécessaires pour l'introduction de ressources numériques à l'école. Parallèlement, si l'on change trop fréquemment les applications, il faut s'attendre à ce que des effets initiaux disruptifs nuisent aux effets possibles d'amélioration de l'apprentissage. Partant, des stratégies et des concepts scolaires devraient être conçus et orientés sur le long terme. Là où des écoles n'ont encore élaboré aucune stratégie sur l'utilisation de ces ressources, il faut fondamentalement leur recommander de rattraper désormais ce retard.
- En ce qui concerne l'enseignement à distance et les approches «Bring Your Own Device» (BYOD), il faut tenir compte de l'équipement des ménages: il existe toujours des disparités socio-économiques considérables dans l'équipement des familles en terminaux numériques (voir chapitre 4.1.1). En particulier pour la mise en œuvre de l'enseignement à distance assisté par des ressources numériques ou pour l'implémentation d'approches BYOD, il faut donc tenir compte de manière contraignante du fait qu'un pourcentage non négligeable d'élèves ne peut pas accéder sans rivalité avec d'autres membres de la famille à un terminal numérique (en particulier à un ordinateur fixe, à une tablette ou à un ordinateur portable).¹⁰⁸

10.1.4 Évaluer l'efficacité des ressources d'apprentissage numériques au niveau de la ressource individuelle

L'impact des ressources d'apprentissage numériques sur les performances d'apprentissage dépend d'une série de conditions au niveau de l'enseignante ou de l'enseignant, de l'apprenante ou de l'apprenant et de la ressource d'apprentissage elle-même (voir chapitre 5.2). Des enquêtes provenant des États-Unis montrent que l'efficacité de produits techniquement similaires (p. ex. systèmes d'apprentissage adaptatifs) a des effets très différents. Ces grandes différences dans la qualité de produits qui sont autrement similaires permettent de conclure que, du point de vue de la pratique scolaire, une évaluation générale des technologies numé-

¹⁰⁸ En outre, les approches BYOD entraînent généralement une charge supplémentaire considérable pour les enseignantes et les enseignants qui se voient confrontés à une multitude de modèles d'appareils et de systèmes d'exploitation différents et constituent un défi à relever dans le cadre de garantie du respect de la protection des données et de la protection de la sphère privée. Pour les raisons précitées, l'Office of Educational Technology des États-Unis déconseille entre-temps d'adopter des approches BYOD en tant que méthode prioritaire de mise à disposition de terminaux numériques destinés aux élèves.

riques n'est guère utile.¹⁰⁹ Pour pouvoir prendre des décisions fondées sur l'acquisition et l'utilisation de ressources numériques, il est donc nécessaire de disposer d'une évaluation scientifique de la qualité et de l'efficacité au niveau de la ressource d'apprentissage individuelle concernée.

Options d'actions possibles

- Introduction de mécanismes de régulation qui créent une incitation pour les fabricants d'apporter la preuve de l'efficacité des produits proposés: une possibilité de contrer le problème de l'asymétrie en matière d'information concernant le marché des ressources numériques consiste à implémenter des systèmes d'incitation qui poussent les fabricants à contrôler eux-mêmes l'efficacité de ressources d'apprentissage numériques et de rendre publics les résultats de ces tests. Outre la définition de catalogues d'exigences et spécifications ayant force obligatoire pour l'acquisition de ressources d'apprentissage numériques par l'administration publique,¹¹⁰ ces dernières années, dans le contexte international, on met l'accent de manière accrue sur des programmes de certification volontaires. Par exemple, l'initiative américaine financée par des fonds publics et privés « Digital Promise » offre depuis 2019 des certifications de ressources d'apprentissage numériques.¹¹¹
- Mettre à disposition des outils qui permettent aux écoles elles-mêmes ou aux enseignantes elles-mêmes et aux enseignants eux-mêmes d'évaluer l'efficacité de ressources numériques dans l'enseignement. Une autre possibilité de soutenir les personnes qui travaillent dans la pratique éducative lors de la sélection de ressources d'apprentissage numériques consiste à rendre ces personnes capables d'évaluer elles-mêmes ces produits de manière autonome et systématique sous l'angle de leur pertinence et de leur efficacité. Au lieu d'élaborer des

109 Si l'on procède à des évaluations de l'ampleur de l'effet au niveau de la technologie individuelle (p.ex. systèmes d'apprentissage intelligents, jeux d'apprentissage, etc.) – moyennant certaines hypothèses – les seuls énoncés que l'on peut formuler sont ceux qui portent sur l'ampleur moyenne de l'effet attendu si l'on choisit un produit donné de manière aléatoire.

110 Par exemple, c'est par le biais de la définition de critères qui doivent être remplis de manière contraignante que l'administration de l'instruction publique, resp. les enseignantes et les enseignants des écoles publiques, sont autorisées et autorisés d'acheter et utiliser d'un moyen d'enseignement numérique. Outre la preuve scientifique de cet effet sur les performances d'apprentissage (voir chapitre 5), il est nécessaire de disposer également de critères de scalabilité de la ressource concernée (p.ex. pour savoir selon quelle ampleur des changements de la pratique usuelle de l'enseignement sont requis afin d'atteindre des performances scientifiquement attestées), resp. il est nécessaire de disposer d'informations sur la répartition des effets attendue (pour savoir quand, dans quelles conditions et pour quel groupe d'élèves il faut s'attendre à une amélioration des performances d'apprentissage).

111 Des critères de certification ont été élaborés en collaboration avec des enseignantes et des enseignants, des entreprises et des chercheuses/chercheurs, et des certifications ont été mises en œuvre par des acteurs impliqués issus de l'ensemble des trois secteurs concernés, à savoir la pratique scolaire, la recherche sur l'éducation et l'Ed-Tech. Cette initiative sert également de plateforme d'échange entre ces acteurs. Elle assume ainsi une partie des fonctions qui sont remplies actuellement en Suisse dans le cadre des manifestations intitulées « Dialogue avec les acteurs » organisées par le SEFRI et la CDIP.

informations à ce sujet de manière centralisée, cette approche permet aux écoles ou aux enseignantes et enseignants de procéder à leurs propres évaluations de l'utilisation des ressources numériques et de formuler des critères selon leurs propres besoins et exigences. Des approches similaires sont déjà poursuivies en Suisse. Ainsi, dans le cadre du projet LUUISE, la Haute école spécialisée de la Suisse du Nord-Ouest offre une méthode qui permet de rendre visible et contrôlable le succès d'interventions d'enseignement pour l'enseignante chargée ou l'enseignant chargé de dispenser la formation ainsi que pour ses élèves. Et aussi sur le plan international, un nombre croissant d'outils d'évaluation sont mis à disposition des enseignantes et des enseignants et des directrices et directeurs d'écoles. Ces outils leur permettent d'étudier et d'évaluer eux-mêmes des interventions au moyen de méthodes scientifiques d'évaluation.

- Rassembler techniquement des informations sur les fréquences d'utilisation et les relier à des données standardisées sur les performances. Il est aussi possible de déduire des assertions sur l'efficacité de ressources d'apprentissage individuelles lorsqu'on croise des informations sur des modèles d'habitudes d'utilisation et sur les fréquences d'utilisation avec des données standardisées sur les performances. Des évaluations qui ont été réalisées à ce sujet au niveau international font appel à des informations générales sur la disponibilité de ressources déterminées ou elles enregistrent techniquement des interactions avec des ressources via des données de protocole. À cet égard, l'enregistrement technique a pour avantage qu'outre des causes possibles de différences dans les effets (dus p. ex. à la non-utilisation de ressources déterminées), elle peut aussi saisir la diversité des ressources effectivement utilisées, mais sans connaître a priori lesdites ressources. Cet enregistrement technique fournit aussi rapidement des renseignements sur des informations non accessibles ou qui ne sont accessibles que de manière limitée, p. ex. des informations sur les modèles d'habitudes d'utilisation et sur les fréquences d'utilisation des ressources d'apprentissage numériques. Des données d'utilisation enregistrées sur le plan technique permettent ainsi de procéder facilement à une première évaluation de la qualité des ressources numériques pour savoir si une ressource déterminée est véritablement utilisée ou pas. Si l'on croise en outre des informations sur le comportement d'utilisation avec les résultats de tests de performance standardisés, on peut pour le moins se rapprocher des effets d'impact de ressources individuelles. Un recueil d'informations de ce genre peut et doit être réalisé dans le respect de la protection des données et de la préservation de la sphère privée.

10.1.5 Tenir compte du potentiel de distraction élevé des médias numériques

Des enquêtes scientifiques montrent clairement que des apprenantes et des apprenants auxquels on met à disposition des terminaux numériques utilisent souvent ces appareils également à des fins privées. Toutefois, l'utilisation parallèle tant à des fins scolaires qu'à des fins privées entraîne parfois de nets reculs des performances scolaires à moyen et à long terme (voir chapitre 5.3).

Options d'actions possibles:

- Des concepts scolaires devraient inclure des règles claires applicables à l'utilisation privée de contenus numériques à l'école. Selon des résultats de l'enquête PISA, plus de 80 % des élèves du degré secondaire I fréquentent des écoles qui disposent d'une telle réglementation.
- Afin de remplir la mission d'éducation propre à l'école, il faudrait faire en sorte que les élèves soient en mesure de gérer de manière autonome le potentiel élevé de distraction de ces ressources.
- À titre de moyen de dernier ressort, on devrait toutefois aussi envisager de limiter techniquement, d'empêcher, ou du moins de rendre plus difficile l'accès à certaines applications, offres et contenus déterminés dans les écoles, p. ex. l'accès aux réseaux sociaux.

10.2 Champ d'action 2: étendre de manière judicieuse le monitoring de la numérisation dans l'éducation

Un monitoring riche en informations et conduisant aux objectifs poursuivis relatifs à la numérisation dans l'éducation doit mettre à disposition des réponses à deux types de questions sur la base du cadre conceptuel (voir chapitre 3): premièrement, le monitoring doit être à même de fournir des renseignements sur un état actuel de la numérisation à différents niveaux du système éducatif suisse (« Décrire la numérisation »). En dernière analyse, ces informations doivent en effet permettre de décrire des états spécifiques à la numérisation pour tout type d'acteur à n'importe quel degré ou niveau du système éducatif suisse. Deuxièmement, un monitoring de la numérisation devrait pouvoir donner des réponses à des questions portant sur la relation qui existe entre les états actuels des différents niveaux du système éducatif suisse. Autrement dit, cela signifie pouvoir répondre à la question de savoir si et comment ces états actuels s'in-

fluencent mutuellement au niveau des acteurs individuels (« Évaluer la numérisation »).

Mais pouvoir répondre à ces deux questions présuppose que les concepts de base sont compris de manière uniforme à l'échelle de toute la Suisse, que des objectifs sont définis de manière valable et opérationnalisable pour tout le système éducatif suisse, et que les jeux de données disponibles sont structurellement conçus de telle sorte qu'ils peuvent être évalués de manière valide du point de vue de ces objectifs.

10.2.1 Comblent des lacunes en matière d'informations

En ce qui concerne la disponibilité des informations, plus précisément des données sur la description et l'évaluation de la numérisation, il existe des différences considérables entre les degrés et niveaux scolaires, les thèmes et les acteurs de l'éducation. Sur la base des jeux de données actuellement existants, il n'est possible de formuler que des énoncés isolés et superficiels sur l'état actuel de la numérisation dans les écoles en Suisse.¹¹²

Options d'actions possibles:

- Rendre possible une exploitation plus intensive des jeux de données existants: à ce jour, les potentiels des jeux de données, à savoir le croisement de ces jeux de données pour être en mesure de décrire et évaluer la numérisation, n'ont pas encore été exploités dans leur intégralité. Cette situation s'explique, d'une part, par le fait que ces mises en liens entre des jeux de données ne sont devenues possibles que depuis très récemment. D'autre part, certains règlements restreignent parfois fortement l'exploitation des jeux de données pour pouvoir répondre à des questions pertinentes (voir chapitres 6.3.1.3 ; 7.3.1.4). Pour ces raisons, il serait opportun de procéder à une adaptation des conditions d'utilisation de ces jeux de données – par exemple en rendant possible l'identification des écoles pour la recherche scientifique ultérieure.
- Saisir, cataloguer, standardiser et rendre accessibles des jeux de données disponibles (jeux de données communaux, cantonaux et institutionnels): jusqu'à présent, des informations sur l'équipement des écoles en ressources numériques ainsi que sur les dépenses consenties pour leur acquisition et leur maintenance proviennent surtout de sondages réalisés auprès des écoles. Ces sondages entraînent une charge croissante et considérable pour les personnes interrogées, et ont des conséquences pour la validité et la fiabilité des données recensées. Pour réduire au maximum la charge supplémentaire liée à ces

sondages pour les directrices et directeurs d'écoles et pour les enseignantes et les enseignants, il faudrait cataloguer, standardiser et regrouper avec des enquêtes et recensements existants et avec des projets de croisement de données les jeux de données sur l'équipement en ressources numériques des écoles ainsi que sur les dépenses y afférentes qui existent souvent déjà au niveau communal et cantonal.¹¹³

- Participer aux enquêtes et recensements de données internationaux existants: tant sur le plan européen qu'au niveau international, différents efforts sont en cours qui ont pour but de recenser à intervalles réguliers, et de manière standardisée, l'utilisation de ressources numériques dans les écoles et l'enseignement, et d'enregistrer leurs conditions préalables ainsi que leurs conséquences (voir chapitre 2). La Suisse est généralement autorisée à participer à de tels recensements, p. ex. à participer aux enquêtes « Survey of Schools: ICT in Education » ou « International Computer and Information Literacy Study ».
- Compléter les enquêtes et recensements nationaux existants: avec la statistique publique (p. ex. la statistique sur les apprenties et les apprentis) et avec les études comparatives sur les performances scolaires réalisées à intervalles réguliers (PISA, COFO), le système éducatif suisse dispose déjà aujourd'hui d'un instrument bien établi pour le monitoring. Une possibilité d'acquérir de manière comparativement facile des informations supplémentaires sur l'état actuel de la numérisation dans les écoles consisterait à intégrer des questions ou tests supplémentaires dans les outils de ces enquêtes.
- Lancer une ou des enquêtes autonomes sur les données, ou étendre et consolider des projets existants: dans un grand nombre de pays voisins de la Suisse, des enquêtes autonomes sur l'état de la numérisation dans les écoles sont réalisées à intervalles réguliers (voir chapitre 2). Une enquête représentative, coordonnée à l'échelle de toute la Suisse, portant sur tous les degrés et niveaux scolaires, et qui serait réalisée à intervalles réguliers, serait une extension judicieuse des monitorages existants. Elle constituerait une précieuse source d'informations pour la description exhaustive de la numérisation dans les écoles. Des enquêtes existantes et des enquêtes en cours (p. ex. dans le cadre du programme de recherche PNR 77) sont donc un très bon point de départ pour

112 En particulier pour le degré primaire et le degré secondaire II, on ne dispose à l'heure actuelle d'informations correspondantes que de manière très limitée.

113 Avec le programme « Gestion nationale des données (NaDB) », l'Office fédéral de la statistique a déjà lancé un projet de ce genre à l'échelle nationale. Toutefois, dans un premier temps, ce programme ne prévoit que de garantir l'interopérationalisation des données au niveau fédéral. Jusqu'à présent, il est encore impossible de prévoir quand les services statistiques cantonaux et communaux seront impliqués dans ce projet.

l'élaboration d'une telle enquête nationale sur le « monitoring de la numérisation dans l'éducation ».

- Exploiter de « nouvelles » sources de données: toutes les informations pertinentes sur la description et l'évaluation de la numérisation dans les écoles ne peuvent pas être enregistrées de manière judicieuse par le biais de sondages. En particulier, la saisie d'informations sur la fréquence et la durée d'utilisation de ressources numériques individuelles par le biais de sondages est sujette à d'importantes inexactitudes lorsqu'il s'agit de mesurer ces données. Si, à l'avenir, des décisions éclairées, car mieux informées, devaient être prises concernant l'acquisition et l'utilisation de ressources numériques, il est donc nécessaire de saisir techniquement des modèles d'habitudes d'utilisation de données et, le cas échéant, de croiser ces données avec celles d'enquêtes standardisées sur les performances scolaires. En outre, des informations sur la relation entre les fréquences d'utilisation et les performances scolaires constituent une source importante pour réaliser des analyses plus détaillées et pour identifier des exemples de bonne qualité d'intégration des ressources numériques dans l'apprentissage et l'enseignement.

10.2.2 Encourager la recherche sur les effets en utilisant des données provenant du système éducatif suisse

Il ressort clairement de la littérature scientifique empirique que l'effet de ressources numériques sur la qualité de l'enseignement et sur la performance d'apprentissage dépend d'une série de facteurs d'intervention (voir chapitre 5.2). Toutefois, la base de connaissances à ce sujet est trop réduite pour pouvoir en déduire des directives d'action concrètes pour l'utilisation de ressources numériques. Cela signifie que, jusqu'à présent, on ne peut pas dire concrètement pour quel type d'élève, et dans quelle situation, l'utilisation de quel type de ressource, selon quelle logique, et en combinaison avec quelle intervention supplémentaire, accroît effectivement la motivation à apprendre et la performance d'apprentissage.

Cela tient d'une part à la complexité des technologies et aux différences de qualité importantes qui en résultent entre des produits techniquement similaires (voir ci-dessus). D'autre part, une grande part des enquêtes existantes sont fondées sur des données de systèmes éducatifs qui proviennent du continent asiatique et de l'espace anglo-saxon, et leur validité pour le système éducatif suisse est douteuse (voir chapitre 3.5.2). En outre, l'existence d'une preuve empirique relative aux chaînes d'effets de causalité pose des exigences élevées à l'acquisition des données utilisées à cet effet ainsi qu'à la nature de ces données. Ces exigences ne

sont, dans le meilleur des cas, que partiellement remplies par les jeux de données existants en Suisse.

Options d'actions possibles

- Encourager la recherche en recourant à des données provenant de la Suisse: afin d'obtenir des informations valides sur les effets de ressources numériques dans l'espace suisse de formation, il faut renforcer les efforts de recherche scientifique sur ces rapports de causalité et sur leur hétérogénéité dans le système éducatif suisse. Cela signifie qu'il faut encourager de manière ciblée des projets de recherche scientifique dont le but est l'évaluation empiriquement valide de la valeur ajoutée de ressources numériques pour le développement de la qualité de l'enseignement et des performances d'apprentissage en Suisse.
- Évaluer scientifiquement l'introduction des ressources numériques: lors de l'introduction de ressources numériques par l'administration de l'éducation, il faudrait penser en même temps à procéder à une évaluation de ces ressources sur une base expérimentalo-scientifique. Par exemple en créant explicitement des groupes contrôle, à savoir des écoles ou des classes où l'introduction de ces ressources n'aura pas lieu, ou aura lieu seulement avec retard.
- Créer un jeu de données de panel: un facteur qui freine la recherche scientifique relative à l'effet des ressources numériques sur l'éducation réside dans l'absence de jeux de données disponibles pouvant servir à identifier des relations causales de ce genre. À l'avenir, toute enquête ou tout recensement de données mis en route devrait être structuré de façon à rendre possible l'analyse des effets de ces relations causales. Cela nécessite, d'une part, de procéder à des études longitudinales portant sur des laps de temps plus longs à réaliser auprès des mêmes unités d'observation (à savoir: élèves, enseignantes et enseignants, école, etc.), sur l'application de méthodes de mesure standardisées des compétences de ces unités, ainsi que sur l'utilisation de ressources numériques par ces unités.

114 Bestehende Querschnittsdaten, wie PISA oder die ÜGK-Erhebungen liefern zwar wichtige Erkenntnisse zur Beschreibung des Zustands der Digitalisierung, eignen sich aber nur sehr beschränkt für die Bewertung von deren Wirkung. Existierende Kohortenstudien von Schülerinnen und Schülern wie TREE oder Verknüpfungsprojekte wie LABB erlauben zwar die Analyse von Entwicklungen und Übergängen von der obligatorischen Schule ins Erwerbsleben, beinhalten aber keine Informationen zur Evolution der Nutzung digitaler Ressourcen oder der Entwicklung von Kompetenzen im Verlauf der Schule.

Références

Bibliographie

- Abberger, K. (2016, Octobre). Comment les économistes de Suisse jugent-ils la 4ème révolution industrielle ? KOF Bulletin. Zürich: ETH Zürich, Konjunkturforschungsstelle.
- Abbiati, G., Azzolini, D., Piazzalunga, D., Rettore, E., & Schizzerotto, A. (2018). MENTEP Evaluation Report, Results of the field trials: The impact of the technology- enhanced self-assessment tool (TET-SAT). Brüssel: European Schoolnet, FBK- IRVAPP.
- ACARA. (2015). National Assessment Program - ICT literacy years 6 & 10: Report 2014. Sydney: Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (ACARA). Consulté le November 3, 2020, sur https://www.nap.edu.au/_resources/D15_8761__NAP-ICT_2014_Public_Report_Final.pdf
- Acemoglu, D. (1998). Why Do New Technologies Complement Skills ? Directed Technical Change and Wage Inequality. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1055-1089.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment. *American Economic Review*, 108(6), 1488-1542.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2020). Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. *Journal of Political Economy*, 128(6), 2188–2244.
- Acemoglu, D., Hassan, T. A., & Tahoun, A. (2018). The Power of the Street: Evidence from Egypt's Arab Spring. *The Review of Financial Studies*, 31(1), 1-42.
- Aeppli, M., Angst, V., Iten, R., Kaiser, H., Lüthi, I., & Schweri, J. (2017). Die Entwicklung der Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt im Zuge der Digitalisierung: Schlussbericht. Zollikofen & Zürich: Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung & Infrac.
- Aesaert, K., & van Braak, J. (2018). Information and Communication Competences for Students. Dans J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Éds.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 255-267). Cham: Springer.
- Aesaert, K., Van Nijlen, D., Vanderlinde, R., Tondeur, J., Devlieger, I., & van Braak, J. (2015). The contribution of pupil, classroom and school level characteristics to primary school pupils' ICT competences: A performance-based approach. *Computers & Education*, 87, 55-69.
- Aesaert, K., Van Nijlen, D., Vanderlinde, R., Tondeur, J., Devlieger, I., & van Braak, J. (2015). The Contribution of Pupil, Classroom and School Level Characteristics to PrimarySchool Pupils' ICT Competences: A Performance-based Approach. *Computers & Education*, 87, 55-69.
- Aesaert, K., Voogt, J., Kuiper, E., & van Braak, J. (2017). Accuracy and bias of ICT self-efficacy: An empirical study into students' over- and underestimation of their ICT competences. *Computers in Human Behavior*, 75, 92-102.
- Aldhafeeri, F., Palaiologou, I., & Folorunsho, A. (2016). Integration of digital technologies into play-based pedagogy in Kuwaiti early childhood education: teachers' views, attitudes and aptitudes. *International Journal of Early Years Education*, 24(3), 342-360.
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Allcott, H., & Gentzkow, M. (2017). Social Media and Fake News in the 2016 Election. *Journal of Economic Perspectives*, 31(2), 211-236.
- Allcott, H., Braghieri, L., Eichmeyer, S., & Gentzkow, M. (2020). The Welfare Effects of Social Media. *American Economic Review*, 110(3), 629-676.

- Angeli, C., & Valanides, N. (2020). Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy. *Computers in Human Behavior*. doi:10.1016/j.chb.2019.03.018
- Angelone, D., & Keller, F. (2019). Überprüfung des Erreichens der Grundkompetenzen (ÜGK) in den Fächern Schulsprache und erste Fremdsprache im 8. Schuljahr: Technische Dokumentation zur Testentwicklung und Skalierung. Aarau: Geschäftsstelle der Aufgabendatenbank der EDK.
- Anger, C., Plünnecke, A., & Schüler, R. (2018). INSM-Bildungsmonitor 2018: Teilhabe, Wohlstand und Digitalisierung. Köln: Institut der deutschen Wirtschaft.
- Angrist, J., & Lavy, V. (2002). New Evidence on Classroom Computers and Pupil Learning. *The Economic Journal*, 112(482), 735-765.
- Antonio, A., & Tuffley, D. (2015, Januar 15). YouTube a valuable educational tool, not just cat videos. *The Conversation*. Consulté le November 23, 2020, sur <https://theconversation.com/youtube-a-valuable-educational-tool-not-just-cat-videos-34863>
- Appel, M., Marker, C., & Gnambs, T. (2019). Are Social Media Ruining Our Lives ? A Review of Meta-Analytic Evidence. *Review of General Psychology*, 24(1), 60-74.
- Apra, C., & Cattaneo, A. A. (2019). Designing Technology-Enhanced Learning Environments in Vocational Education and Training. Dans D. Guile, & L. Unwin (Éds.), *The Wiley Handbook of Vocational Education and Training* (pp. 373-394). New York & London: Wiley.
- Arbeitsgruppe ICT und Medien. (2015). Schlussbericht der Arbeitsgruppe zu Medien und Informatik im Lehrplan 21. Luzern: D-EDK.
- Arndt, P. A. (2016). Computer usage for learning how to read and write in primary school. *Trends in Neuroscience and Education*, 5(3), 90-98.
- Arnett, T. (2018, November 30). There's a Reason Why Teachers Don't Use the Software Provided by Their Districts. Consulté le August 13, 2020, sur EducationNext: <https://www.educationnext.org/theres-reason-teachers-dont-use-software-provided-districts/>
- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2017). Revisiting the risk of automation. *Economics Letters*, 159, 157-160.
- Atasoy, H., Banker, R. D., & Pavlou, P. A. (2021). Information Technology Skills and Labor Market Outcomes for Workers. *Information Systems Research*. doi:<https://doi.org/10.1287/isre.2020.0975>
- Austin, R., & Hunter, W. (2013). ICT Policy and Implementation in Education: Cases in Canada, Northern Ireland and Ireland. *European Journal of Education*, 48(1), 178-192.
- Autor, D. H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs ? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30.
- Autor, D., & Salomons, A. (2018). Is Automation Labor Share-Displacing ? Productivity Growth, Employment, and the Labor Share. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1-63.
- Ayub, A. F., Bakar, K. A., & Ismail, R. (2015). Factors predicting teachers' attitudes towards the use of ICT in teaching and learning. *The 22nd National Symposium on Mathematical Sciences (SKSM22)*. Selangor: American Institute of Physics.
- Baacke, D. (1997). *Medienpädagogik*. Tübingen: Niemeyer.
- Baker, N. B., Boustany, M. S., Khater, M., & Haddad, C. (2020). Measuring the indirect effect of the Internet on the relationship between human capital and labor productivity. *International Review of Applied Economics*, 34(6), 821-838.

- Baker, R. S., & Gowda, S. M. (2018). *The 2018 Technology & Learning Insights Report: Towards Understanding App Effectiveness and Cost*. San Francisco: BrightBytes.
- Balanskat, A., Bannister, D., Hertz, B., Sigillò, E., & Vuorikari, R. (2013). *Overview and Analysis of 1:1 Learning Initiatives in Europe*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Bales, S. N., Heckman, J. J., McEwen, B. S., & Rolnick, A. J. (2007). *The Science of Early Childhood Development*. Cambridge, MA: National Scientific Council on the Developing Child.
- Ballantine, J. A., McCourt Larres, P., & Oyelere, P. (2007). Computer usage and the validity of self-assessed computer competence among first-year business students. *Computers & Education*, 49(4), 976-990.
- Balsmeier, B., & Woerter, M. (2019). Is this time different ? How digitalization influences job creation and destruction. *Research Policy*, 48(8), 103765.
- Bandemer, H., & Bellmann, A. (1994). *Statistische Versuchsplanung*. Stuttgart, Leipzig: B. G. Teubner Verlagsgesellschaft.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Bandura, A., & Locke, E. A. (2003). Negative self-efficacy and goal effects revisited. *Journal of Applied Psychology*, 88(1), 87-99.
- Banerjee, A., Cole, S., Duflo, E., & Linden, L. (2007). Remedying Education: Evidence from Two Randomized Experiments in India. *Quarterly Journal of Economics*, 122(3), 1235-1264.
- Barras, J.-L., & Petko, D. (2007). Computer und Internet in Schweizer Schulen: Bestandsaufnahme und Entwicklung von 2001 bis 2007. Dans B. Hotz-Hart (Éd.), *ICT und Bildung: Hype oder Umbruch ?* (pp. 77-133). Bern: hep.
- Barrense-Dias, Y., Berchtold, A., Akre, C., & Surís, J.-C. (2016). The relation between internet use and overweight among adolescents: a longitudinal study in Switzerland. *International Journal of Obesity*, 40, 45-50.
- Barrera, O., Guriev, S., Henry, E., & Zhuravskaya, E. (2020). Facts, alternative facts, and fact checking in times of post-truth politics. *Journal of Public Economics*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2019.104123>
- Bauernschuster, S., Falck, O., & Woessmann, L. (2014). Surfing alone ? The internet and social capital: Evidence from an unforeseeable technological mistake. *Journal of Public Economics*, 117, 73-89.
- Bavelier, D., Green, C. S., & Dye, M. W. (2010). Children, Wired: For Better and for Worse. *Neuron*, 67(5), 692-701.
- Beaudry, P., Doms, M., & Lewis, E. (2010). Should the Personal Computer Be Considered a Technological Revolution ? Evidence from U.S. Metropolitan Areas. *Journal of Political Economy*, 118(5), 988-1036.
- Beblavý, M., Baiocco, S., Kilhoffer, Z., Akgüç, M., & Jacquot, a. M. (2019). *Index of Readiness for Lifelong Learning: Changing How Europeans Upgrade Their Skills*. Brüssel: Centre for European Policy Studies & Grow with Google.
- Becker, G. M., Degroot, M. H., & Marschak, J. (1964). Measuring utility by a single response sequential method. *Behavioral Science*, 9(3), 226-232.
- Bejaković, P., & Mrnjavac, Ž. (2020). The importance of digital literacy on the labour market. *Employee Relation*, 42(4), 921-932.

- Bell, V., Bishop, D. V., & Przybylski, A. K. (2015, August 12). The debate over digital technology and young people needs less shock and more substance. *Editorial: British Medical Journal*.
- Benitti, F. B. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Benitti, F. B., & Spolaôr, N. (2017). How Have Robots Supported STEM Teaching? Dans M. S. Khine (Éd.), *Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experience* (pp. 103-129). Cham: Springer.
- Bentsen, K. H., Munch, J. R., & Schaur, G. (2019). Education spillovers within the workplace. *Economics Letters*, 175, 57-59.
- Berchtold, A., Akre, C., Barrense-Dias, Y., Zimmermann, G., & Surís, J.-C. (2018). Daily internet time: towards an evidence-based recommendation? *European Journal of Public Health*, 28(4), 647-651.
- Berghe, R. v., Verhagen, J., Oudgenoeg-Paz, O., Ven, S. v., & Leseman, P. (2018). Social Robots for Language Learning: A Review. *Review of Educational Research*, 89(2), 259-295.
- Bergman, P., & Chan, E. W. (2017, Mai). Leveraging Parents through Low-Cost Technology: The Impact of High-Frequency Information on Student Achievement. CESifo Working Paper Series No. 6493. München: Munich Society for the Promotion of Economic Research □ CESifo.
- Bergman, P., & Rogers, T. (2017, June 19). Is This Technology Useless? How Seemingly Irrelevant Factors Affect Adoption and Efficacy. HKS Working Paper No. RWP17-021. Cambridge: Harvard Kennedy School.
- Bernath, J., Suter, L., Waller, G., Külling, C., Willemse, I., & Süß, D. (2020). JAMES – Jeunes, activités, médias – enquête Suisse. Zürich: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157.
- Beyens, I., Valkenburg, P. M., & Piotrowski, J. T. (2018). Screen media use and ADHD-related behaviors: Four decades of research. *PNAS*, 115(40), 9875-9881.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining Twenty-First Century Skills. Dans P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Éds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp. 17-66). Dordrecht: Springer.
- Blank, G., & Groselj, D. (2014). Dimensions of Internet use: amount, variety, and types. *Information, Communication & Society*, 17(4), 417-435.
- Blank, G., & Lutz, C. (2018). Benefits and harms from Internet use: A differentiated analysis of Great Britain. *New Media & Society*, 20(2), 618-640.
- Bless, G., Bonvin, P., & Schüpbach, M. (2004). *Klassenwiederholung: Determinanten, Wirkungen und Konsequenzen*. Bern: Haupt.
- Bloom, H. S., Hill, C. J., Black, A. R., & Lipsey, M. W. (2008). Performance Trajectories and Performance Gaps as Achievement Effect-Size Benchmarks for Educational Interventions. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 1(4), 289-328.
- Botturi, L., Bramani, C., & McCusker, S. (2012). Boys are like Girls: Insights in the Gender Digital Divide in Higher Education in Switzerland and Europe. *Journal of Universal Computer Science*, 18(3), 353-376.
- Bower, M. (2017). *Design of Technology-Enhanced Learning: Integrating Research and Practice*. Bingley: Emerald Publishing.

- Brinda, T., Diethelm, I., Gemulla, R., Romeike, R., Schöning, J., Schulte, C., . . . Ho, J. (2016). Dags-tuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt. Berlin: Gesellschaft für Informatik e.V.
- Broer, M., Bai, Y., & Fonseca, F. (2019). *Socioeconomic Inequality and Educational Outcomes: Evidence from Twenty Years of TIMSS*. Cham: Springer.
- Brütsch, E. (2017). *Lernmedien in den Kantonen der Nordwestschweiz*. Baden: Nordwestschweizerische Erziehungsdirektorenkonferenz (NW EDK).
- Brynjolfsson, E., & Oh, J. H. (2012). *The Attention Economy: Measuring the Value of Free Digital Services on the Internet*. International Conference on Information Systems. Orlando: Association for Information Systems.
- Brynjolfsson, E., Colli, A., Diewert, W. E., Eggers, F., & Fox, K. J. (2019, März). *GDP-B: Accounting for the Value of New and Free Goods in the Digital Economy*. NBER Working Paper 25695. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Brynjolfsson, E., Collis, A., & Eggers, F. (2019). Using massive online choice experiments to measure changes in well-being. *PNAS*, 116(15), 7250-7255.
- Brynjolfsson, E., Rock, D., & Syverson, C. (2019). Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics. Dans A. Agrawal, J. Gans, & A. Goldfarb (Éds.), *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda* (pp. 23-57). Chicago: University of Chicago Press.
- BSS. (2020). *Fachkräfteindex 2020*. Basel: BSS Volkswirtschaftliche Beratung AG .
- Bucher, M., & Zemp, B. (2019). *Studentafeln zum Lehrplan 21*. Luzern: BKZ. Consulté le November 27, 2020, sur https://regionalkonferenzen.ch/sites/default/files/2019-09/Studentafeln_2017-2019_Stand_%202019-09-05_2.pdf
- Büchi, M., Festic, N., & Latzer, M. (2018). How Social Well-Being Is Affected by Digital Inequalities. *International Journal of Communication*, 12, 3686-3706.
- Büchi, M., Festic, N., & Latzer, M. (2019). Digital Overuse and Subjective Well-Being in a Digitized Society. *Social Media + Society*, 5(4). doi:<https://doi.org/10.1177/2056305119886031>
- Büchi, M., Just, N., & Latzer, M. (2016). Caring is not enough: the importance of Internet skills for online privacy protection. *Information, Communication & Society*, 20(8), 1261-1278.
- Buchli, J. A. (2017). *Umfrage bezüglich ICT-Infrastruktur an der Bündner Volksschule: Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse*. Chur: Amt für Volksschule und Sport, Kanton Graubünden.
- Buchmann, M., Buchs, H., & Gnehm, A.-S. (2020a). Occupational Inequality in Wage Returns to Employer Demand for Types of Information and Communications Technology (ICT) Skills: 1991–2017. *KZfSS Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 72, 455-482.
- Buchmann, M., Buchs, H., & Gnehm, A.-S. (2020b). Die Nachfrage nach IT-Kenntnissen auf dem schweizerischen Arbeitsmarkt. *Social Change in Switzerland*(24). doi:10.22019/SC-2020-00008
- Buckley, J. (2009, Juni 2). *Cross-National Response Styles in International Educational Assessments: Evidence from PISA 2006*. New York: New York University. Récupéré sur https://edsurveys.rti.org/PISA/documents/Buckley_PISAresponsestyle.pdf
- Buechel, E., & Berger, J. (2012). Facebook Therapy ? Why People Share Self-Relevant Content Online. Dans Z. Gürhan-Canli, C. Otnes, & R. Zhu (Éds.), *Advances in Consumer Research* (pp. 203-208). Duluth: Association for Consumer Research.

Bughin, J., Ziegler, M., Mischke, J., Wenger, F., Reich, A., Läubli, D., . . . Schmidt, M. (2018). *The Future of Work: Switzerland's Digital Opportunity*. Zürich & Genève: McKinsey & Company Switzerland.

Bulman, G., & Fairlie, R. W. (2016, May). *Technology and Education: Computers, Software, and the Internet*. NBER Working Paper No. 22237. Washington: National Bureau of Economic Research.

Butler, C., Pimenta, R., Tommerdahl, J., Fuchs, C. T., & Caçola, P. (2019). Using a handwriting app leads to improvement in manual dexterity in kindergarten children. *Research in Learning Technology*, 27. doi:10.25304/rlt.v27.2135

Byrne, D., Dunn, W., & Pinto, E. (2016, Dezember 5). *Prices and Depreciation in the Market for Tablet Computers*. Récupéré sur FEDS Notes: <https://www.federalreserve.gov/econresdata/notes/feds-notes/2016/prices-and-depreciation-in-the-market-for-tablet-computers-20161205.html>

Caeli, E. N., & Bundsgaard, J. (2019). Datalogisk tænkning og teknologiforståelse i folkeskolen tur-retur. *Tidsskriftet Læring Og Medier (LOM)*, 11(19), 30.

Caena, F. (2011). *Literature review Quality in Teachers' continuing professional development*. Brüssel: European Commission.

Caena, F., & Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (Digcompedu). *European Journal of Education*, 54(3), 356-369.

Calo, R. (2017). *Artificial Intelligence Policy: A Primer and Roadmap*. doi:http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3015350

Calvo, S., & Zampieri, S. (2017). *ICILS 2013: Come comunicano gli adolescenti ticinesi con le nuove tecnologie*. Locarno: Centro innovazione e ricerca sui sistemi educativi.

Camerini, A.-L., Quinto, S., & Cafaro, T. (2015). L'uso dei media, il rendimento scolastico e il comportamento sociale degli alunni a scuola. *Scuola Ticinese*, 322, 69 –73.

Camerini, A.-L., Schulz, P. J., & Jeannet, A.-M. (2017). The social inequalities of Internet access, its use, and the impact on children's academic performance: Evidence from a longitudinal study in Switzerland. *New Media & Society*, 20(7), 2489-2508.

Campante, F., Durante, R., & Sobbrío, F. (2018). Politics 2.0: The Multifaceted Effect of Broadband Internet on Political Participation. *Journal of the European Economic Association*, 16(4), 1094–1136.

Campuzano, L., Dynarski, M., Agodini, R., & Rall, K. (2009). *Effectiveness of Reading and Mathematics Software Products: Findings From Two Student Cohorts*. Washington D.C.: U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences.

Card, D. (1999). Chapter 30 - The Causal Effect of Education on Earnings. Dans O. C. Ashenfelter, & D. Card (Éds.), *Handbook of Labour Economics* (pp. 1801-1863). Amsterdam, u. a.: North Holland.

Carretero, S., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2017). *DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens - With Eight Proficiency Levels and Examples of Use*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Carson, R. T., Groves, T., & List, J. A. (2014). Consequentiality: A Theoretical and Experimental Exploration of a Single Binary Choice. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 1(1/2), 171-207.

- Carter, S. P., Greenberg, K., & Walker, M. S. (2017). The impact of computer usage on academic performance: Evidence from a randomized trial at the United States Military Academy. *Economics of Education Review*, 56, 118-132.
- Caruso, V., Cattaneo, A. A., & Gurtner, J.-L. (2020). Exploring the Potential of Learning Documentation as a Boundary Object in the Swiss Vocational Education and Training System. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 29, 213-232.
- Castaño-Muñoz, J., Kreijns, K., Kalz, M., & Punie, Y. (2017). Does digital competence and occupational setting influence MOOC participation? Evidence from a cross-course survey. *Journal of Computing in Higher Education*, 29, 28-46.
- Castellacci, F., & Tveito, V. (2018). Internet use and well-being: A survey and a theoretical framework. *Research Policy*, 47(1), 308-325.
- Cattaneo, A. (2018). Wie können digitale Technologien im Unterricht effektiv eingesetzt werden? Dans J. Schweri, I. Trede, & I. Dauner (Éds.), *Digitalisierung und Berufsbildung. Herausforderungen und Wege in die Zukunft. OBS EHB Trendbericht 3* (pp. 18-21). Zollikofen: Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung EHB.
- Cattaneo, A. A., Gurtner, J.-L., & Felder, J. (2021). Digital tools as boundary objects to support connectivity in dual vocational education: Towards a definition of design principles. Dans E. Kyndt, & S. Beusaert (Éds.), *At the intersection of (continuous) education and work: Practices and underlying principles*. London: Routledge.
- Cattaneo, A. A., Motta, E., & Gurtner, J.-L. (2015). Evaluating a Mobile and Online System for Apprentices' Learning Documentation in Vocational Education: Usability, Effectiveness and Satisfaction. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 7(3), 40-58.
- Cattaneo, A. A., Rausero, M., & Dobricki, M. (2020, Januar 1). Digitale Kompetenzen von Berufsfachschullehrkräften. Consulté le Juni 18, 2020, sur Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung: <https://www.ehb.swiss/project/digitale-kompetenzen-von-berufsfachschullehrkraeften>
- CDF. (2017). *Manuel modèle compable harmonisé pour les cantons et les communes MCH2*. Berne: Conférence des directrices et directeurs cantonaux des finances.
- CDIP. (2007). *Stratégie de la CDIP en matière de technologies de l'information et de la communication (TIC) et de médias*. Berne: Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique.
- CDIP. (2011, juin 16). *Objectifs nationaux de formation*. Consulté le juin 16, 2021, sur Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique: https://www.edk.ch/fr/themes/scolaire-obligatoire/objectifs-nationaux-de-formation-1?set_language=fr
- CDIP. (2018a). *Stratégie de la CDIP du 21 juin 2018 pour la gestion de la transition numérique dans le domaine de l'éducation*. Berne: Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique.
- CDIP. (2018b). *Règlement concernant la reconnaissance des certificats délivrés par les écoles de culture générale*. Berne: Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique.
- CDIP. (2019). *Mesures relatives à la stratégie numérique de la CDIP*. Berne: Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique.
- Cecchini, A., & Dutrévis, M. (2020). *Le Baromètre de l'école: Enquête sur l'école à la maison durant la crise sanitaire du COVID-19*. Genève: Service de la recherche en éducation (SRED).

- Cerasoli, C. P., Alliger, G. M., Donsbach, J. S., Mathieu, J. E., Tannenbaum, S. I., & Orvis, K. A. (2018). Antecedents and Outcomes of Informal Learning Behaviors: a Meta-Analysis. *Journal of Business and Psychology*, 33, 203-230.
- Cha, H., & So, H.-J. (2020). Integration of Formal, Non-formal and Informal Learning Through MOOCs. Dans D. Burgos (Éd.), *Radical Solutions and Open Science. Lecture Notes in Educational Technology* (pp. 135-158). Singapore: Springer.
- Chang, I.-H. (2012). The effect of principals' technological leadership on teachers' technological literacy and teaching effectiveness in Taiwanese elementary schools. *Educational Technology & Society*, 15(2), 328-340.
- Chatterji, A. K. (2018). Innovation and American K-12 Education. Dans J. Lerner, & S. Stern (Éds.), *Innovation Policy and the Economy*, Volume 18 (pp. 27-51). Chicago: University of Chicago Press.
- Chauhan, S. (2017). A meta-analysis of the impact of technology on learning effectiveness of elementary students. *Computers & Education*, 105, pp. 14-30.
- Chen, R.-J. (2010). Investigating models for preservice teachers' use of technology to support student-centered learning. *Computers & Education*, 55(1), 32-42.
- Chen, W., & Wellman, B. (2005). Charting Digital Divides: Comparing Socioeconomic, Gender, Life Stage, and Rural-Urban Internet Access and Use in Five Countries. Dans W. H. Dutton, B. Kahin, R. O'Callaghan, & A. W. Wyckoff (Éds.), *Transforming Enterprise: The Economic and Social Implications of Information Technology* (pp. 467-497). Cambridge, MA: MIT Press.
- Cheng, C., Chan, L., & Chau, C.-l. (2020). Individual differences in susceptibility to cybercrime victimization and its psychological aftermath. *Computers in Human Behavior*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106311>
- Cheryan, S., Plaut, V. C., Handron, C., & Hudson, L. (2013). The Stereotypical Computer Scientist: Gendered Media Representations as a Barrier to Inclusion for Women. *Sex Roles*, 69, 58-71.
- Chetty, R., Friedman, J. N., & Rockoff, J. E. (2014). Measuring the Impacts of Teachers II: Teacher Value-Added and Student Outcomes in Adulthood. *American Economic Review*, 104(9), 2633-2679.
- Chiacchio, F., Petropoulos, G., & Pichler, D. (2018, April 18). The impact of industrial robots on EU employment and wages: A local labour market approach . Bruegel Working Paper No. 2018/02. Brussels: Bruegel.
- Christensen, G., Steinmetz, A., Alcorn, B., Bennett, A., Woods, D., & Emanuel, E. (2013, November 6). The MOOC Phenomenon: Who Takes Massive Open Online Courses and Why? Philadelphia: University of Pennsylvania. doi:<https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2350964>
- Christensen, R. (2002). Effects of technology integration education on the attitudes of teachers and students. *Journal of Research on Technology in Education*, 34(4), 411-433.
- Christensen, R. W., & Knezek, G. A. (2009). Construct Validity for the Teachers' Attitudes Toward Computers Questionnaire. *Journal of Computing in Teacher Education*, 25(4), 143-155.
- Christensen, R., Eichhorn, K., Prestridge, S., Petko, D., Sligte, H., Baker, R., . . . Knezek, G. (2018). Supporting Learning Leaders for the Effective Integration of Technology into Schools. *Technology, Knowledge and Learning*, 23(3), 457-472.
- CIIP. (2014). Accès aux ressources numériques: identification, authentification et navigation entre les plateformes et les portails officiels: recommandations de la CORENE. Neuchâtel: Conférence intercantonale de l'instruction publique de Suisse romande et du Tessin.

CIIP. (2018). Adoption d'un plan d'action et lancement des travaux de coopération en faveur de l'éducation numérique dans l'espace latin de la formation: décision de l'assemblée plénière de la CIIP du 22 novembre 2018. Neuchâtel: Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin.

Clough, G., Jones, A., McAndrew, P., & Scanlon, E. (2008). Informal learning with PDAs and smart-phones. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24, 359-371.

Cochran, W. G., & Cox, G. M. (1992). *Experimental Designs*. New York: John Wiley and Sons.

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale: Erlbaum.

Cohen, J. F., & Parsotam, P. (2010). Intentions to Pursue a Career in Information Systems and Technology: An Empirical Study of South African Students. Dans N. Reynolds, & M. Turcsányi-Szabó (Éd.), *KCKS: IFIP International Conference on Key Competencies in the Knowledge Society* (pp. 56-66). Brisbane: Springer.

Cohen, P., Hahn, R., Hall, J., Levitt, S., & Metcalfe, R. (2016, September). Using Big Data to Estimate Consumer Surplus: The Case of Uber. NBER Working Paper 22627. Cambridge: National Bureau of Economic Research.

Comi, S. L., Argentin, G., Gui, M., Origo, F., & Pagani, L. (2017). Is it the way they use it? Teachers, ICT and student achievement. *Economics of Education Review*, 56, 24-39.

Conard, M. A., & Marsh, R. F. (2014). Interest level improves learning but does not moderate the effects of interruptions: An experiment using simultaneous multitasking. *Learning and Individual Differences*, 30, 112-117.

Conrads, J., Rasmussen, M., Winters, N., Geniet, A., Langer, L., Redecker, C., . . . Punie, Y. (2017). *Digital Education Policies in Europe and Beyond: Key Design Principles for More Effective Policies*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Conseil de l'Union européenne. (2018, juin 4). Recommandation du conseil du 22 mai 2018. *Journal officiel de l'Union européenne relative aux compétences clés pour l'éducation et la formation tout au long de la vie*. Union européenne. Récupéré sur [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=DE](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=DE)

Conseil fédéral suisse. (2016, février 24). Message relatif à l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation pendant les années 2017 à 2020. Berne.

Conseil fédéral suisse. (2020, février 26). Message relatif à l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation pendant les années 2021 à 2024. Berne.

Consortium COFO (Éd.). (2019a). Vérification de l'atteinte des compétences fondamentales. Rapport national COFO 2016: mathématiques 11e année scolaire. Berne & Genève: CDIP et SRED.

Consortium COFO (Éd.). (2019b). Vérification de l'atteinte des compétences fondamentales. Rapport national COFO 2017: langues 8e année scolaire. Berne & Genève: CDIP et SRED.

Consortium PISA.ch. (2019). *PISA 2018: Les élèves de Suisse en comparaison internationale*. Berne & Genève: EFRI/CDIP & Consortium PISA.ch.

Conway, P. F., Murphy, R., Rath, A., & Hall, K. (2009). *Learning to teach and its implications for the continuum of teacher education: A nine-country cross-national study*. Cork: University College Cork and Teaching Council of Ireland.

- Cosgrove, J., Moran, E., Feerick, E., & Duggan, A. (2019). Digital Learning Framework (DLF) national evaluation – starting off: Baseline report. Dublin: Educational Research Centre.
- Costello, K., & Rimol, M. (2020, Juli 9). Gartner Says Worldwide PC Shipments Grew 2.8 % in Second Quarter of 2020. Consulté le September 29, 2020, sur Gartner: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-07-09-gartner-says-worldwide-pc-shipments-grew-2point8-percent-in-second-quarter-of-2020>
- Cox, M. J. (2013). Formal to informal learning with IT: research challenges and issues for e-learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(1), 85-105.
- Craft, S., Ashley, S., & Maksl, A. (2017). News media literacy and conspiracy theory endorsement. *Communication and the Public*, 2(4), 388-401.
- Cresswell, J., Schwantner, U., & Waters, C. (2015). *A Review of International Large-Scale Assessments in Education: Assessing Component Skills and Collecting Contextual Data*. Washington: PISA, The World Bank.
- Crotta, F., Ambrosetti, A., & Salvisberg, M. (2019). Les technologies de l'information et de la communication (TIC) en milieu scolaire. Dans C. PISA.ch (Éd.), *PISA 2018 Les élèves de Suisse en comparaison internationale* (pp. 39-58). Berne & Genève: EFRI/CDIP et Consortium PISA.ch.
- CSRE. (2007). *L'éducation en Suisse - rapport 2006*. Aarau: Centre suisse de coordination pour la recherche en éducation.
- CSRE. (2018). *L'éducation en Suisse - rapport 2018*. Aarau: Centre suisse de coordination pour la recherche en éducation.
- CTIE. (2006). *Infrastructure: Acquisition et mise en service de moyens informatiques à l'école*. Bern: Centre suisse des technologies de l'information dans l'enseignement.
- Cuban, L. (2001). *Oversold and Underused: Computers in the Classroom*. Cambridge, London: Harvard University Press.
- Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S., & Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*, 68, 557-569.
- Cuendet, S., Jermann, P., & Dillenbourg, P. (2012). Tangible interfaces: when physical-virtual coupling may be detrimental to learning. Dans C. Bowers (Éd.), *Proceedings of HCI 2012: The 26th BCS Conference on Human Computer Interaction*. Birmingham: British Informatics Society.
- Cukurova, M., & Luckin, R. (2018). Measuring the Impact of Emerging Technologies in Education: A Pragmatic Approach. Dans J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Éds.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 1181-1199). Cham: Springer.
- Cunha, F., Heckman, J. J., Lochner, L., & Masterov, D. V. (2006). Interpreting the Evidence on Life Cycle Skill Formation. Dans E. Hanushek, & F. Welch (Éds.), *Handbook of the Economics of Education* (Vol. 1, pp. 697-812). Elsevier.
- Dauth, W., Findeisen, S., Suedekum, J., & Woessner, N. (2021). The Adjustment of Labor Markets to Robots. *Journal of the European Economic Association*, im Erscheinen.
- Davies, R. S., & West, R. E. (2014). Technology Integration in Schools. Dans M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. Bishop (Éds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 841-853). New York: Springer.

- Davis, F. A. (1985, Dezember 20). A technology acceptance model for empirically testing new end-users information systems: Theory and results. Dissertation. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.
- De Grip, A., & Sauermann, J. (2012). The Effects of Training on Own and Co-worker Productivity: Evidence from a Field Experiment. *The Economic Journal*, 122(560), 376-399.
- De Grip, A., Sauermann, J., & Sieben, I. (2016). The role of peers in estimating tenure-performance profiles: Evidence from personnel data. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 126(Part A), 39-54.
- de Hoyos, M., Green, A. E., Barnes, S.-A., Behle, H., Baldauf, B., & Owen, D. (2013). ICT and Employability. JRC Technical Reports: Literature Review on Employability, Inclusion and ICT - Report 2. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- De Witte, K., & López-Torres, L. (2017). Efficiency in education: a review of literature and a way forward. *Journal of the Operational Research Society*, 68(4), 339-363. doi:10.1057/jors.2015.92
- D-EDK. (2016, Februar 29). Modul Medien und Informatik. Consulté le April 23, 2020, sur Lehrplan 21: <https://v-ef.lehrplan.ch/index.php?code=b%7C10%7C0&la=yes>
- D-EDK. (2020). Lehrplan 21: Kantone. Consulté le Mai 22, 2020, sur Lehrplan 21: <https://lehrplan21.ch/kantone>
- DEFR & CDIP. (2015). Valorisation optimale des chances: Déclaration 2015 sur les objectifs politiques communs concernant l'espace suisse de la formation. Berne: Département fédéral de l'économie, de la formation et de la recherche & Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique.
- DEFR & CDIP. (2019). Valorisation optimale des chances: Déclaration 2019 sur les objectifs politiques communs concernant l'espace suisse de la formation. Berne: Département fédéral de l'économie, de la formation et de la recherche & Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique.
- Degen, K., Ragni, T., Bieri, D., & Marti, S. (2016). Fachkräftemangel in der Schweiz: Indikatorensystem zur Beurteilung der Fachkräftenachfrage. Bern: Staatssekretariat für Wirtschaft SECO.
- Deloitte & Ipsos MORI. (2019). 2nd Survey of Schools: ICT in Education - Objective 1: Benchmark progress in ICT in schools. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Dengler, K., & Matthes, B. (2015, Dezember 14). Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. IAB-Forschungsbericht No. 11/2015. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit.
- Devine, J. (2019, März 14). The story of SELFIE: from conceptual framework to practical tool. Consulté le März 6, 2020, sur European Commission: SELFIE News: https://ec.europa.eu/education/schools-go-digital/selfie_news/the-story-of-selfie-from-conceptual-framework-to-practical-tool_en
- DeWitt, D., Alias, N., Siraj, S., Yaakub, M. Y., Ayob, J., & Ishak, R. (2013). The potential of Youtube for teaching and learning in the performing arts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 1118-1126.
- Dexter, S. (2018). The Role of Leadership for Information Technology in Education: Systems of Practices. Dans J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Éds.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 484-498). Cham: Springer.
- Dickerson Mayes, S., Calhoun, S. L., Bixler, E. O., & Zimmerman, D. N. (2009). IQ and neuropsychological predictors of academic achievement. *Learning and Individual Differences*, 19(2), 238-241.

Dimaggio, P., Hargittai, E., Celeste, C., & Shafer, S. (2004). Digital inequality: From unequal access to differentiated use. Dans K. Neckerman (Éd.), *Social Inequality* (pp. 355-400). New York: Russell Sage Foundation.

Döbeli Honegger, B., Hielscher, M., & Hartmann, W. (2018). *Lehrmittel in einer digitalen Welt. Expertenbericht im Auftrag der Interkantonalen Lehrmittelzentrale (ilz)*. Rapperswil: Interkantonale Lehrmittelzentrale ilz.

Donati, D. (2018). Mobile Internet access and political outcomes: Evidence from South Africa. The 11th Digital Economics Conference. Toulouse: Toulouse School of Economics.

Duckworth, A. L., & Seligman, M. E. (2005). Self-Discipline Outdoes IQ in Predicting Academic Performance of Adolescents. *Psychological Science*, 16(12), 939-944.

Dunn, J., Gray, C., Moffett, P., & Mitchell, D. (2016). 'It's more funner than doing work': children's perspectives on using tablet computers in the early years of school. *Early Child Development and Care*, 188(6), 819-831.

Durff, L., & Carter, M. (2019). Overcoming Second-Order Barriers to Technology Integration in K-5 Schools. *Journal of Educational Research and Practice*, 9(1), 246-260.

Dwyer, D. C., Ringstaff, C., & Sandholtz, J. H. (1989). The evolution of teachers' instructional beliefs and practices in high-access-to-technology classrooms: First-fourth year findings. Cupertino: Apple Computer, Inc.

educa.ch. (2019). *Daten in der Bildung – Daten für die Bildung. Grundlagen und Ansätze zur Entwicklung einer Datennutzungspolitik für den Bildungsraum Schweiz*. Bern: Schweizer Medieninstitut für Bildung und Kultur Genossenschaft .

educa.ch. (2019). *Données dans l'éducation – Données pour l'éducation. Bases et pistes de réflexion en vue de l'élaboration d'une politique d'utilisation des données pour l'espace suisse de formation*. Berne.

edudoc.ch. (2020, Dezember). Digitalisierung im Bildungssystem: kantonale Konzepte. Consulté le 3 décembre 2020, sur edudoc.ch Schweizerischer Dokumentenserver Bildung: <https://edudoc.ch/search?ln=de&cc=digitalisierungskonzepte>

éduscol. (2019, März 21). PROFITEC 2018: Connaître les pratiques numériques des enseignants. Consulté le 11 septembre 2020, sur L'enquête PROFETIC sur les pratiques numériques des enseignants: https://cache.media.eduscol.education.fr/file/ETIC_et_PROFETIC/51/8/Rapport_PROFE-TIC_2018_v8_1098518.pdf

Eickelmann, B. (2018). Cross-National Policies on Information and Communication Technology in Primary and Secondary Schools: An International Perspective. Dans J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Éds.). Cham: Springer.

Eickelmann, B., & Vennemann, M. (2017). Teachers' attitudes and beliefs regarding ICT in teaching and learning in European countries. *European Educational Research Journal*, 16(6), 733-761.

Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., & Kahnert, J. (2014a). Anlage, Durchführung und Instrumentierung von ICILS 2013. Dans W. Bos, B. Eickelmann, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, . . . H. Wendt (Éds.), *ICILS 2013: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich* (p. 336). Münster: Waxmann.

Eickelmann, B., Schaumburg, H., Drossel, K., & Lorenz, R. (2014b). Schulische Nutzung von neuen Technologien in Deutschland im internationalen Vergleich. Dans W. Bos, B. Eickelmann, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, . . . H. Wendt (Éds.), *ICILS 2013: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich* (pp. 197-229). Münster: Waxmann.

Enikolopov, R., Makarin, A., & Petrova, M. (2020). Social Media and Protest Participation: Evidence from Russia. *Econometrica*, 88(4), 1479-1514.

ENLACES. (2011). *SIMCETIC: Sistema Nacional de Medición de Competencias TIC en Estudiantes: Documentación Técnica 2011*. Santiago de Chile: Ministerio de Educación, Centro de Educación y Tecnología.

Erstad, O., & Voogt, J. (2018). The Twenty-First Century Curriculum: Issues and Challenges. Dans J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Éds.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 20-36). Cham, Springer.

Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second order barriers to change: Strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 47-61.

Ertmer, P. A. (2005). Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration ? *Educational Technology Research and Development*, 53, 25-39.

Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2010). Teacher Technology Change: How Knowledge, Confidence, Beliefs, and Culture Intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255-284.

Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E., & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), 423-435.

Erzinger, A. B., Hauser, M., Dutrevis, M., Hascher, T., Keller, R., Lenz, P., & Soucis, A. (2019). *Erläuterungen zu den Skalen des Kontextfragebogens der ÜGK Sprachen 2017: Theoretischer Hintergrund, Inhalte und Konstrukte*. Bern und St. Gallen: Universität Bern, Pädagogische Hochschule St. Gallen, Service de la recherche en éducation (SRED), Universität Fribourg.

Escueta, M., Quan, V., Nickow, A. J., & Oreopoulos, P. (2017, August). *Education Technology: An Evidence-Based Review*. NBER Working Paper No. 23744. Washington: National Bureau of Economic Research.

Estacio, E. V., Whittle, R., & Protheroe, J. (2019). The digital divide: Examining socio-demographic factors associated with health literacy, access and use of internet to seek health information. *Journal of Health Psychology*, 24(12), 1668-1675.

EUN Working Group [EUN-WG] on ICT in education Indicators. (2017). *Comparative analysis of the European surveys on ICT at school*. Brussels: European Schoolnet. Récupéré sur <http://www.eun.org/documents/411753/817341/European+Schoolnet+Indicators+WG+-+FINAL+REPORT.pdf/cdb21816-b151-47ca-9b85-243e314c0525>

European Commission. (2013a). *Supporting teacher competence development for better learning outcomes*. Brüssel: European Commission.

European Commission. (2013b). *Survey of Schools: ICT in Education*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

European Commission/EACEA/Eurydice. (2011). *Schlüsselzahlen zum Einsatz von IKT für Lernen und Innovation an Schulen in Europa 2011*. Brüssel: Exekutivagentur Bildung, Audiovisuelles und Kultur.

European Commission/EACEA/Eurydice. (2019). *Digital Education at School in Europe: Eurydice Report*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

European Schoolnet. (2010). *Tool 2.1 - Future Classroom Model*. Consulté le März 5, 2020, sur Future Classroom Lab: <http://fcl.eun.org/tool2p1>

Eurostat. (2019a, März 11). *ESMS Indicator Profile: Individuals who have basic or above basic overall digital skills by sex (tepsr_sp410)*. Consulté le Februar 5, 2021, sur Eurostat Metadata: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/tepsr_sp410_esmsip2.htm

Eurostat. (2019b, März 11). *Individuals who have basic or above basic overall digital skills by sex (tepsr_sp410). Euro SDMX Metadata Structure Indicator Profile*. Luxembourg: Eurostat, the statistical office of the European Union.

Evangelista, R., Guerrieri, P., & Meliciani, V. (2014). *The Economic Impact of Digital Technologies in Europe*. *Economics of Innovation and New Technology*, 23(8), 802-824.

Falck, O., Gold, R., & Heblich, S. (2014). *E-lections: Voting Behavior and the Internet*. *American Economic Review*, 104(7), 2238-2265.

Falck, O., Heimisch-Roecker, A., & Wiederhold, S. (2020). *Returns to ICT skills*. *Research Policy*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104064>

Falck, O., Mang, C., & Woessmann, L. (2018). *Virtually No Effect ? Different Uses of Classroom Computers and their Effect on Student Achievement*. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 80(1), 1-38.

Farrell, H. (2012). *The Consequences of the Internet for Politics*. *Annual Review of Political Science*, 15, 35-52.

Fauquet-Alekhine, P. (2015). *Harmful threshold of ICT distraction on the learning process*. *International Journal of Science and Engineering Investigations*, 4(43), 62-69.

Fehrmann, P. G., Keith, T. Z., & Reimers, T. M. (1987). *Home Influence on School Learning: Direct and Indirect Effects of Parental Involvement on High School Grades*. *The Journal of Educational Research*, 80(6), 330-337.

Ferguson, C. J. (2015). *Do Angry Birds Make for Angry Children ? A Meta-Analysis of Video Game Influences on Children's and Adolescents' Aggression, Mental Health, Prosocial Behavior, and Academic Performance*. *Perspectives on Psychological Science*, 10(5), 646-666.

Fernández-Macías, E. (2018). *Automation, digitalisation and platforms: Implications for work and employment*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Fishbein, M. A., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behaviour: An introduction to theory and research*. Reading: Addison-Wesley.

Flamholtz, E., & Randle, Y. (2014). *Implications of organizational Life Cycles for Corporate Culture and Climate*. Dans B. Schneider, & K. M. Barbera (Éds.), *The Oxford Handbook of Organizational Climate and Culture* (pp. 235-256). Oxford: Oxford University Press.

Fleischmann, A., Sieverding, M., Hespeneide, U., Weiß, M., & Koch, S. C. (2016). *See feminine – Think incompetent ? The effects of a feminine outfit on the evaluation of women's computer competence*. *Computers & Education*, 95, 63-74.

- Forman, C., Goldfarb, A., & Greenstein, S. (2012). The Internet and Local Wages: A Puzzle. *American Economic Review*, 102(1), 556-575.
- Forsman, A. K., & Nordmyr, J. (2017). Psychosocial Links Between Internet Use and Mental Health in Later Life: A Systematic Review of Quantitative and Qualitative Evidence. *Journal of Applied Gerontology*, 36(12), 1471-1518.
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Duckworth, D., & Friedman, T. (2019b). IEA International Computer and Information Literacy Study 2018: Assessment Framework. Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Duckworth, D. (2019a). Preparing for Life in a Digital World: IEA International Computer and Information Literacy Study 2018, International Report. Amsterdam: The International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Gebhardt, E. (2014). Preparing for Life in a Digital Age: The IEA International Computer and Information Literacy Study International Report. Cham: Springer.
- Fraillon, J., Schulz, W., Friedman, T., Ainley, J., & Gebhardt, E. (2015). ICILS 2013: Technical Report. Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280.
- Fritic. (2019). Informatikusrüstung und deren Unterhalt in den Freiburger Schulen 2017: Ergebnisse der im Jahr 2018 durchgeführten Umfrage. Freiburg i. Ü.: Fachstelle Fritic, Staat Freiburg.
- Furman, J., & Seamans, R. (2019). AI and the Economy. Dans J. Lerner, & S. Stern (Éds.), *Innovation Policy and the Economy* (pp. 161-191). Washington, DC: National Bureau of Economic Research.
- Furuya-Kanamori, L., & Doi, S. A. (2016). Angry Birds, Angry Children, and Angry Meta-Analysts: A Reanalysis. *Perspectives on Psychological Science*, 11(3), 408-414.
- Galos, S. K. (2018, April). Investigating Students' Perceptions of the Learning Environment, Use of ICT, Self-Efficacy, and Enjoyment in Primary School Classrooms: Effects and Determinants. Doctoral Thesis. Perth: Curtin University.
- Garland, K., & Noyes, J. (2005). Attitudes and confidence towards computers and books as learning tools: a cross-sectional study of student cohorts. *British Journal of Educational Technology*, 36(1), 85-91.
- Gaudreau, P., Miranda, D., & Gareau, A. (2014). Canadian university students in wireless classrooms: What do they do on their laptops and does it really matter? *Computers & Education*, 70, 245-255.
- Gavazza, A., Nardotto, M., & Valletti, T. (2019). Internet and Politics: Evidence from U.K. Local Elections and Local Government Policies. *The Review of Economic Studies*, 86(5), 2092-2135.
- Gebhardt, E., Ainley, J., Thomson, S., & Hillman, K. (2019). Gender Differences in Computer and Information Literacy: An In-depth Analysis of Data from ICILS. Cham: Springer.
- Genlott, A. A., & Grönlund, Å. (2016). Closing the gaps – Improving literacy and mathematics by ict-enhanced collaboration. *Computers & Education*, 99, 68-80.
- Gerber, B. L., Cavallo, A. M., & Marek, E. A. (2001). Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education*, 23(5), 535-549.

- Gerth, S., Klassert, A., Dolk, T., Fliesser, M., Fischer, M. H., Nottbusch, G., & Festman, J. (2016). Is Handwriting Performance Affected by the Writing Surface ? Comparing Preschoolers', Second Graders', and Adults' Writing Performance on a Tablet vs. Paper. *Frontiers in Psychology*, 7, 1308. doi:10.3389/fpsyg.2016.01308
- Giering, B., & Obermöller, M. (2017). *Lernförderliche IT-Ausstattung für Schulen: Orientierungshilfe für Schulträger und Schulen in NRW*. Düsseldorf: Medienberatung NRW.
- Girnat, B., & Linneweber-Lammerskitten, H. (2019). *Schlussbericht zur Entwicklung mathematischer Testitems für die Überprüfung der Grundkompetenzen der Jahrgangsstufe 11 in Mathematik auf der Grundlage des HarmoS Kompetenzmodells Mathematik*. Bern & Genf: EDK & SRED.
- Glass, A. L., & Kang, M. (2019). Dividing attention in the classroom reduces exam performance. *Educational Psychology*, 39(3), 395-408.
- Gnambs, T. (2021). The development of gender differences in information and communication technology (ICT) literacy in middle adolescence. *Computers in Human Behavior*, 104. doi:https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106533
- Gnambs, T., Stasielowicz, L., Wolter, I., & Appel, M. (2020). Do computer games jeopardize educational outcomes ? A prospective study on gaming times and academic achievement. *Psychology of Popular Media*, 9(1), 69–82.
- Goldfarb, A., & Tucker, C. (2019). Digital Economics. *Journal of Economic Literature*, 57(1), 3-43.
- Google. (2014). *Women Who Choose Computer Science - What Really Matters*. Google. Consulté le November 23, 2020, sur <https://static.googleusercontent.com/media/edu.google.com/de//pdfs/women-who-choose-what-really.pdf>
- Goolsbee, A., & Klenow, P. J. (2006). Valuing Consumer Products by the Time Spent Using Them: An Application to the Internet. *American Economic Review*, 96(2), 108-113.
- Gorbunovs, A., Kapenieks, A., & Cakula, S. (2016). Self-discipline as a key indicator to improve learning outcomes in e-learning environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 231, 256-262.
- Gottfredson, L. S., & Deary, I. J. (2004). Intelligence Predicts Health and Longevity, but Why ? . *Current Directions in Psychological Science*, 1-4.
- Gottschalk, F. (2019, Januar 31). *Impacts of technology use on children: Exploring literature on the brain, cognition and well-being*. OECD Education Working Papers No. 195. Paris: OECD.
- Goundar, S. (2014). The Distraction of Technology in the Classroom. *Journal of Education & Human Development*, 3(1), 211-229.
- Graetz, G., & Michaels, G. (2018). Robots at Work. *The Review of Economics and Statistics*, 100(5), 753–768.
- Greene, J. A., Oswald, C. A., & Pomerantz, J. (2015). Predictors of Retention and Achievement in a Massive Open Online Course. *American Educational Research Journal*, 52(5), 925-955.
- Greene, W. H. (2002). *Econometric Analysis*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Greenstein, S., & McDevitt, R. C. (2011). The broadband bonus: Estimating broadband Internet's economic value. *Telecommunications Policy*, 35(7), 617-632.
- Gregory, T., Salomons, A., & Zierahn, U. (2019, September). *Racing With or Against the Machine ? Evidence from Europe*. IZA Discussion Papers 12063. Bonn: IZA – Institute of Labor Economics.

- Grinberg, N., Joseph, K., Friedland, L., Swire-Thompson, B., & Lazer, D. (2019). Fake news on Twitter during the 2016 U.S. presidential election. *Science*, 363(6425), 374-378.
- Grundke, R., Marcolin, L., Nguyen, T. L., & Squicciarini, M. (2018). Which skills for the digital era ? Returns to skills analysis. Paris: OECD.
- Guess, A. M., Lerner, M., Lyons, B., Montgomery, J. M., Nyhan, B., Reifler, J., & Sircar, N. (2020). A digital media literacy intervention increases discernment between mainstream and false news in the United States and India. *PNAS*, 117(27), 15536-15545.
- Gupta, N., & Irwin, J. D. (2016). In-class distractions: The role of Facebook and the primary learning task. *Computers in Human Behavior*, 55(B), 1165-1178.
- Guriev, S., Melnikov, N., & Zhuravskaya, E. (2021). 3G Internet and Confidence in Government. *The Quarterly Journal of Economics*. doi:<https://doi.org/10.1093/qje/qjaa040>
- Hagenaars, A. J., de Vos, K., & Asghar Zaidi, M. (1994). Poverty statistics in the late 1980s: Research based on micro-data. Luxembourg: EuroStat und Office for Official Publications of the European Communities.
- Hall, G. E., Dirksen, D. J., & George, A. A. (2006). Measuring Implementation in Schools: Levels of Use. Austin: SEDL.
- Hall, G. E., Loucks, S. F., Rutherford, W. L., & Newlove, B. W. (1975). Levels of Use of the Innovation: A Framework for Analyzing Innovation Adoption. *Journal of Teacher Education*, 26(1), 52-56.
- Hameleers, M. (2020). Separating truth from lies: comparing the effects of news media literacy interventions and fact-checkers in response to political misinformation in the US and Netherlands. *Information, Communication & Society*. doi:<https://doi.org/10.1080/1369118X.2020.1764603>
- Hampf, F., Wiederhold, S., & Woessmann, L. (2017). Skills, earnings, and employment: exploring causality in the estimation of returns to skills. *Large-scale Assessments in Education*, 5, Artikel 12.
- Hancock, R., Knezek, G., & Christensen, R. (2007). Cross-Validating Measures of Technology Integration: A First Step Toward Examining Potential Relationships Between Technology Integration and Student Achievement. *Journal of Computing in Teacher Education*, 24(1), 15-21.
- Hansen, H. (2010). ICT und Medienbildung in der Lehrpersonenausbildung. Fallstudie über das Studienangebot an Pädagogischen Hochschulen. Bern: Hasler Stiftung.
- Hansen, J. D., & Reich, J. (2015). Democratizing education ? Examining access and usage patterns in massive open online courses. *Science*, 350(6265), 1245-1248.
- Hanushek, E. A. (1987). Educational Production Functions. Dans G. Psacharopoulos (Éd.), *Economics of Education: Research and Studies* (pp. 33-42). New York u.a.: Pergamon Books.
- Hanushek, E. A. (2021). Addressing cross-national generalizability in educational impact evaluation. *International Journal of Educational Development*, 80. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijedu-dev.2020.102318>
- Hanushek, E. A., Schwerdt, G., Wiederhold, S., & Woessmann, L. (2015). Returns to skills around the world: Evidence from PIAAC. *European Economic Review*, 73, 103-130.
- Hao, Y., & Lee, K. S. (2015). Teachers' concern about integrating Web 2.0 technologies and its relationship with teacher characteristics. *Computers in Human Behavior*, 48, 1-8.

- Harmes, J. C., Welsh, J. L., & Winkelman, R. J. (2016). A framework for defining and evaluating technology integration in the instruction of real-world skills. Dans Y. Rosen, S. Ferrara, & M. Mo-sharraf (Éds.), *Handbook of Research on Technology Tools for Real-World Skill Development* (pp. 137-162). Hershey: IGI Global.
- Harris, D. N. (2009). Toward Policy-Relevant Benchmarks for Interpreting Effect Sizes: Combining Effects With Costs. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 31(1), 3-29.
- Hascher, T., & Hagenauer, G. (2020). Swiss adolescents' well-being in school. *Swiss Journal of Educational Research*, 42(2), 367-390.
- Hascher, T., Hagenauer, G., & Schaffer, A. (2011). Wohlbefinden in der Grundschule. *Erziehung und Unterricht*, 161(3-4), 381-392.
- Haßler, B., Major, L., & Hennessy, S. (2016). Tablet use in schools: a critical review of the evidence for learning outcomes. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(2), 139-156.
- Hatlevik, O. E., Throndsen, I., Loi, M., & Gudmundsdottir, G. B. (2018). Students' ICT self-efficacy and computer and information literacy: Determinants and relationships. *Computers & Education*, 118, 107-119.
- Hatlevik, O., Ottestad, G., & Throndsen, I. (2015). Predictors of digital competence in 7th grade: a multilevel analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31, 220-231.
- Hattie, J., & VisibleLearningMeta. (2020). Global Research Database. Consulté le August 5, 2020, sur Visible Learning Metax: <http://www.visiblelearningmetax.com/Influences>
- Hennessy, S., Ruthven, K., & Brindley, S. (2005). Teacher perspectives on integrating ICT into subject teaching: commitment, constraints, caution, and change. *Journal of Curriculum Studies*, 37(2), 155-192.
- Hermans, R., Tondeur, J., van Braak, J., & Valcke, M. (2008). The impact of primary school teachers' educational beliefs on the classroom use of computers. *Computers & Education*, 51(4), 1499-1509.
- Hermida, M. (2019). *EU Kids Online Schweiz. Schweizer Kinder und Jugendliche im Internet: Risiken und Chancen*. Goldau: Pädagogische Hochschule Schwyz.
- Hernandez, M. W., Estrera, E., Markovitz, C. E., Muyskens, P., Bartley, G., Bollman, K., . . . Silbergliitt, B. (2015). *Uses of Technology to Support Early Childhood Practice*. Washington, D.C.: Office of Planning, Research and Evaluation, Administration for Children and Families, U.S. Department of Health and Human Services.
- Hillmayr, D., Reinhold, F., Ziernwald, L., & Reiss, K. (2017). *Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe: Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit*. Münster: Waxmann.
- Hindman, D. B. (2000). The Rural-Urban Digital Divide. *Journalism & Mass Communication Quarterly*, 77(3), 549-560.
- Hoff, O., & Brandes, J. (2019). *Einführung des Obligatorischen Fachs Informatik (OFI): Befragung von SchulleiterInnen, FachvorsteherInnen und Informatik-Lehrpersonen in der Schweiz*. Zürich: Rütter Sococo, Sozioökonomische Forschung und Beratung & SVIA Schweizerischer Verein für Informatik in der Ausbildung.
- Hollands, F. M., & Pan, Y. (2018). Evaluating Digital Math Tools in the Field. *Middle Grades Review*, 4(1), Article 8. Récupéré sur <https://scholarworks.uvm.edu/mgreview/vol4/iss1/8>

- Hollands, F. M., Kieffer, M. J., Shand, R., Pan, Y., Cheng, H., & Levin, H. M. (2016). Cost-Effectiveness Analysis of Early Reading Programs: A Demonstration With Recommendations for Future Research. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 9(1), 30-53.
- Huang, C. (2010). Internet use and psychological well-being: a meta-analysis. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 13(3), 241-249.
- Huang, C. (2017). Time Spent on Social Network Sites and Psychological Well-Being: A Meta-Analysis. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 20(6), 346-354.
- Huber, S. G., & Helm, C. (2020a). Lernen in Zeiten der Corona-Pandemie: Die Rolle familiärer Merkmale für das Lernen von Schüler*innen: Befunde vom Schul-Barometer in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Dans D. Fickermann, & B. Edelstein (Éds.), „Langsam vermisste ich die Schule ...“: Schule während und nach der Corona-Pandemie. DDS – Die Deutsche Schule, Beiheft 16 (pp. 37–60). Münster: Waxmann.
- Huber, S. G., Günther, P. S., Schneider, N., Helm, C., Schwander, M., Schneider, J. A., & Pruitt, J. (2020b). COVID-19 und aktuelle Herausforderungen in Schule und Bildung: Erste Befunde des Schul-Barometers in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Münster: Waxmann.
- Hull, M., & Duch, K. (2019). One-to-One Technology and Student Outcomes: Evidence From Mooresville's Digital Conversion Initiative. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 41(1), 79-97.
- Hupka-Brunner, S., Jann, B., Meyer, T., Imdorf, C., Sacchi, S., Müller, B., . . . Becker, R. (2016). Erläuterungen zum Kontextfragebogender ÜGK 2016: Allgemeiner Teil. Bern: Universität Bern.
- IFES IPES. (2020, décembre 2). Notice de prestation relative à l'enquête standardisée auprès de diplômé·e·s. Consulté le janvier 14, 2021, sur Site web IFES IPES: https://www.ifes-ipes.ch/fileadmin/content/public_downloads/2_Standardisierte_Befragungen/Operatives_SEB/Notice_de_prestation_E-D_201006.pdf
- IFES IPES. (2021, mars 3). Notice de prestation relative à l'enquête standardisée auprès d'élèves de classes terminales. Consulté le janvier 14, 2021, sur Site web IFES IPES: https://www.ifes-ipes.ch/fileadmin/content/public_downloads/2_Standardisierte_Befragungen/Operatives_SAB/Notice_de_prestation_E-CT_210303.pdf
- Ihme, J. M., & Senkbeil, M. (2017). Warum können Jugendliche ihre eigenen computerbezogenen Kompetenzen nicht realistisch einschätzen? *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 49, 24-37.
- ilz. (2020). Arbeitshypothese «Lehrmittel 2030». Rapperswil: Interkantonale Lehrmittelzentrale.
- Imbens, G., & Rubin, D. B. (2015). *Causal Inference for Statistics, Social, and Biomedical Sciences*. New York: Cambridge University Press.
- Initiative des villes pour la formation. (2019). Numérisation à l'école obligatoire: Document thématique de l'Initiative des villes pour la formation. Winterthur: Initiative des villes pour la formation.
- Ioannou, A., & Makridou, E. (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. *Education and Information Technologies*, 23, 2531–2544.
- IRD. (2020a). Formation générale - MITIC (Médias, Images, Technologies de l'Information et de la Communication): année scolaire 2019-2020, Degré primaire (cycles 1 et 2): nombre de périodes par semaine. Neuchâtel: IRDP/Secteur Documentation. Consulté le November 27, 2020, sur https://www.irdp.ch/data/documents/13mitic_cycle_1_cycle_2_1920.pdf

- IRDP. (2020b). Formation générale - MITIC (Médias, Images, Technologies de l'Information et de la Communication): année scolaire 2019-2020, secondaire I (cycle 3): nombre de périodes par semaine. Neuchâtel: IRDP/Secteur Documentation.
- Iriti, J., Bickel, W., Schunn, C., & Stein, M. K. (2016). Maximizing research and development resources: identifying and testing “load-bearing conditions” for educational technology innovations. *Educational Technology Research and Development*, 64, 245–262.
- ISTE. (2008). ISTE Standards for Teachers. Washington, D.C.: International Society for Technology in Education.
- IWSB. (2018). ICT-Fachkräftesituation: Bedarfsprognose 2026. Bern: CT-Berufsbildung Schweiz.
- Izmestiev, D. (2012). Personalized learning: a new ICT-enabled education approach. Moskau: UNESCO Institute for Information Technologies in Education.
- Jäckel, M., Lenz, T., & Zillien, N. (2005). Stadt-Land-Unterschiede der Internetnutzung – eine empirische Untersuchung der regionalen digitalen Spaltung. *merz | medien + erziehung | zeitschrift für medienpädagogik*, 6, 17-28.
- Jacob, B., Berger, D., Hart, C., & Loeb, S. (2016). Can Technology Help Promote Equality of Educational Opportunities? *RSF: The Russell Sage Foundation Journal of the Social Sciences*, 2(5), 242-271.
- Jaggars, S. S. (2011, Januar). Online Learning: Does It Help Low-Income and Underprepared Students? CCRC Working Paper No. 26. New York: Teachers College, Columbia University.
- James, B. D., Boyle, P. A., Yu, L., & Bennett, D. A. (2013). Internet use and decision making in community-based older adults. *Frontiers in Psychology*. doi:<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00605>
- Janssen, S., & Mohrenweiser, J. (2018, Februar). The Shelf Life of Incumbent Workers during Accelerating Technological Change: Evidence from a Training Regulation Reform. IZA Discussion Paper No. 11312. Bonn: IZA Institute of Labor Economics.
- Japel, C. (2007). School Readiness and Later Achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428–1446.
- Jara, I., Claro, M., Hinostroza, J. E., Martín, E. S., Patricio, R., Cabello, T., . . . Labbé, C. (2015). Understanding factors related to Chilean students' digital skills: A mixed methods analysis. *Computers & Education*, 88, 387-398.
- Järvelä, S. (2006). Personalised Learning? New Insights into Fostering Learning Capacity. Dans OECD (Éd.), *Personalising Education* (pp. 31-46). Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Jeong, S.-H., Cho, H., & Hwang, Y. (2012). Media Literacy Interventions: A Meta-Analytic Review. *Journal of Communication*, 62(3), 454-472.
- Jeunes et médias. (2020). Recommandations pour l'utilisation des médias numériques pour les parents d'enfants jusqu'à 7 ans. Berne: Office fédéral des assurances sociales.
- Jones, C., & Shao, B. (2011). *The Net Generation and Digital Natives - Implications for Higher Education: A literature review commissioned by the Higher Education Academy*. Milton Keynes: The Open University.
- Jones-Jang, M., Mortensen, T., & Liu, J. (2021). Does Media Literacy Help Identification of Fake News? *Information Literacy Helps, but Other Literacies Don't*. *American Behavioral Scientist*, 65(2), 371-388.

Juhaňák, L., Zounek, J., Záleská, K., Bárta, O., & Vlčková, K. (2019). The relationship between the age at first computer use and students' perceived competence and autonomy in ICT usage: A mediation analysis. *Computers & Education*, 141, 103614.

Jung, M., & Carstens, R. (Éds.). (2015). *ICILS 2013 User Guide for the International Database*. Amsterdam: IEA Secretariat.

Kahne, J., & Bowyer, B. (2017). Educating for Democracy in a Partisan Age: Confronting the Challenges of Motivated Reasoning and Misinformation. *American Educational Research Journal*, 54(1), 3-34.

Kampylis, P., Devine, J., Punie, Y., & Newman, T. (2016). Supporting Schools to go Digital: From a Conceptual Model Towards the Design of a Self-Assessment Tool for Digital-Age Learning. 9th International Conference of Education, Research and Innovation (pp. 0816-0825). Sevilla: IATED Academy.

Kampylis, P., Punie, Y., & Devine, J. (2015). Promoting Effective Digital-Age Learning: A European Framework for Digitally-Competent Educational Organisations. Brüssel: Joint Research Centre, European Commission.

Kanero, J., Geçkin, V., Oranç, C., Mamus, E., Küntay, A. C., & Göksun, T. (2018). Social Robots for Early Language Learning: Current Evidence and Future Directions. *Child Development Perspectives*, 12(3), 146-151.

Kardefelt-Winther, D. (2019). Chapter 8: Children's time online and well-being outcomes. Dans T. Burns, & F. Gottschalk (Éds.), *Educating 21st Century Children: Emotional Well Being in the Digital Age* (pp. 141-162). Paris: OECD.

Karim, M. E., Lemaignan, S., & Mondada, F. (2015). A review: Can robots reshape K-12 STEM education ? 2015 IEEE International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO). Lyon: IEEE.

Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). The Effect of a Classroom-Based Intensive Robotics and Programming Workshop on Sequencing Ability in Early Childhood. *Early Childhood Education*, 41, 245-255.

Kazakoff, E., & Bers, M. (2012). Programming in a Robotics Context in the Kindergarten Classroom: The Impact on Sequencing Skills. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 21(4), 371-391.

Kiefer, M., Schuler, S., Mayer, C., Trumpp, N. M., Hille, K., & Sachse, S. (2015). Handwriting or Typewriting ? The Influence of Pen- or Keyboard-Based Writing Training on Reading and Writing Performance in Preschool Children. *Advances in Cognitive Psychology*, 11(4), 136-146.

Kiener, F., Gnehm, A.-S., Clematide, S., & Backes-Gellner, U. (2019, Februar). Different Types of IT Skills in Occupational Training Curricula and Labor Market Outcomes. Swiss Leading House on Economics of Education, Firm Behavior and Training Policies Working Paper No. 159. Zürich: Universität Zürich.

Kim, I., Jung, G., Jung, H., Ko, M., & Lee, U. (2017). Let's FOCUS: Mitigating Mobile Phone Use in College Classrooms. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, Article 63.

Kim, K. G., Oertel, C., Dobricki, M., Olsen, J. K., Coppi, A. E., Cattaneo, A., & Dillenbourg, P. (2020). Using immersive virtual reality to support designing skills in vocational education. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2199-2213.

- Kirschner, P. A., & De Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multitasker. *Teaching and Teacher Education*, 67, 135-142.
- Kluzer, S., Pujol Priego, L., Carretero Gomez, S., Punie, Y., Vuorikari, R., Cabrera Giraldez, M., & Okeeffe, W. (2018). *DigComp into Action: Get inspired, make it happen. A user guide to the European Digital Competence Framework*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Knezek, G., & Christensen, R. (1997). *Attitudes Toward Information Technology at Two Parochial Schools in North Texas: Technical Report 97.2*. Denton: Texas Center for Educational Technology. Consulté le April 27, 2020, sur <https://courseweb.lt.unt.edu/gknezek/studies/techrept/TR97-2.htm>
- Knezek, G., & Christensen, R. (2016). Extending the will, skill, tool model of technology integration: adding pedagogy as a new model construct. *Journal of Computing in Higher Education*, 28, 307–325.
- Knezek, G., & Christensen, R. (2018). The Evolving Role of Attitudes and Competencies in Information and Communication Technology in Education. Dans J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Éds.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 239-254). Cham: Springer.
- Koch, S. C., Müller, S. M., & Sieverding, M. (2008). Women and computers. Effects of stereotype threat on attribution of failure. *Computers & Education*, 51(4), 1795-1803.
- Koedinger, K. R., & Anderson, J. R. (1993). *Effective Use of Intelligent Software in High School Math Classrooms*. Conference on Artificial Intelligence in Education. Charlottesville: AACE.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge ? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Konsortium icils.ch. (2015). *Internationale Computer- und Informationskompetenzstudie (ICIS 2013): Schweiz First Findings*. Unveröffentlichter Bericht. Konsortium icils.ch.
- Koster, B., & Dengerink, J. (2008). Professional standards for teacher educators: how to deal with complexity, ownership and function. Experiences from the Netherlands. *European Journal of Teacher Education*, 31(2), 135-149.
- Kozma, R. B. (Éd.). (2003). *Technology, innovation and educational change: A global perspective*. Eugene: International Society for technology in Education.
- Kozma, R. B. (2011). A Framework for ICT Policies to Transform Education. Dans UNESCO, *Transforming Education: The Power of ICT Policies* (pp. 19-36). Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Kraft, M. A. (2020). Interpreting Effect Sizes of Education Interventions. *Educational Researcher*, 49(4), 241-253.
- Kraft, M., & Rogers, T. (2015). The underutilized potential of teacher-to-parent communication: Evidence from a field experiment. *Economics of Education Review*, 47, 49-63.
- Krasnova, H., Wenninger, H., Widjaja, T., & Buxmann, P. (2013). *Envy on Facebook: A Hidden Threat to Users' Life Satisfaction ?* *Wirtschaftsinformatik 2013*. Leipzig.
- Kraushaar, J. M., & Novak, D. C. (2010). Examining the Affects of Student Multitasking with Laptops During the Lecture. *Journal of Information Systems Education*, 21(2), 241-252.
- Kreiner, S., & Christensen, K. B. (2013). Analyses of Model Fit and Robustness. A New Look at the PISA Scaling Model Underlying Ranking of Countries According to Reading Literacy. *Psychometrika*, 79, 210-231.

- Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems: A Meta-Analytic Review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42-78.
- Kvasny, L. (2006). Cultural (Re)production of digital inequality in a US community technology initiative. *Information, Communication & Society*, 9(2), 160-181.
- Labuhn, A. S., Zimmerman, B. J., & Hasselhorn, M. (2010). Enhancing students' self-regulation and mathematics performance: the influence of feedback and self-evaluative standards. *Metacognition Learning*, 5, 173-194.
- Lai, J. W., & Bower, M. (2019). How is the Use of Technology in Education Evaluated ? A Systematic Review. *Computers & Education*, 133, 27-42.
- Langford, S., Narayan, A., & Von Glahn, N. (2016). Revisiting the Technology and Student Learning Debates: Critical Issues and Multiple Perspectives. *Technology and Student Learning*, 9(2), 1-15.
- Larsen, K. P. (2020, Juli 16). Graph Reader. Consulté le August 10, 2020, sur <http://www.graphreader.com/>
- Latchem, C. (2016). Learning Technology and Lifelong Informal, Self-directed, and Non-formal Learning. Dans N. Rushby, & D. W. Surry (Éds.), *The Wiley Handbook of Learning Technology* (pp. 180-199). Chichester: Wiley Blackwell.
- Latzer, M., Büchi, M., & Festic, N. (2019). Internetverbreitung und digitale Bruchlinien in der Schweiz 2019. Themenbericht aus dem World Internet Project – Switzerland. Zürich: Universität Zürich.
- Latzer, M., Büchi, M., & Festic, N. (2020). Internet Use in Switzerland 2011–2019: Trends, Attitudes and Effects. Summary Report from the World Internet Project – Switzerland. Zürich: University of Zürich.
- Laxman, K., & Holt, C. (2017). Bring Your Own Device or Bring Your Own Distraction. *International Journal on E-Learning*, 16(3), 245-263.
- Lazonder, A. W., & Rouet, J.-F. (2008). Information problem solving instruction: Some cognitive and metacognitive issues. *Computers in Human Behavior*, 24(3), 753-765.
- Lazonder, A. W., Walraven, A., Gijlers, H., & Janssen, N. (2020). Longitudinal assessment of digital literacy in children: Findings from a large Dutch single-school study. *Computers & Education*, 143, 103681.
- Lei, J. (2010). Quantity versus quality: A new approach to examine the relationship between technology use and student outcomes. *British Journal of Educational Technology*, 41(3), 455-472.
- Lenox, T. L., Jesse, G., & Woratschek, C. R. (2012). Factors Influencing Students' Decisions To Major In A Computer-Related Discipline. *Information Systems Education Journal*, 10(6), 63-71.
- Levin, H. M., Glass, G. V., & Meister, G. R. (1987). Cost-Effectiveness of Computer-Assisted Instruction. *Evaluation Review*, 11(1), 50-72.
- Lewis, E. (2011). Immigration, Skill Mix, and Capital Skill Complementarity. *The Quarterly Journal of Economics*, 126(2), 1029-1069.
- Liao, Y. C., & Hao, Y. (2008). Large-scale studies and quantitative methods. Dans J. Voogt, & G. Knezek, *International handbook of information technology in primary and secondary* (pp. 1019-1036). London: Springer.

- Liao, Y.-K. C., & Lai, W.-C. (2018). Meta-analyses of Large-Scale Datasets: A Tool for Assessing the Impact of Information and Communication Technology in Education. Dans J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai, *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 1125-1142). Cham: Springer.
- Lim, C. P., & Oakley, G. (2013). Information and Communication Technologies (ICT) in Primary Education: Opportunities and Supporting Conditions. Dans L. Y. Tay, & C. P. Lim (Éds.), *Creating Holistic Technology-Enhanced Learning Experiences: Tales from a Future School in Singapore* (pp. 1-18). Rotterdam: SensePublishers.
- Lin, D., Lutter, R., & Ruhm, C. J. (2018). Cognitive performance and labour market outcomes. *Labour Economics*, 51, 121-135.
- Lin, L., & Cranton, P. (2015). Informal and Self-Directed Learning in the Age of Massive Open Online Courses (MOOCs). Dans O. Taiwo, P. Cranton, & O. Mejiuni (Éds.), *Measuring and Analyzing Informal Learning in the Digital Age* (pp. 91-105). Hershey: IGI Global.
- Link, S. (2013). *Institutional Determinants of Student Achievement: Microeconomic Evidence*. ifo Beiträge zur Wirtschaftsforschung. München: ifo Institut.
- Livingstone, S. (2012). Critical reflections on the benefits of ICT in education. *Oxford Review of Education*, 38(1), 9-24. doi:10.1080/03054985.2011.577938
- Lorenceau, A., Marec, C., & Mostafa, T. (2019, May 7). Upgrading the ICT questionnaire items in PISA 2021. OECD Education Working Papers No. 202. Paris: OECD.
- Loucks, S. F., & Hall, G. E. (1979). *Implementing Innovations in Schools: A Concerns-Based Approach*. Annual Meeting of the American Educational Research Association. San Francisco.
- Louis, K. S., Leithwood, K., Wahlstrom, K. L., Anderson, S. E., Michlin, M., Gordon, M., . . . Moore, S. (2010). *Learning from Leadership: Investigating the Links to Improved Student Learning: Final Report of Research Findings - Final Report of Research to the Wallace Foundation*. Minneapolis: University of Minnesota.
- Luik, P., Feklistova, L., Lepp, M., Tõnisson, E., Suviste, R., Gaiduk, M., . . . Palts, T. (2019). Participants and completers in programming MOOCs. *Education and Information Technologies*, 3689–3706.
- Lund, T. J., & Stains, M. (2015). The importance of context: an exploration of factors influencing the adoption of student-centered teaching among chemistry, biology, and physics faculty. *International Journal of STEM Education*, 2, Article number: 13.
- Luschei, T. F. (2013). Assessing the Costs and Benefits of Educational Technology. Dans J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Éds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 239–248). New York: Springer.
- Lutz, C. (2019). Digital inequalities in the age of artificial intelligence and big data. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 1(2), 141-148.
- Ma, X., Shen, J., Krenn, H., Hu, S., & Yuan, J. (2016). A Meta-Analysis of the Relationship Between Learning Outcomes and Parental Involvement During Early Childhood Education and Early Elementary Education. *Educational Psychology Review*, 28(4), 771–801.
- Marciano, L., & Camerini, A.-L. (2019). Screen time, sleep, and physical activity: Associations with academic achievement in Swiss students. 2nd International Conference on Well-being in Education Systems. Locarno.

- Marciano, L., Schulz, P., & Camerini, A.-L. (2019). Time online, time with friends: How do they influence depressive symptomatology over time? A random-intercept longitudinal panel model on adolescents in Switzerland. *European Conference on Health Communication*. Zürich.
- Margaryan, A., Littlejohn, A., & Vojt, G. (2011). Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies. *Computers & Education*, 56(2), 429-440.
- Marker, C., Gnambs, T., & Appel, M. (2018). Active on Facebook and Failing at School? Meta-Analytic Findings on the Relationship Between Online Social Networking Activities and Academic Achievement. *Educational Psychology Review*, 30, 651-677.
- Markos, A., Dramalidis, A., & Menexes, G. (2013). Student response patterns and scale usage heterogeneity in PISA 2006 science interest scale. *Data Analysis Bulletin*, 14(13), 72-89.
- Master, A., Cheryan, S., & Meltzoff, A. N. (2016). Computing Whether She Belongs: Stereotypes Undermine Girls' Interest and Sense of Belonging in Computer Science. *Journal of Educational Psychology*, 108(3), 424-437.
- Mauroux, L., Könings, K. D., Dehler Zufferey, J., & Gurtner, J.-L. (2014). Mobile and Online Learning Journal: Effects on Apprentices' Reflection in Vocational Education and Training. *Vocations and Learning*, 7, 215-239.
- Mayer, C., Wallner, S., Budde-Spengler, N., Braunert, S., Arndt, P. A., & Kiefer, M. (2020). Literacy Training of Kindergarten Children With Pencil, Keyboard or Tablet Stylus: The Influence of the Writing Tool on Reading and Writing Performance at the Letter and Word Level. *Frontiers in Psychology*, 10, 3054. doi:10.3389/fpsyg.2019.03054
- McCoy, B. R. (2016). Digital Distractions in the Classroom Phase II: Student Classroom Use of Digital Devices for Non-Class Related Purposes. *Journal of Media Education*, 7(1), 5-32.
- McDool, E., Powell, P., Roberts, J., & Taylor, K. (2020). The internet and children's psychological wellbeing. *Journal of Health Economics*, 69, 102274.
- McDougall, J., Zezulkova, M., van Driel, B., & Sternadel, D. (2018). Teaching media literacy in Europe: evidence of effective school practices in primary and secondary education: NESET II report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- McFarlane, A., Harrison, C., Somekh, B., Scrimshaw, P., Harrison, A., & Lewin, C. (2000). Establishing the Relationship between Networked Technology and Attainment. London: Becta.
- McInerney, C. R., DiDonato, N. O., Giagnacova, R., & O'Donnell, A. M. (2006). Students' Choice of Information Technology Majors and Careers: A Qualitative Study. *Information Technology, Learning & Performance Journal*, 24(2), 35-53.
- Meelissen, M. (2008). Computer Attitudes and Competencies Among Primary and Secondary School Students. Dans J. Voogt, & G. Knezek (Éds.), *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 381-395). Boston: Springer.
- Meisel, F., Meier, U., Schwarb, U., Wüest, O., Schmid, A., & Erni, H. (2019). *Grundlagen Medien, Informatik und Anwendungskompetenzen: Zyklus 1, 2 und 3 LP21: Medien, Informatik und Anwendung*. Version 08/2019. MIA21. Consulté le April 23, 2020, sur https://mia21.ch/pluginfile.php/286/mod_resource/content/1/MIA21_2019_Grundlagenmodul.pdf
- Mercer, A. W., Kreuter, F., Keeter, S., & Stuart, E. A. (2017). Theory and Practice in Nonprobability Surveys: Parallels between Causal Inference and Survey Inference. *Public Opinion Quarterly*, 81(S1), 250-271. doi: <https://doi.org/10.1093/poq/nfw060>

- Miller, R. G., Brady, J. T., & Izumi, J. T. (2016). Stripping the Wizard's Curtain: Examining the Practice of Online Grade Booking in K-12 Schools. *School Community Journal*, 26(2), 45-69.
- Ministerium für Bildung. (2019). Orientierungshilfe - Digitalinfrastruktur an Schulen. Mainz: Ministerium für Bildung, Rheinland-Pfalz.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- mmb Institut. (2017). Monitor Digitale Bildung - Materialsammlung: Begriffskonzepte und erkenntnisleitende Forschungsfragen. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Moores, T. T., & Chang, J. C.-J. (2009). Self-efficacy, overconfidence, and the negative effect on subsequent performance: A field study. *Information & Management*, 46(2), 69-76.
- Morales Velázquez, C. (2006, Mai). Cross-cultural Validation of the Will, Skill, Tool Model of Technology Integration. Dissertation. Denton, Texas: University of North Texas.
- Morinaj, J., & Hascher, T. (2020). Investigating the longitudinal association between student well-being and academic performance. SSRE Conference 2020: "Knowledge at the intersection of Research, Practices and Learning". Online: HEP BEJEUNE.
- Morris, N. P., Hotchkiss, S., & Swinnerton, B. (2015). Can demographic information predict MOOC learner outcomes? Proceedings of the European MOOC Stakeholder. eMOOCs Conference 2015. Mons: White Rose University Consortium.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Technology For Education And Learning*, 1, 1-7.
- Müller, M. (2020). Corona-Krise und Fachkräftemangel bremsen das Wachstum. Frankfurt am Main: KfW Research.
- Multon, K. D., Brown, S. D., & Lent, R. W. (1991). Relation of self-efficacy beliefs to academic outcomes: A meta-analytic investigation. *Journal of Counseling Psychology*, 38(1), 30-38.
- Muralidharan, K., Singh, A., & Ganimian, A. J. (2019). Disrupting Education? Experimental Evidence on Technology-Aided Instruction in India. *American Economic Review*, 109(4), 1426-1460.
- Muro, M., Maxim, R., Whiton, J., & Hathaway, I. (2019). Automation and Artificial Intelligence: How Machines are Affecting People and Places. Washington, D.C.: Brookings.
- Nedelkoska, L., & Quintini, G. (2018). Automation, skills use and training. OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 202. Paris: OECD. doi:<https://dx.doi.org/10.1787/2e2f4eea-en>
- Niederhauser, D. S., & Lindstrom, D. L. (2018). Instructional Technology Integration Models and Frameworks: Diffusion, Competencies, Attitudes, and Dispositions. Dans J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Éds.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 335-355). Cham: Springer.
- Noy, M. V., James, H., & Bedley, C. (2016). *Reconceptualizing Learning: A Review of the Literature on Informal Learning*. Piscataway: Education and Employment Research Center, Rutgers University & ACT Foundation.
- Nugent, G., Barker, B., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. I. (2010). Impact of Robotics and Geospatial Technology Interventions on Youth STEM Learning and Attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(4), 391-408.

Nyhan, B., Porter, E., Reifler, J., & Wood, T. J. (2020). Taking Fact-Checks Literally But Not Seriously? The Effects of Journalistic Fact-Checking on Factual Beliefs and Candidate Favorability. *Political Behavior*, 42, 939–960.

Odgers, C. L., & Jensen, M. R. (2020). Annual Research Review: Adolescent mental health in the digital age: facts, fears, and future directions. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 61(3), 336-348. doi:<https://doi.org/10.1111/jcpp.13190>

OECD. (2001). *Understanding the Digital Divide*. OECD Digital Economy Papers, No. 49. Paris: OECD Publishing.

OECD. (2009). *PISA Data Analysis Manual*. Paris: OECD.

OECD. (2012). *Literacy, Numeracy and Problem Solving in Technology-Rich Environments: Framework for the OECD Survey of Adult Skills*. Paris: OECD Publishing.

OECD. (2013, April 16). What are Equivalence Scales ? Consulté le August 19, 2020, sur OECD Project on Income Distribution and Poverty: <http://www.oecd.org/els/soc/OECD-Note-EquivalenceScales.pdf>

OECD. (2014). *TALIS 2013 Results: An International Perspective on Teaching and Learning*. Paris: OECD Publishing.

OECD. (2015a). *Education Policy Outlook 2015: Making Reforms Happen*. Paris: OECD Publishing.

OECD. (2015b). *Students, Computers and Learning: Making the connection*. Paris: PISA, OECD Publishing.

OECD. (2015c). *The OECD Model Survey on ICT Access and Usage by Households and Individuals, 2nd Revision*. Paris: OECD.

OECD. (2019, Dezember). Fixed and mobile broadband subscriptions per 100 inhabitants. Consulté le August 14, 2020, sur Broadband Portal: <http://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics/>

OECD. (2019a). *How's Life in the Digital Age ? Opportunities and Risks of the Digital Transformation for People's Well-being*. Paris: OECD.

OECD. (2019b). *PISA 2021 ICT Framework*. Paris: Organisation of Economic Cooperation and Development.

OECD. (2020, Juli 1). Scaling procedures and construct validation of context questionnaire data (text). Consulté le September 3, 2020, sur PISA 2018 Technical Report: https://www.oecd.org/pisa/data/pisa2018technicalreport/PISA2018_Technical-Report-Chapter-16-Background-Questionnaires.pdf

OFCOM & swisstopo. (2020, Août 14). Atlas large bande. Récupéré sur geo.admin.ch - le géoportail fédéral: <https://map.geo.admin.ch/?topic=nga&lang=fr&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-grau&catalogNodes=15066,15041>

OFCOM. (2018). *Stratégie « Suisse numérique »*. Bienne/Biel: Office fédéral de la communication.

OFCOM. (2020). *Stratégie « Suisse numérique »*. Bienne/Biel: Office fédéral de la communication.

Office of Educational Technology. (2016, Oktober). *Guiding Principles for Use of Technology with Early Learners*. Consulté le November 9, 2020, sur <https://tech.ed.gov/earlylearning/principles/>

Office of Educational Technology. (2017). *Building Technology Infrastructure for Learning*. Washington, D.C.: U.S. Department of Education.

OFS. (2016). Indice des prix à la consommation (décembre 2015 = 100). Neuchâtel: Office fédéral de la statistique.

OFS. (2020a, Avril 7). Ensemble des indicateurs - Ménages et population. Société de l'information [Tableaux]. Neuchâtel: Office fédéral de la statistique. Récupéré sur <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/culture-medias-societe-information-sport/societe-information/indicateurs-generaux/menages-population.html>

OFS. (2020b, Avril 7). Equipement et dépenses TIC, comparaison internationale. Neuchâtel: Office fédéral de la statistique. Récupéré sur <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/culture-medias-societe-information-sport/societe-information/indicateurs-generaux/menages-population/equipement-depenses-tic.html>

OFS. (2020c, Avril 4). Utilisation d'internet [tableau]. Société de l'information - Ensemble des indicateurs. Neuchâtel: Office fédéral de la statistique. Récupéré sur <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/culture-medias-societe-information-sport/societe-information/indicateurs-generaux/menages-population/utilisation-internet.html>

OFS. (2020d, Juli 17). Fiche signalétique – Enquêtes, sources: Microrecensement formation de base et formation continue. Récupéré sur Site web d'OFS: <https://www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/13647954/master>

Oggenfuss, C., & Wolter, S. C. (2021, mai). Monitoring de la numérisation dans l'éducation du point de vue des élèves. SKBF Staff Paper 22. Aarau: Centre suisse de coordination pour la recherche en éducation.

Oh, H. J., Ozkaya, E., & LaRose, R. (2014). How does online social networking enhance life satisfaction? The relationships among online supportive interaction, affect, perceived social support, sense of community, and life satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 30, 69-78.

Orben, A. (2020). Teenagers, screens and social media: a narrative review of reviews and key studies. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*. doi:<https://doi.org/10.1007/s00127-019-01825-4>

Orben, A., & Przybylski, A. K. (2019). The association between adolescent well-being and digital technology use. *Nature Human Behaviour*, 3, 173–182.

Orben, A., & Przybylski, A. K. (2020). Teenage sleep and technology engagement across the week. *PeerJ - Life & Environment*, e8427. doi:<https://doi.org/10.7717/peerj.8427>

Ottensbreit-Leftwich, A. T., Kopcha, T. J., & Ertmer, P. A. (2018). Information and Communication Technology Dispositional Factors and Relationship to Information and Communication Technology Practices. Dans J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Éds.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 309-334). Cham: Springer.

Ottensbreit-Leftwich, A., Liao, J. Y.-C., Sadik, O., & Ertmer, P. A. (2018). Evolution of Teachers' Technology Integration Knowledge, Beliefs, and Practices: How Can We Support Beginning Teachers Use of Technology? *Journal of Research on Technology in Education*, 50(4), 282-304.

Pädagogische Hochschule Schwyz, u.a. (2017, November 28). MIA21. Consulté le April 22, 2020, sur <https://mia21.ch/>

Pädagogische Hochschule Zürich, u.a. (2021). CAS Pädagogischer ICT Support 2021/2023 (EDK- anerkannt). Consulté le März 9, 2021, sur Webseite der Pädagogischen Hochschule Zürich: [https://phzh.ch/de/Weiterbildung/Anlasssuche/Anlassdetail/CAS-Paedagogischer-ICT-Support-202123-EDK- anerkannt-n144367580.html#:~:text=CAS%20P%C3%A4dagogischer%20ICT%20Support%202021%2F2023%20\(EDK%20Danerkannt\)&text=Mit%20dem%20CAS%20PICTS%20 werden,und%20In](https://phzh.ch/de/Weiterbildung/Anlasssuche/Anlassdetail/CAS-Paedagogischer-ICT-Support-202123-EDK- anerkannt-n144367580.html#:~:text=CAS%20P%C3%A4dagogischer%20ICT%20Support%202021%2F2023%20(EDK%20Danerkannt)&text=Mit%20dem%20CAS%20PICTS%20werden,und%20In)

- Pajares, M. F. (1992). Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Palczyńska, M., & Rynko, M. (2020). ICT skills measurement in social surveys: Can we trust self-reports? *Quality & Quantity*. doi:<https://doi.org/10.1007/s11135-020-01031-4>
- Pane, J. F., Griffin, B. A., McCaffrey, D. F., & Karam, R. (2014). Effectiveness of Cognitive Tutor Algebra I at Scale. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 36(2), 127-144.
- Pane, J. F., McCaffrey, D. F., Slaughter, M. E., Steele, J. L., & Ikemoto, G. S. (2010). An Experiment to Evaluate the Efficacy of Cognitive Tutor Geometry. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 3(3), 254-281.
- Park, Y. J. (2013). Digital Literacy and Privacy Behavior Online. *Communication Research*, 40(2), 215-236.
- Passey, D., Rogers, C., Machell, J., & McHugh, G. (2004). *The Motivational Effect of ICT on Pupils*. Lancaster: Department of Educational Research, Lancaster University.
- Patterson, R. W., & Patterson, R. M. (2017). Computers and productivity: Evidence from laptop use in the college classroom. *Economics of Education Review*, 57, 66-79.
- Pauli, C., & Reusser, K. (2011). Expertise in Swiss mathematics instruction. Dans Y. Liu, & G. Kaiser (Éds.), *Expertise in mathematics instruction: an international perspective* (pp. 85-107). New York: Springer.
- Pelgrum, W. J., & Anderson, R. E. (Éds.). (2001a). *ICT and the Emerging Paradigm: An IEA Educational Assessment of Infrastructure, Goals, and Practices in Twenty-Six Countries*. Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Pelgrum, W. J., & Plomp, T. (1991). *Use of computers in education worldwide: Results from the IEA "Computers in Education."*. Oxford: Pergamon Press.
- Pelgrum, W. J., & Plomp, T. (Éds.). (1993). *The IEA study of computers in education: Implementation of an innovation in 21 education systems*. Oxford: Pergamon Press.
- Pelgrum, W. J., Janssen Reinen, I., & Plomp, T. (Éds.). (1993). *Schools, teachers, students, and computers: A cross-national perspective*. The Hague: International Association for the Evaluation.
- Pellegrino, J. W., & Hilton, M. L. (Éds.). (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Petko, D. (2012). Teachers' pedagogical beliefs and their use of digital media in classrooms: Sharpening the focus of the 'will, skill, tool' model and integrating teachers' constructivist orientations. *Computers & Education*, 58(4), 1351-1359.
- Petko, D. (2020, Februar 4). Projekt: Digital transformation in upper secondary schools: Identifying directions and key factors for technology-related school development, teaching and learning. Consulté le November 12, 2020, sur *Forschungsdatenbank SNF*: <http://p3.snf.ch/project-187277>
- Petko, D., Cantieni, A., & Prasse, D. (2017). Perceived Quality of Educational Technology Matters: A Secondary Analysis of Students' ICT Use, ICT-Related Attitudes, and PISA 2012 Test Scores. *Journal of Educational Computing Research*, 54(8), 1070-1091.
- Petko, D., Cantieni, A., & Prasse, D. (2018). Was beeinflusst die Einstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Lernen mit digitalen Medien? Eine Analyse der Befragungen von PISA 2012 in der Schweiz. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 40(2), 373-390.

- Petko, D., Döbeli Honegger, B., & Prasse, D. (2018). Digitale Transformation in Bildung und Schule: Facetten, Entwicklungslinien und Herausforderungen für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 36(2), 157-174.
- Petko, D., Egger, N., Cantieni, A., & Wespi, B. (2015). Digital media adoption in schools: Bottom-up, top-down, complementary or optional? *Computers & Education*, 84, 49-61.
- Petko, D., Prasse, D., & Cantieni, A. (2013). ICT im Unterricht der Primarstufe: Ergebnisse einer empirischen Bestandsaufnahme im Kanton Thurgau. Goldau: Pädagogische Hochschule Schwyz, Institut für Medien und Schule .
- Petko, D., Prasse, D., & Cantieni, A. (2018). The Interplay of School Readiness and Teacher Readiness for Educational Technology Integration: A Structural Equation Model. *Computers in the Schools*, 35(1), 1-18.
- Petko, D., Schmid, R., Pauli, C., Stebler, R., & Reusser, K. (2017). Personalisiertes Lernen mit digitalen Medien: Neue Potenziale zur Gestaltung schülerorientierter Lehr- und Lernumgebungen. *Journal für Schulentwicklung*, 3, 31-39.
- Pham, G., Helbling, L., Verner, M., & Ambrosetti, A. (2019b). ÜGK – COFO – VeCoF 2017 results: Technical appendices. St. Gallen & Genève: Pädagogische Hochschule St.Gallen (PHSG) & Service de la recherche en éducation (SRED).
- Pham, G., Helbling, L., Verner, M., Petrucci, F., Angelone, D., & Ambrosetti, A. (2019a). ÜGK – COFO – VECOF 2016 results: Technical appendices. St. Gallen & Genf: Pädagogische Hochschule St.Gallen (PHSG) & Service de la recherche en éducation (SRED).
- Phillips, M. (2015). Models of technology integration. Dans M. Henderson, & G. Romeo (Éds.), *Teaching and digital technologies: big issues and critical questions* (pp. 318-331). Melbourne: Cambridge University Press.
- Pianta, M. (2006). Innovation and Employment. Dans J. Fagerberg, & D. C. Mowery (Éds.), *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 568-598). Oxford: Oxford University Press.
- Pichler, D., & Stehrer, R. (2021, Februar). Breaking Through the Digital Ceiling: ICT Skills and Labour Market Opportunities. *wiiw Working Paper 193*. Wien: Wiener Institut für Internationale Wirtschaftsvergleiche.
- Plomp, T., Pelgrum, W. J., & Carstens, R. (2009). Technical Overview of SITES 2006. Dans R. Carstens, & W. J. Pelgrum (Éds.), *Second Information Technology in Education Study: SITES 2006 Technical Report* (pp. 11-17). Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Porat, E., Blaub, I., & Barak, A. (2018). Measuring digital literacies: Junior high-school students' perceived competencies versus actual performance. *Computers & Education*, 126, 23-36.
- Prasse, D. (2012). *Bedingungen innovativen Handelns in Schulen: Funktion und Interaktion von Innovationsbereitschaft, Innovationsklima und Akteursnetzwerken am Beispiel der IKT-Integration an Schulen*. Münster: Waxmann.
- Prosser, M., & Trigwell, K. (1997). Relations between perceptions of the teaching environment and approaches to teaching. *British Journal of Educational Psychology*, 67(1), 25-35.
- Przybylski, A. K. (2019). Digital Screen Time and Pediatric Sleep: Evidence from a Preregistered Cohort Study. *The Journal of Pediatrics*, 205, 218-223.

- Przybylski, A. K., & Weinstein, N. (2017a). A Large-Scale Test of the Goldilocks Hypothesis: Quantifying the Relations Between Digital-Screen Use and the Mental Well-Being of Adolescents. *Psychological Science*, 28(2), 204-215.
- Przybylski, A. K., & Weinstein, N. (2017b). Digital Screen Time Limits and Young Children's Psychological Well-Being: Evidence From a Population-Based Study. *Child Development*, 90(1), e56-e65.
- Puentedura, R. R. (2006). Transformation, Technology, and Education. Consulté le März 5, 2020, sur <http://www.hippasus.com/resources/tte/>
- Punter, R. A., Meelissen, M. R., & Glas, C. A. (2017). Gender differences in computer and information literacy: An exploration of the performances of girls and boys in ICILS 2013. *European Educational Research Journal*, 16(6), 762-780.
- Puukko, K., Hietajärvi, L., Maksniemi, E., Alho, K., & Salmela-Aro, K. (2020). Social Media Use and Depressive Symptoms — A Longitudinal Study from Early to Late Adolescence. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5921. doi:10.3390/ijerph17165921
- Ragan, E. D., Jennings, S. R., Massey, J. D., & Doolittle, P. E. (2014). Unregulated use of laptops over time in large lecture classes. *Computers & Education*, 78, 78-86.
- Rangel, M. A., & Shi, Y. (2019). Early patterns of skill acquisition and immigrants' specialization in STEM careers. *PNAS*, 116(2), 484-489.
- Ravitch, D. (1998, Mai 23). The great technology mania. Consulté le Juni 8, 2020, sur Forbes: <https://www.forbes.com/forbes/1998/0323/6106134a.html>
- Ravizza, S. M., Uitvlugt, M. G., & Fenn, K. M. (2016). Logged In and Zoned Out: How Laptop Internet Use Relates to Classroom Learning. *Psychological Science*, 28(2), 171-180.
- Redecker, C., & Punie, Y. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Reich, J., & Ruipérez-Valiente, J. A. (2019). The MOOC pivot: What happened to disruptive transformation of education ? *Science*, 363(6423), 130-131.
- Remes, J. (2019). Solving the Productivity Puzzle: The Role of Demand and the Promise of Digitization. Dans D. E. Adler, & L. B. Siegel (Éds.), *The Productivity Puzzle: Restoring Economic Dynamism* (pp. 173-196). Charlottesville: CFA Research Foundation.
- Rideout, V., & Fox, S. (2018). Digital Health Practices, Social Media Use, and Mental Well-Being Among Teens and Young Adults in the U.S. Providence St. Joseph Health Digital Commons: Articles, Abstracts, and Reports #1093. Hopelab & Well Being Trust. Récupéré sur <https://digitalcommons.psjhealth.org/publications/1093>
- Rizvi, S., Rienties, B., & Khoja, S. A. (2019). The role of demographics in online learning ; A decision tree based approach. *Computers & Education*, 137, 32-47.
- Rogers, T., & Feller, A. (2018). Reducing student absences at scale by targeting parents' misbeliefs. *Nature Human Behaviour*, 2, 335-342.
- Rohatgi, A., Scherer, R., & Hatlevik, O. E. (2016). The role of ICT self-efficacy for students' ICT use and their achievement in a computer and information literacy test. *Computers & Education*, 102, 103-116.
- Romero-Rodríguez, L. M., Ramírez-Montoya, M. S., & Valenzuela González, J. R. (2020). Incidence of Digital Competences in the Completion Rates of MOOCs: Case Study on Energy Sustainability Courses. *IEEE Transactions on Education*, 63(3), 183-189.

- Rosen, L. D., Lim, A. F., Carrier, L. M., & Cheever, N. A. (2011). An Empirical Examination of the Educational Impact of Text Message-Induced Task Switching in the Classroom: Educational Implications and Strategies to Enhance Learning. *Psicología Educativa*, 17(2), 163-177.
- Ross, J. A. (2006). The reliability, validity, and utility of self-assessment. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 11(10), 1-13.
- Rost, J. (2004). *Lehrbuch Testtheorie - Testkonstruktion*. Bern: Huber.
- Rudolph, S. (2019). *Digitale Medien, Partizipation und Ungleichheit: Eine Studie zum sozialen Gebrauch des Internets*. Wiesbaden: Springer.
- Russell, M. (2010). Examining the Effects of Educational Technology Programs: Challenges and Strategies. Dans P. Peterson, E. Baker, & B. McGaw (Éds.), *International Encyclopedia of Education (Third Edition)* (pp. 88-94). Oxford: Elsevier.
- Rutkowski, L., & Rutkowski, D. (2016). A Call for a More Measured Approach to Reporting and Interpreting PISA Results. *Educational Researcher*, 45(4), 252-257.
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2003). A holistic model of competence. Dans D. S. Rychen, & L. H. Salganik (Éds.), *Key competencies for a successful life and a well-functioning society* (pp. 41-62). Göttingen: Hogrefe & Huber.
- Sabatini, F., & Sarracino, F. (2018, Mai 25). Keeping up with the e-Joneses: do online social networks raise social comparisons? *Economics Discussion Papers*, No 2018-43. Kiel: Kiel Institute for the World Economy.
- Sacchi, S., & Oesch, D. (2017). *ÜGK 2016: Assessment of mathematics skills: Documentation of questionnaire-based scales*. Bern: Universität Bern.
- Sadaf, A., Newby, T. J., & Ertmer, P. A. (2012). Exploring factors that predict preservice teachers' intentions to use web 2.0 technologies using decomposed theory of planned behavior. *Journal of Research on Technology in Education*, 45(5), 171-195.
- Säde, M., Suviste, R., Luik, P., Tõnisson, E., & Lepp, M. (2019). Factors That Influence Students' Motivation and Perception of Studying Computer Science. *SIGCSE '19: Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 873-878). Minneapolis: Association for Computing Machinery.
- Sagioglou, C., & Greitemeyer, T. (2014). Facebook's emotional consequences: Why Facebook causes a decrease in mood and why people still use it. *Computers in Human Behavior*, 35, 359-363.
- Sáinz, M., Meneses, J., López, B.-S., & Fàbregues, S. (2016). Gender Stereotypes and Attitudes Towards Information and Communication Technology Professionals in a Sample of Spanish Secondary Students. *Sex Roles*, 74, 154-168.
- Salzmann, C. (2016). *Computer- und Informationskompetenz von Walliser Schülerinnen und Schülern (CIL-VS): Oversampling des Kantons Wallis im Rahmen der Schweizerischen Studie zu ICILS 2013*. Brig: Pädagogische Hochschule Wallis.
- Sana, F., Weston, T., & Cepeda, N. J. (2013). Laptop multitasking hinders classroom learning for both users and nearby peers. *Computers & Education*, 62, 24-31.
- Sancho, J. M. (2010). Digital Technologies and Educational Change. Dans H. A., L. A., F. M., & H. D. (Éds.), *Second International Handbook of Educational Change* (pp. 433-444). Dordrecht: Springer.
- Sanders, M., & Epstein, J. L. (1998). International Perspectives on School-Family-Community Partnerships. *Childhood Education*, 74(6), 340-341.

- Schaub, M., & Morisi, D. (2020). Voter mobilisation in the echo chamber: Broadband internet and the rise of populism in Europe. *European Journal of Political Research*, 59(4), 752-773.
- Schaumburg, H., & Prasse, D. (2019). *Medien und Schule: Theorie – Forschung – Praxis*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Scherer, R., & Hatlevik, O. E. (2017). “Sore eyes and distracted” or “excited and confident” ? – The role of perceived negative consequences of using ICT for perceived usefulness and self-efficacy. *Computers & Education*, 115, 188-200.
- Scherer, R., & Teo, T. (2019). Unpacking teachers’ intentions to integrate technology: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 27, 90-109.
- Schmid, R., & Petko, D. (2019). Does the use of educational technology in personalized learning environments correlate with self-reported digital skills and beliefs of secondary-school students ? *Computers & Education*, 136, 75-86. doi:10.1016/j.compedu.2019.03.006
- Schoch, P., Waller, G., Domdey, P., & Süß, D. (2018). ADELE – Activités – Digitales – Education – Loisirs – Enfants Les médias numériques au sein de familles avec enfants âgés de 4 à 7 ans. Zürich: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (Université des sciences appliquées de Zurich).
- Schultz, P. W., Nolan, J. M., Cialdini, R. B., Goldstein, N. J., & Griskevicius, V. (2007). The Constructive, Destructive, and Reconstructive Power of Social Norms. *Psychological Science*, 18(5), 429-434.
- Schunk, D. H., & DiBenedetto, M. K. (2016). Self-Efficacy Theory in Education. Dans K. R. Wentzel, & D. B. Miele (Éds.), *Handbook of Motivation at School* (pp. 34-54). London: Routledge.
- Schütz, G., Ursprung, H. W., & Woessmann, L. (2008). Education Policy and Equality of Opportunity. *Kyklos*, 61(2), 279-308.
- Schwarz, D., Fivaz, J., & Neuroni, A. C. (2020, März 4). Digitalisierungsmonitor 2019. Dataset. Bern: Bern University of Applied Sciences - BFH - Department of Business, Health and Social Work - Business Division - Institute Public Sector Transformation - IPST.
- Schweizer, A., Berchtold, A., Barrense-Dias, Y., Akre, C., & Surís, J.-C. (2017). Adolescents with a smartphone sleep less than their peers. *European Journal of Pediatrics*, 176, 131–136.
- Schwendimann, B. A., Cattaneo, A. A., Dehler Zufferey, J., Gurtner, J.-L., & Bétrancourt, M. (2015). The ‘Erfahrungsraum’: a pedagogical model for designing educational technologies in dual vocational systems. *Journal of Vocational Education & Training*, 67(3), 367-396.
- Secades-Villa, R., Calafat, A., Fernández-Hermida, J. R., Juan, M., Duch, M., Skärstrand, E., . . . Talic, S. (2014). Duration of Internet use and adverse psychosocial effects among European adolescents. *Adicciones*, 26(3), 247-253.
- SEFRI & CSFP. (2020). *Culture générale 2030*. Consulté le janvier 20, 2021, sur Site web du projet « Formation professionnelle 2030 »: <https://formationprofessionnelle2030.ch/fr/22-projekte-fr/96-culture-generale-2030>
- SEFRI. (2017a). *Défis de la numérisation pour la formation et la recherche en Suisse*. Berne: Secrétariat d’Etat à la formation, à la recherche et à l’innovation.
- SEFRI. (2017b, juillet 5). *Plan d’action dans les domaines de la formation, de la recherche et de l’innovation pour les années 2019–2020*. Consulté le mai 14, 2020, sur Secrétariat d’État à la formation, à la recherche et à l’innovation: <https://www.sbfi.admin.ch/sbfi/fr/home/politique-fri/fri-2021-2024/themes-transversaux/numerisation-fri/numerisation.html>

- Selwyn, N., Banaji, S., Hadjithoma-Garstka, C., & Clark, W. (2011). Providing a platform for parents ? Exploring the nature of parental engagement with school Learning Platforms. *Journal of Computer Assisted Learning*, 27(4), 314-323.
- Senkbeil, M., Eickelmann, B., Vahrenhold, J., Goldhammer, F., Gerick, J., & Labusch, A. (2019). Das Konstrukt der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen und das Konstrukt der Kompetenzen im Bereich 'Computational Thinking' in ICILS 2018. Dans B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, . . . J. Vahrenhold (Éds.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (pp. 79-111). Münster: Waxmann.
- Serholt, S. (2018). Breakdowns in children's interactions with a robotic tutor: A longitudinal study. *Computers in Human Behavior*, 81, 250-264.
- Shaffer, J. P. (1995). Multiple Hypothesis Testing. *Annual Review of Psychology*, 46, 561-584.
- Shah, D. (2015, Dezember 21). By The Numbers: MOOCS in 2015. Consulté le Februar 22, 2021, sur The Report by class central: <https://www.classcentral.com/report/moocs-2015-stats/>
- Shah, D. (2020, November 30). By The Numbers: MOOCs in 2020. Consulté le Februar 22, 2021, sur The Report by class central: <https://www.classcentral.com/report/mooc-stats-2020/>
- Shahnawaz, M. G., & Rehman, U. (2020). Social Networking Addiction Scale. *Cogent Psychology*, 7(1). doi:<https://doi.org/10.1080/23311908.2020.1832032>
- Sickles, R. C., & Zelenyuk, V. (2019). *Measurement of Productivity and Efficiency: Theory and Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Siddiq, F., & Scherer, R. (2019). Is there a gender gap ? A meta-analysis of the gender differences in students' ICT literacy. *Educational Research Review*, 27, 205-217.
- Sjøberg, S. (2019). The PISA-syndrome – How the OECD has hijacked the way we perceive pupils, schools and education. *Confero*, 7(1), 12-65.
- SKO. (2016). *SKO-Ratgeber «Führen in der digitalen Arbeitswelt»*. Zürich: Schweizer Kader Organisation.
- Skryabin, M., Zhang, J., Liu, L., & Zhang, D. (2015). How the ICT development level and usage influence student achievement in reading, mathematics, and science. *Computers & Education*, 85, 49-58.
- Slavin, R., & Smith, D. (2009). The Relationship Between Sample Sizes and Effect Sizes in Systematic Reviews in Education. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 31(4), 500-506.
- Smahel, D., Machackova, H., Mascheroni, G., Dedkova, L., Staksrud, E., Ólafsson, K., . . . Hasebrink, U. (2020). *EU Kids Online 2020: Survey results from 19 countries*. London: London School of Economics. doi:10.21953/lse.47fdeqj01ofo
- SMM. (2020). *Fachkräftemangel Ranking Gesamtschweiz 2020*. Zürich: Stellenmarkt-Monitor Schweiz, Universität Zürich.
- Somekh, B. (2008). Factors Affecting Teachers' Pedagogical Adoption of ICT. Dans J. Voogt, & G. Knezek (Éds.), *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 449–460). Boston, MA: Springer.
- Somekh, B., Underwood, J., Convery, A., Dillon, G., Jarvis, J., Lewin, C., . . . Woodrow, D. (2007). *Evaluation of the ICT Test Bed project*. Coventry: Becta.

- Spitzer, M. (2018). *Die Smartphone-Epidemie: Gefahren für Gesundheit, Bildung und Gesellschaft*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- SRS-CSPCP. (2020). *Modalités de mise en œuvre du MCH2*. Lausanne: Conseil suisse de présentation des comptes publics. Récupéré sur https://www.srs-csppc.ch/sites/default/files/pages/2020-12_modalites_de_mise_en_oeuvre_du_mch2.pdf
- Staatsministerium für Kultus. (2019). *Orientierungshilfe zur grundlegenden Digitalinfrastruktur an Schulen 2019 - 2021*. Dresden: Sächsisches Staatsministerium für Kultus, Freistaat Sachsen.
- StatsCounter. (2020, August). *Operating System Market Share Switzerland: Jan 2009 - May 2019*. Consulté le September 29, 2020, sur StatsCounter GlobalStats: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/all/switzerland#monthly-200901-201905>
- Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H. (2013). A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on K–12 students' mathematical learning. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 970–987. doi:10.1037/a0032447
- Steinert-Threlkeld, Z. C., Mocanu, D., Vespignani, A., & Fowler, J. (2015). Online social networks and offline protest. *EPJ Data Science*, 4(19). doi:<https://doi.org/10.1140/epjds/s13688-015-0056-y>
- Stiglic, N., & Viner, R. M. (2019). Effects of screentime on the health and well-being of children and adolescents: a systematic review of reviews. *BMJ Open*, 9. doi:i:10.1136/bmjopen-2018-0231
- Stiroh, K. J. (2002). Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say? *American Economic Review*, 92(5), 1559-1576.
- Stone, D. N. (1994). Overconfidence in Initial Self-Efficacy Judgments: Effects on Decision Processes and Performance. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 59(3), 452-474.
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Robotics in the Early Childhood Classroom: Learning Outcomes from an 8-Week Robotics Curriculum in Pre-Kindergarten through Second Grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 3-20.
- Surís, J.-C., Akre, C., Pigué, C., Ambresin, A.-E., Zimmermann, G., & Berchtold, A. (2014). Is internet use unhealthy? A cross-sectional study of adolescent internet overuse. *Swiss Medical Weekly*, 144.
- Suter, L., Külling, C., Bernath, J., Waller, G., Willemse, I., & Süß, D. (2019). *JAMESfocus – Les médias numériques à l'école*. Zürich: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Suter, L., Waller, G., Bernath, J., Külling, C., Willemse, I., & Süß, D. (2018). *JAMES – Jeunes, activités, médias – enquête Suisse*. Zürich: Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften.
- swissuniversities. (2020). *Massnahmen zur Digitalisierungsstrategie der EDK im Bereich der Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. Bern: swissuniversities.
- Tandoc, E. C., Ferrucci, P., & Duffy, M. (2015). Facebook use, envy, and depression among college students: Is facebooking depressing? *Computers in Human Behavior*, 43, 139-146.
- Taylor, E. S. (2018, January). *New Technology and Teacher Productivity*. Working Paper. Cambridge: Harvard University Graduate School of Education.
- ten Brummelhuis, A., & Amerongen, M. v. (2011). *Four in Balance Monitor 2011*. Zoetermeer: Kennisnet.
- Tennant, R., Hiller, L., Fishwick, R., Platt, S., Joseph, S., Weich, S., . . . Stewart-Brown, S. (2007). The Warwick-Edinburgh Mental Well-being Scale (WEMWBS): development and UK validation. *Health and Quality of Life Outcomes*. doi:<https://doi.org/10.1186/1477-7525-5-63>

Thorisdottir, I. E., Sigurvinsdottir, R., Asgeirsdottir, B. B., Allegrante, J. P., & Sigfusdottir, I. D. (2019). Active and Passive Social Media Use and Symptoms of Anxiety and Depressed Mood Among Icelandic Adolescents. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(8), 535-542.

Tiede, J., Grafe, S., & Hobbs, R. (2015). Pedagogical Media Competencies of Preservice Teachers in Germany and the United States: A Comparative Analysis of Theory and Practice. *Peabody Journal of Education*, 90(4), 533-545.

Tomasik, M. J., Helbling, L. A., & Moser, U. (2021). Educational Gains of In-Person vs. Distance Learning in Primary and Secondary Schools: A Natural Experiment During the COVID-19 Pandemic School Closures in Switzerland. *International Journal of Psychology*. doi:<https://doi.org/10.1002/ijop.12728>

Tondeur, J., Devos, G., Van Houtte, M., van Braak, J., & Valcke, M. (2009). Understanding structural and cultural school characteristics in relation to educational change: the case of ICT integration. *Educational Studies*, 35(2), 223-235.

Tondeur, J., Van Braak, J., & Valcke, M. (2007). Curricula and the use of ICT in education: Two worlds apart? *British Journal of Educational Technology*, 38(6), 962-976.

Tripney, J., Newman, M., Bangpan, M., Niza, C., MacKintosh, M., & Sinclair, J. (2010). Factors Influencing Young People (Aged 14-19) in Education about STEM Subject Choices: A systematic review of the UK literature. London: Wellcome Trust & University of London.

Tromholt, M. (2016). The Facebook Experiment: Quitting Facebook Leads to Higher Levels of Well-Being. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 19(11), 661-666.

Trucano, M. (2016). SABER-ICT Framework Paper for Policy Analysis: Documenting national educational technology policies around the world and their evolution over time. World Bank Education, Technology & Innovation: SABER-ICT Technical Paper Series . Washington, DC: The World Bank.

Tully, M., Vraga, E. K., & Bode, L. (2020). Designing and Testing News Literacy Messages for Social Media. *Mass Communication and Society*, 23(1), 22-46.

Twenge, J. M., Joiner, T. E., Rogers, M. L., & Martin, G. N. (2018). Increases in Depressive Symptoms, Suicide-Related Outcomes, and Suicide Rates Among U.S. Adolescents After 2010 and Links to Increased New Media Screen Time. *Clinical Psychological Science*, 6(1), 3-17.

U.S. Department of Education. (2016). *Future Ready Learning: Reimagining the Role of Technology in Education*. Washington, D.C.: Office of Educational Technology.

U.S. Department of Education. (2018, Oktober 10). *Developer Toolkit: Creating Educational Technology for English Learners*. National Study of English Learners and Digital Learning Resources. Washington: U.S. Department of Education, Office of Planning, Evaluation and Policy Development, Policy and Program Studies Service. Consulté le Februar 4, 2020, sur <https://tech.ed.gov/files/2018/10/18-0158-DeveloperToolkit-2018-10-12.pdf>

UIS. (2009). *Guide to Measuring Information and Communication Technologies (ICT) in Education: Technical Paper No. 2*. Montreal: UNESCO Institute for Statistics.

UN. (1990). *United Nations Demographic Yearbook 1988*. New York: United Nations.

UNESCO. (2011). *Transforming Education: The Power of ICT Policies*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

van Braak, J. (2001). Individual Characteristics Influencing Teachers' Class Use of Computers. *Journal of Educational Computing Research*, 25(2), 141-157.

- van der Meer, T. G., & Hameleers, M. (2020). Fighting biased news diets: Using news media literacy interventions to stimulate online cross-cutting media exposure patterns. *New Media & Society*. doi:<https://doi.org/10.1177/1461444820946455>
- van Deursen, A. J. (2010). *Internet skills: Vital Assets in an information society*. Enschede: Universiteit Twente.
- van Deursen, A. J., & Helsper, E. J. (2015). The Third-Level Digital Divide: Who Benefits Most from Being Online? Dans L. Robinson, S. R. Cotten, J. Schulz, T. M. Hale, & A. Williams (Éds.), *Communication and Information Technologies Annual (Studies in Media and Communications, Vol. 10)* (pp. 29-52). Bingley: Emerald.
- van Deursen, A. J., & Helsper, E. J. (2018). Collateral benefits of Internet use: Explaining the diverse outcomes of engaging with the Internet. *New Media & Society*, 20(7), 2333-2351.
- van Dijk, J. A. (2005). *The deepening divide: Inequality in the information society*. London: Sage.
- van Laar, E., van Deursen, A. J., van Dijk, J. A., & de Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills or literacy: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577-588.
- Vancouver, J. B., Thompson, C. M., & Williams, A. A. (2001). The changing signs in the relationships among self-efficacy, personal goals, and performance. *Journal of Applied Psychology*, 86(4), 605-620.
- VanLehn, K., Lynch, C., Schulze, K., Shapiro, J. A., Shelby, R., Taylor, L., . . . Wintersgill, M. (2005). The andes physics tutoring system: Lessons learned. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 15(3), 147-204.
- Vannatta, R. A., & Fordham, N. (2004). Teacher Dispositions as Predictors of Classroom Technology Use. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(3), 253-272.
- Vellacott, M. C., & Wolter, S. C. (2004). Equity in the Swiss education system: dimensions, causes and policy responses. National report from Switzerland contributing to the OECD's review of «Equity in Education». Aarau: Schweizer Koordinationsstelle für Bildungsforschung.
- Venez, M., Zurbriggen, C., & Eckhart, M. (2014). Entwicklung und erste Validierung einer Kurzversion des „Fragebogens zur Erfassung von Dimensionen der Integration von Schülern (FDI 4-6)“ von Haeberlin, Moser, Bless und Klaghofer. *Empirische Sonderpädagogik*(2), 99-111.
- Verner, M., & Helbling, L. (2019a). *Sampling ÜGK 2016: Technischer Bericht zu Stichprobendesign, Gewichtung und Varianzschätzung bei der Überprüfung des Erreichens der Grundkompetenzen 2016*. Zürich: Institut für Bildungsevaluation.
- Verner, M., & Helbling, L. (2019b). *Sampling ÜGK 2017: Technischer Bericht zu Stichprobendesign, Gewichtung und Varianzschätzung bei der Überprüfung des Erreichens der Grundkompetenzen 2017*. Zürich: Institut für Bildungsevaluation.
- Voogt, J., Fisser, P., Roblin, N. P., Tondeur, J., & Braak, J. v. (2013). Technological pedagogical content knowledge – a review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(2), 109-121.
- Voogt, J., Knezek, G., Christensen, R., & Lai, K.-W. (2018). Developing an Understanding of the Impact of Digital Technologies on Teaching and Learning in an Ever-Changing Landscape. Dans J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Éds.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 3-12).
- Vosoughi, S., Roy, D., & Aral, S. (2018). The spread of true and false news online. *Science*, 359(6380), 1146-1151.

- Waldis, M., Grob, U., Pauli, C., & Reusser, K. (2010). Der schweizerische Mathematikunterricht aus der Sicht von Schülerinnen und Schülern und in der Perspektive hochinferenter Beobachterurteile. Dans K. Reusser, C. Pauli, & M. Waldis (Éds.), *Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität – Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Videostudie zum Mathematikunterricht* (pp. 171-208). Münster: Waxmann.
- Waller, G., Suter, L., Bernath, J., Külling, C., Willemse, I., Martel, N., & Süss, D. (2019). *MIKE – Medien, Interaktion, Kinder, Eltern: Ergebnisbericht zur MIKE-Studie 2019*. Zürich: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Walton, R., Putnam, C., Johnson, E., & Kolko, B. (2009). Skills Are Not Binary: Nuances in the Relationship Between ICT Skills and Employability. *Information Technologies & International Development*, 5(2), 1-18.
- Ward, L., & Parr, J. M. (2011). Digitalising our schools: Clarity and coherence in policy. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(2), 326-342.
- Wardle, C., & Derakhshan, H. (2017). *Information Disorder: Toward an interdisciplinary framework for research and policy making*. Strassbourg: Council of Europe.
- Waschull, S. B. (2005). Predicting Success in Online Psychology Courses: Self-Discipline and Motivation. *Teaching of Psychology*, 32(3), 190-192.
- Wastiau, P., Blamire, R., Kearney, C., Quittre, V., Gaer, E. V., & Monseur, C. (2013). The Use of ICT in Education: a survey of schools in Europe. *European Journal of Education*, 48(1), 11-27.
- Weis, R., & Cerankosky, B. C. (2010). Effects of Video-Game Ownership on Young Boys' Academic and Behavioral Functioning: A Randomized, Controlled Study. *Psychological Science*, 21(4), 463-470.
- Welsh, J., Harmes, J. C., & Winkelman, R. (2011). Tech tips: Florida's Technology Integration Matrix. *Principal Leadership*, 12(2), 69-71.
- Westlund, J. K., & Breazeal, C. L. (2015). The Interplay of Robot Language Level with Children's Language Learning during Storytelling. *HRI'15 Extended Abstracts: Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction Extended Abstracts* (pp. 65-66). Portland: ACM/IEEE.
- Wexler, N. (2019, Dezember 19). How classroom technology is holding students back. Consulté le Juni 8, 2020, sur MIT Technology Review: <https://www.technologyreview.com/2019/12/19/131155/classroom-technology-holding-students-back-edtech-kids-education/>
- Wilder, S. (2014). Effects of parental involvement on academic achievement: a meta-synthesis. *Educational Review*, 66(3), 377-397.
- Willemse, I., Waller, G., & Süss, D. (2010). *JAMES - Jugend, Aktivitäten, Medien - Erhebung Schweiz*. Zürich: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Willimann, I., & Käppeli, S. (2017). Digitalisierung trifft Land härter als Stadt. *Die Volkswirtschaft*, 5, 50-52.
- Witt, U., & Gross, C. (2020). The rise of the "service economy" in the second half of the twentieth century and its energetic contingencies. *Journal of Evolutionary Economics*, 30(2), 231-246.
- Woessmann, L., & Fuchs, T. (2004, November). *Computers and Student Learning: Bivariate and Multivariate Evidence on the Availability and Use of Computers at Home and at School*. CESifo Working Paper Series No. 1321. München: CESifo.

- Wolter, S. C., Lüthi, S., & Zumbühl, M. (2020). *Effizienz im Schweizer Bildungssystem: Expertenbericht*. Bern: Universität Bern, Volkswirtschaftliches Institut, Forschungsstelle für Bildungsökonomie.
- Wraw, C., Der, G., Gale, C. R., & Deary, I. J. (2018). Intelligence in youth and health behaviours in middle age. *Intelligence*, 71-86.
- Wunsch, C., Buchmann, M., & Wedel, S. (2014). *Arbeits- und Fachkräftebedarf der Schweiz bis 2060*. Basel: Universität Basel.
- Xavier, A. J., d'Orsi, E., Wardle, J., Demakakos, P., Smith, S. G., & von Wagner, C. (2013). Internet use and cancer-preventive behaviors in older adults: findings from a longitudinal cohort study. *Cancer, Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 22(11), 2066-2074.
- Yamamoto, K. (2008). Banning laptops in the classroom: is it worth the hassle? *Journal of Legal Education*, 57, 1-46.
- Zack, E. (2010). *Infant transfer of learning across 2D/3D dimensions: a touch screen paradigm*. PhD Thesis. Washington, D.C.: Georgetown University. Récupéré sur <https://repository.library.georgetown.edu/handle/10822/553228>
- Zenhäusern, P., & Vaterlaus, S. (2017). *Digitalisierung und Arbeitsmarktfolgen: Metastudie zum Stand der Literatur und zu den Entwicklungen in der Schweiz*. Luzern: Fondation CH2048.
- Zhong, B., & Liying, X. (2020). A Systematic Review on Exploring the Potential of Educational Robotics in Mathematics Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 79-101.
- Zhong, Z.-J. (2011). From access to usage: The divide of self-reported digital skills among adolescents. *Computers & Education*, 56(3), 736-746. doi:10.1016/j.compedu.2010.10.016
- Zhou, M., & Zhang, X. (2019). Online social networking and subjective well-being: Mediating effects of envy and fatigue. *Computers & Education*, 140. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103598>
- Zhuravskaya, E., Petrova, M., & Enikolopov, R. (2020). Political Effects of the Internet and Social Media. *Annual Review of Economics*, 12, 415-438.
- Zinn, S., & Würbach, A. (2016). A statistical approach to address the problem of heaping in self-reported income data. *Journal of Applied Statistics*, 43(4), 682-703.

Graphiques

Graphique 1:	Changements relatifs dans le nombre d'items des questionnaires de l'enquête PISA, de 2000 à 2018	11
Graphique 2:	Pondération des domaines thématiques dans les enquêtes internationales sur la numérisation pour le domaine de la formation	24
Graphique 3:	Domaines pertinents pour le monitoring de la numérisation à l'école et dans l'enseignement	43
Graphique 4:	Facteurs d'évaluation du recours aux ressources numériques dans l'enseignement et l'apprentissage	48
Graphique 5:	Cadre conceptuel du rapport	58
Graphique 6:	Dépenses par élève pour le hardware et pour les logiciels par canton et par degré de scolarité pour l'année financière 2018	70
Graphique 7:	Équipement des ménages en terminaux numériques	77
Graphique 8:	Vitesse de l'Internet par région	78
Graphique 9:	Équipement des ménages en terminaux selon le quartile de revenus	80
Graphique 10:	Utilisation de l'Internet en Suisse de 2005 à 2019, par catégorie d'âge	81
Graphique 11:	Compétences numériques auto-évaluées, par catégorie d'âge	83
Graphique 12:	Conséquences de l'utilisation de l'Internet parmi les enfants, les adolescentes et les adolescents, par catégorie d'âge	85
Graphique 13:	Lien entre la durée d'utilisation quotidienne de l'Internet, les problèmes de comportement et les troubles de la santé	86
Graphique 14:	Durée d'utilisation des médias numériques et satisfaction de vie parmi les moins de 15 ans en Grande-Bretagne	89
Graphique 15:	Pourcentage des enfants, adolescentes et adolescents concernés par un risque, par catégorie d'âge	91
Graphique 16:	Évolution des prix des terminaux numériques et des logiciels, de 2011 à 2019	93
Graphique 17:	Effet des investissements dans des technologies de production numériques sur l'emploi, selon le niveau de qualification	96
Graphique 18:	Composition du corpus de textes selon la région linguistique et selon le degré de scolarité	100
Graphique 19:	Documents cadres du corpus de textes selon le type et selon le champ d'application géographique	101
Graphique 20:	Introduction des concepts cantonaux relativement à l'introduction des plans d'études propres aux régions linguistiques	105
Graphique 21:	Evolution thématique dans les documents de concept cantonaux concernant la numérisation dans l'éducation	108
Graphique 22:	État de l'introduction de la transmission de compétences numériques dans les plans d'études propres aux régions linguistiques pour la scolarité obligatoire	111
Graphique 23:	Compétences numériques dans les plans d'études de la scolarité obligatoire propres aux régions linguistiques	113
Graphique 24:	Organisation de la transmission de compétences spécifiques aux médias et de compétences en informatique dans la scolarité obligatoire, par canton et par année scolaire	115

Graphique 25:	Temps d'enseignement prescrit pour la transmission de compétences numériques dans les classes de la 5 ^e à la 11 ^e année scolaire (selon HarmoS), par canton	117
Graphique 26:	Nombre et répartition thématique des compétences numériques et des exigences en matière de compétences dans les plans d'études des écoles du degré secondaire II	122
Graphique 27:	Points ECTS obligatoires dans la formation des enseignantes et des enseignants par HEP et selon les degrés de scolarité	126
Graphique 28:	Nombre de cours de formation continue proposés dans le domaine « Médias et informatique » par HEP, selon le degré de scolarité	128
Graphique 29:	Fréquence d'utilisation des terminaux numériques, selon le degré de scolarité	132
Graphique 30:	Fréquence d'utilisation des applications numériques, selon le degré de scolarité	133
Graphique 31:	Évaluation de l'apprentissage avec des ressources numériques par comparaison avec l'enseignement « analogique », selon le degré de scolarité	134
Graphique 32:	Évaluation de l'apprentissage avec des ressources numériques par comparaison avec l'enseignement « analogique », par sexe	135
Graphique 33:	Fréquence d'utilisation des terminaux numériques, par région linguistique	136
Graphique 34:	Accès à l'Internet à l'école, par région linguistique	137
Graphique 35:	Type d'utilisation de l'ordinateur par des enseignantes et des enseignants et succès d'apprentissage des élèves	139
Graphique 36:	Effet des ressources numériques sur la motivation d'apprentissage et le succès d'apprentissage à l'école primaire et secondaire, par type de technologie	141
Graphique 37:	Effet du recours à des systèmes de tutorat intelligent dans l'enseignement des mathématiques selon la productivité de l'enseignante ou de l'enseignant	143
Graphique 38:	Effet des systèmes de tutorat intelligent sur les performances d'apprentissage en fonction du design des études scientifiques	144
Graphique 39:	Jours d'absence avec et sans information des parents	150
Graphique 40:	Répartition des coûts d'applications d'apprentissage par utilisateur et par licence	152
Graphique 41:	Pourcentages des licences d'applications jamais utilisées	156
Graphique 42:	Satisfaction des enseignantes et des enseignants quant aux contenus de la formation continue, France, 2018	162
Graphique 43:	Fréquence d'utilisation des terminaux numériques à l'école, au niveau de la 8 ^e classe (selon HarmoS)	166
Graphique 44:	Attitudes vis-à-vis de l'école et performances scolaires à la fin de l'école primaire, selon l'intensité d'utilisation des terminaux numériques à l'école	168
Graphique 45:	Répartition de l'équipement en ordinateurs dans les écoles primaires du canton de Fribourg, de 2011 à 2017	171
Graphique 46:	Compétences TIC auto-évaluées et intérêt pour les technologies numériques selon le canton ou la partie de canton	172
Graphique 47:	Fréquence d'utilisation de terminaux numériques à l'école, compétences TIC auto-évaluées et intérêt pour les TIC, par sexe	175
Graphique 48:	Utilisation de terminaux numériques et performances en lecture et en orthographe dans la langue de l'école, par lieu d'utilisation	178

Graphique 49:	Utilisation de terminaux numériques et performances en compréhension orale et écrite de la première langue étrangère, par lieu d'utilisation	179
Graphique 50:	Performances académiques dans la langue de l'école et utilisation de terminaux numériques au niveau de l'école	181
Graphique 51:	Équipement privé en terminaux numériques, selon des caractéristiques socio-démographiques	185
Graphique 52:	Changement dans la fréquence d'utilisation de terminaux numériques pour les activités scolaires à l'école, de 2009 à 2018	189
Graphique 53:	Changements et variation dans la durée d'utilisation de l'Internet à l'école, de 2012 à 2018	190
Graphique 54:	Durée d'utilisation hebdomadaire des appareils numériques par discipline, dans l'enseignement et en dehors de l'enseignement	191
Graphique 55:	Fréquence d'utilisation des terminaux numériques en mathématiques, par canton ou par partie de canton	192
Graphique 56:	Fréquence d'utilisation des terminaux numériques dans la langue de l'école, par canton ou par partie de canton	193
Graphique 57:	Fréquence d'utilisation des terminaux numériques dans l'enseignement des langues étrangères par canton ou par partie de canton	194
Graphique 58:	Utilisation d'appareils numériques dans l'enseignement selon le rôle, selon la discipline et selon la langue du questionnaire	197
Graphique 59:	Tailles moyennes des classes par canton et pourcentage d'élèves qui n'utilisent jamais d'appareils numériques dans l'enseignement dans la langue de l'école	198
Graphique 60:	Intensité d'utilisation de ressources numériques par les enseignantes, les enseignants et par les élèves dans l'enseignement	199
Graphique 61:	Fréquence d'utilisation de programmes et applications numériques par les enseignantes et les enseignants dans l'enseignement	200
Graphique 62:	Evolution de la répartition de l'équipement en ordinateurs dans les écoles du degré secondaire I, de 2009 à 2018	203
Graphique 63:	Evolution de la répartition de l'équipement des écoles en projecteurs numériques et en tableaux blancs (whiteboards) par classe, de 2015 à 2018	204
Graphique 64:	Évaluation de la disponibilité et de la qualité des ressources numériques par les directrices et directeurs d'écoles	205
Graphique 65:	Evaluation faite par les directrices et directeurs d'écoles des compétences des enseignantes et enseignants en matière d'intégration des ressources numériques dans l'enseignement	208
Graphique 66:	Relation entre les compétences des enseignantes et des enseignants et les conditions préalables à l'appropriation des compétences	210
Graphique 67:	Relation entre l'utilisation de ressources numériques en classe et leur évaluation par le corps enseignant	211
Graphique 68:	Gestion stratégique des ressources numériques dans les écoles	212
Graphique 69:	Relation entre stratégies et utilisation de ressources numériques par des élèves dans l'enseignement, par discipline spécialisée	214
Graphique 70:	Implication des enseignantes et des enseignants lors de l'échange informel et formel au sujet de l'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement, selon pays	215
Graphique 71:	Transmission de compétences spécifiques aux médias dans l'enseignement, en fonction de la compétence	217

Graphique 72:	Intensité de la transmission de compétences spécifiques aux médias dans l'enseignement, en Suisse et dans des pays de référence	218
Graphique 73:	Auto-évaluation des capacités d'utilisation de l'ordinateur par des élèves, par canton	220
Graphique 74:	Relation entre les auto-évaluations et les performances mesurées d'élèves en Suisse	221
Graphique 75:	Transmission de compétences numériques à l'école et capacités des élèves, par pays	223
Graphique 76:	Écart des performances moyennes en mathématiques selon la fréquence d'utilisation de terminaux numériques dans l'enseignement des mathématiques	227
Graphique 77:	Performances en mathématiques et utilisation d'appareils numériques dans l'enseignement des mathématiques au niveau de l'école	228
Graphique 78:	Historique de redoublement et fréquence relative d'utilisation de ressources numériques dans l'enseignement des mathématiques du degré secondaire I	229
Graphique 79:	Absences non excusées et utilisation de ressources numériques dans l'enseignement	230
Graphique 80:	Influence de l'utilisation de ressources numériques sur les performances, par sexe, par statut socio-économique (SES) et par niveau de performance	233
Graphique 81:	Relation entre la composition socio-démographique de l'école et l'équipement en ordinateurs	235
Graphique 82:	Équipement privé en terminaux numériques et en ressources d'apprentissage selon le niveau de prospérité économique du ménage des parents	236
Graphique 83:	Équipement privé en ordinateurs selon des caractéristiques socio-démographiques	238
Graphique 84:	Équipement privé avec des ressources numériques selon des caractéristiques socio-démographiques	239
Graphique 85:	Fréquence d'utilisation des ressources d'apprentissage numériques selon le type de formation au degré secondaire II	246
Graphique 86:	Utilisation de l'ordinateur / de l'Internet pour l'apprentissage informel, selon le type de formation	247
Graphique 87:	Équipement d'infrastructure dans les gymnases	252
Graphique 88:	Évaluation par les élèves de la situation d'équipement dans les écoles professionnelles	253
Graphique 89:	État de l'introduction de la discipline « Informatique » au gymnase	254
Graphique 90:	Compétences numériques auto-évaluées par des élèves d'écoles de culture générale et de gymnases en Suisse alémanique et au Tessin, par type d'école	257
Graphique 91:	Importance de l'école pour l'acquisition de compétences numériques par des élèves des écoles de culture générale et des gymnases en Suisse alémanique et au Tessin, par type d'école	258
Graphique 92:	Importance de l'école pour l'acquisition de compétences numériques dans les écoles professionnelles	259
Graphique 93:	Auto-évaluation du niveau de formation en informatique à la fin du degré secondaire II en Suisse alémanique et au Tessin, par type d'école	260
Graphique 94:	Relation entre l'auto-évaluation des capacités en informatique à la fin de la scolarité et la pertinence de l'informatique pour le métier et la formation ultérieure, par type d'école	262

Graphique 95:	Évolution de l'intérêt pour l'informatique au cours du degré secondaire II, par type de classe et par sexe	264
Graphique 96:	Évolution des intérêts au degré secondaire II par type de classe, par discipline et par sexe	265
Graphique 97:	Taux d'emploi et auto-évaluation des compétences numériques de la population dans son ensemble	269
Graphique 98:	Compétences numériques et transitions vers le marché du travail	271
Graphique 99:	Prime de salaire pour des compétences d'utilisation numériques par profil de qualification	273
Graphique 100:	Effet du changement du plan d'études axé sur les machines CNC pour les conductrices et conducteurs d'installations et de machines automatisées dans l'industrie métallurgique en Allemagne	275
Graphique 101:	Contrevaleur financière moyenne des offres gratuites en ligne par année	277
Graphique 102:	Nombre de MOOCs proposés par mois dans le monde entier, période 2012-2021	280
Graphique 103:	Part des personnes qui ont utilisé l'Internet pour participer à un cours en ligne ces trois derniers mois, selon le diplôme de formation le plus élevé	281
Graphique 104:	Effet de la désinformation sur les connaissances factuelles et sur les intentions de vote en France, 2017	283

Tableaux

Tableau 1:	Enquêtes internationales sur l'intégration des ressources numériques	17
Tableau 2:	Contenus couverts par les questions des enquêtes internationales sur les TIC	20
Tableau 3:	État actuel de l'introduction du modèle comptable MCH2 dans les cantons et les communes (selon l'année d'introduction)	71
Tableau 4:	Intégration de compétences numériques dans les plans d'études cadres individuels	123
Tableau 5:	relation entre les compétences numériques des élèves et l'équipement scolaire ainsi que l'utilisation de ressources numériques	224

Répertoire des abréviations

BYOD	Bring Your Own Device (Apportez votre équipement personnel de communication, AVEC)
CBAM	Concerns-Based Adoption Model
CDIP	Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique
CIIP	Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin
COFO	Vérification de l'atteinte des compétences fondamentales
CSFP	Conférence suisse des offices de la formation professionnelle
CSRE	Centre suisse de coordination pour la recherche en éducation
ESSIE	European Survey of Schools: ICT in Education
EUN	European Schoolnet
ICILS	International Computer and Information Literacy Survey
IDES	Centre d'information et de documentation de la CDIP
IEA	International Association for the Evaluation of Educational Achievement
IFFP	Institut fédéral des hautes études en formation professionnelle
ISTE	International Society for Technology in Education
LP21	Lehrplan 21 (= Plan d'études 21 pour la Suisse alémanique)
LSA	Étude comparative standardisée des performances scolaires (Large-scale Assessment)
MITIC	Médias, images et technologies de l'information et de la communication
MOOC	Massive Open Online Course
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OFCOM	Office fédéral de la communication
PdS	Piano di Studio (= Plan d'études pour la Suisse italienne)
PEC	Plan d'études cadre
PER	Plan d'études romand
PIAAC	Programme for the International Assessment of Adult Competencies
PIRLS	Progress in International Reading Literacy Study
PISA	Programme for International Student Assessment
PNR	Programme national de recherche
SEFRI	Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation
SELFIE	Self-reflection on Effective Learning by Fostering the Use of Innovative Educational Technologies
SITES	Second Information Technology in Education Studies
TET-SAT	Technology Enhanced Teaching Self-Assessment Tool

TIC	Technologie de l'information et de la communication
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study
TPACK	Technological, Pedagogical and Content Knowledge Model
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

Glossaire

Apprenante et apprenant

À la différence des autres rapports sur l'éducation, le présent rapport utilise le concept d'« apprenante et apprenant » en tant que synonyme du concept d'« élève ». Il désigne des élèves de tous les niveaux scolaires.

Bootstrapping

Le bootstrapping est une méthode d'échantillonnage qui a pour but de déterminer les caractéristiques statistiques d'une répartition empirique réalisée avec un tirage répété de sous-échantillons à partir d'un échantillon donné. Elle est utilisée lorsqu'on ignore la répartition théorique de la statistique qui nous intéresse.

Caractère statistiquement significatif et pertinence pratique

Est considéré comme statistiquement significatif le résultat d'un test statistique avec des données d'échantillon qui s'écarte si nettement d'une hypothèse fixée auparavant (= de l'hypothèse nulle) qu'une concrétisation de l'écart en raison du hasard et d'erreurs de l'échantillon est improbable. Pour ce faire, on fixe généralement des valeurs seuils (p. ex. 1 %, 5 %, 10 %). Elles indiquent l'ampleur du taux de probabilité selon lequel l'écart observé s'est néanmoins concrétisé par le fait du hasard.

Le caractère statistiquement significatif ne dit rien sur l'importance pratique d'un écart. Et ce, parce que pour de grands échantillons, même de très petits écarts peuvent être statistiquement significatifs. Dès lors, pour l'évaluation d'un test statistique, outre le caractère statistiquement significatif, la taille de la statistique du test (p. ex. du coefficient de régression) est également importante.

Coefficient de corrélation

Le coefficient de corrélation, désigné par la lettre « r » dans le présent rapport, est une mesure standardisée de la direction et de l'ampleur d'une relation linéaire entre deux variables. Il peut prendre des valeurs situées entre -1 et +1. Une valeur de +1 signifie qu'un graphique des valeurs de deux variables représente une pente positivement inclinée. Une valeur de -1 signifie que ce graphique correspond à une inclinaison négative. L'existence d'écarts par rapport à ces valeurs extrêmes signifie qu'il s'agit d'écarts par rapport à cette relation linéaire parfaite. Une valeur de zéro signifie qu'il n'existe aucune relation linéaire entre deux variables. Le coefficient de corrélation ne permet aucune prédiction quantitative de la valeur d'une variable sur la base de la valeur d'une autre variable.

Coefficient de régression

Le coefficient de régression est une mesure qui a pour but de déterminer la relation prédictive entre deux variables. Il est le résultat de l'estimation de cette relation effectuée au moyen d'un modèle de régression (linéaire). La valeur du coefficient indique de combien d'unités la variable dépendante varie lorsque la variable indépendante grandit d'une unité.

Compétences numériques

Il n'existe pas de définition généralement acceptée des compétences numériques. Dans l'espace germanophone, tout comme dans le contexte international, on entend souvent par « compétences numériques » l'interaction entre des capacités techniques d'utilisation et de structuration et la capacité à la réflexion critique sur les possibilités (individuelles et sociétales), les limites et les dangers de la technologie et des contenus. Toutefois, la terminologie et le choix des axes prioritaires thématiques des différentes définitions diffèrent parfois considérablement. Dans le présent rapport, nous renonçons à une définition globale. En lieu et place de cette dernière, nous présentons certains éléments individuels, tels qu'ils peuvent être déduits de la littérature scientifique ou des sources de données disponibles, mais sans référence fixe à ces cadres conceptuels (« frameworks »).

Contenus numériques

Informations disponibles sous la forme de données numériques qui sont codées dans des formats lisibles par une machine et qui peuvent être créées, modifiées, sauvegardées et transférées au moyen de terminaux numériques. Dans ce contexte, peu importe que ces contenus soient mis à disposition gratuitement ou à titre onéreux.

Corrélation

Le concept de corrélation décrit la direction et l'ampleur d'une relation linéaire entre deux variables. Il indique si des valeurs élevées d'une variable a tendance à aller de pair avec des valeurs élevées (ou basses) d'une autre variable. Cette relation peut exister indépendamment d'une relation de cause à effet. Elle est quantifiée par le coefficient de corrélation.

Données de panel

Les données de panel (appelées aussi occasionnellement « données longitudinales ») désignent des recueils de données qui recensent les informations des mêmes unités sur plusieurs périodes. Cela les distingue des données transversales qui collectent les informations de nombreuses unités à un moment précis, et cela les distingue aussi des données de séries temporelles qui recensent les informations d'une seule unité d'observation pour de nombreux moments dans le temps. Les données de panel permettent de suivre l'évolution au fil du temps de nombreuses unités d'observation. Partant, elles conviennent plutôt mieux à l'identification de relations causales que les données transversales.

Enquêtes standardisées sur les performances scolaires

Des enquêtes à large échelle sur les performances scolaires (en anglais: « Large-scale assessments », LSA) sont des enquêtes standardisées portant sur l'ensemble des classes ou des écoles, et souvent également sur l'ensemble du système éducatif. Elles portent sur les connaissances et capacités d'élèves dans des domaines de compétences déterminées et sont réalisées à un moment fixé à l'avance de leur parcours de formation. Les LSA peuvent remplir différentes fonctions. Pour les élèves, elles peuvent servir d'aide à l'orientation et de bilan individuel des connaissances. Des enseignantes et des enseignants, des écoles et des systèmes éducatifs reçoivent ainsi des informations sur l'état actuel des connaissances de

leurs élèves par rapport au niveau de compétences de toutes les apprenantes et de tous les apprenants du même niveau de classe. Partant, des informations provenant des LSA peuvent servir de moyens d'évaluation et de développement de la qualité des systèmes scolaires.

Intervalle de confiance

Un intervalle de confiance (également en anglais: « confidence interval » ou « expectation range », plage de valeurs attendues) est une indication statistique sur le degré de précision d'un paramètre d'estimation, p. ex. d'un coefficient de régression en tant que moyen de mesure pour la véritable valeur de « population » au sens statistique du terme (« true population value »). Il tient compte du fait que des estimations réalisées sur la base d'échantillons peuvent s'écarter de la valeur de population en raison d'erreurs aléatoires en indiquant la zone de valeurs attendues où se trouve la valeur de population avec un certain taux de probabilité. L'intervalle de confiance de 95 %, par exemple, indique dans quelle zone de valeurs attendues tomberaient 95 % de tous les estimateurs d'échantillons si une analyse était répétée sur de nombreux échantillons tirés de manière identique du même univers statistique de base. Si la valeur de l'hypothèse nulle se situe dans les limites de l'intervalle de confiance, on dit alors qu'un résultat n'est pas statistiquement significatif.

Modèle de probabilité linéaire

Un modèle de probabilité linéaire est un cas d'application de la méthode de régression linéaire ayant pour but de prédire une valeur dichotomique. Cela signifie que la variable dépendante prend une valeur de « un » ou de « zéro » pour chaque observation. La valeur prédictive d'une telle régression peut être interprétée en tant que taux de probabilité que la variable dépendante prenne la valeur « un » pour les valeurs données de la variable indépendante.

MOOC

Un MOOC (Massive Open Online Course) est un développement ultérieur du concept d'enseignement à distance qui vise la participation illimitée et un accès largement ouvert par le biais de l'Internet. En sus du matériel de cours traditionnel comme des leçons filmées, de la documentation à lire et des problématiques à résoudre, de nombreux MOOC offrent des fonctionnalités interactives comme des forums pour utilisateurs, des discussions via des médias sociaux, ou un feedback automatisé à des quiz et à des assignations de devoirs ou de tâches.

Percentile

Le percentile est une mesure destinée à la description de caractéristiques d'une répartition statistique. Une valeur de percentile indique le pourcentage d'unités d'observation qui atteignent cette valeur ou qui restent en dessous de cette valeur. Si, par exemple, le 50e percentile (la valeur médiane) des frais de licences de ressources d'apprentissage numériques se situe à 6,27 dollars US, cela signifie que la moitié (50 %) de toutes les ressources d'apprentissage numériques coûtent moins de 6,28 dollars US par licence.

Régression (linéaire)

La régression linéaire est une méthode statistique destinée à la modélisation et à l'estimation de la relation entre une variable dépendante et une ou plusieurs variables indépendantes. Dans le présent rapport, les modèles qui tiennent compte d'une seule variable indépendante sont qualifiés de « bivariés ». Les modèles qui tiennent compte de plusieurs variables indépendantes sont qualifiés de « multivariés ». Tant les estimations bivariées que les estimations multivariées permettent de prédire la variation de la variable dépendante sur la base de la variation d'une variable indépendante. L'intensité de cette relation prédictive est décrite par le coefficient de régression. Le coefficient n'est pas nécessairement une mesure destinée à déterminer l'influence causale de la variable indépendante sur la variable dépendante. Toutefois, dans certaines circonstances, des régressions linéaires ou des méthodes basées sur des régressions linéaires peuvent être utilisées pour l'identification de relations causales.

Ressources d'apprentis-sage numériques

En s'inspirant de la définition de l'U.S. Department of Education (2018), le présent rapport définit les « ressources d'apprentissage numériques » comme des biens et services numériques, p. ex. des applications (apps), des logiciels, des programmes ou des sites web qui impliquent les élèves dans des activités d'apprentissage et qui soutiennent les objectifs d'apprentissage des élèves. On peut distinguer entre trois catégories fonctionnelles de ressources d'apprentissage numériques, étant précisé que l'ensemble de ces trois ressources peut être intégré en un seul outil.

- **Outils de contenus numériques académiques**
offres qui, par leur structure et leurs contenus, aident les élèves à apprendre et à acquérir des contenus et capacités académiques. Outre la mise à disposition de contenus, cela peut se faire en impliquant activement des apprenantes et des apprenants dans des activités.
- **Outils de productivité numériques**
offres qui soutiennent les élèves dans la planification, la documentation, l'organisation et l'analyse de contenus académiques. Ils n'offrent eux-mêmes a priori aucun contenu académique.
- **Outils de communication numériques**
offres qui sont utilisées par les apprenantes et les apprenants pour la communication, la collaboration, la mise en réseau ou la présentation d'informations. Ils ne contiennent a priori aucun contenu académique.

Cette définition des « ressources d'apprentissage numériques » ne comprend pas explicitement le hardware ou l'infrastructure qui sont nécessaires à l'utilisation de ressources d'apprentissage numériques.

Ressources numériques

Dans le présent rapport, le concept de « ressources numériques » est utilisé en tant que concept générique pour désigner des ressources d'apprentissage numériques et des terminaux numériques. Il décrit l'étendue des technologies numériques (hardware et logiciels) qui sont utilisées pour l'organisation scolaire, pour l'apprentissage et pour l'enseignement.

Scalabilité

La scalabilité d'une intervention décrit quelle charge de travail doit être déployée afin qu'une intervention testée dans des expériences scientifiques puisse être implémentée dans l'ensemble du système éducatif. La scalabilité est influencée par une série de facteurs, notamment dans quelle mesure ils :

- exigent des changements de comportement de la part des acteurs concernés
- exigent un niveau de qualification plus élevé que celui que possède l'acteur moyen
- se heurtent à une résistance considérable dans le grand public ou auprès de praticiens
- dépendent du charisme d'une seule personne ou d'une petite troupe de personnes hautement qualifiées et engagées

Systèmes de tutorat intelligent

Les systèmes de tutorat intelligent (« intelligent tutoring systems », « adaptive learning systems », « adaptive learning platforms ») sont des plateformes techniques, basées la plupart du temps sur l'apprentissage automatisé, qui réagissent aux interactions avec les apprenantes et les apprenants en adaptant de manière automatisée les contenus au comportement des apprenantes et des apprenants.

Taille d'effet

La taille d'effet (ou intensité d'effet) est une mesure de conversion statistique qui a pour but de décrire l'intensité d'une relation. Elle est utilisée pour rendre comparables les résultats empiriques d'études quantitatives qui font appel à différentes méthodes, instruments de mesure et mesures de relation. En outre, elle peut être utilisée pour mettre en évidence la pertinence pratique de résultats statistiquement significatifs. Il existe une série de mesures de taille d'effet. L'une des plus répandues est la taille d'effet « d » (aussi appelée « d » de Cohen, voir chapitre 5).

Technologie numérique

Les technologies numériques sont des outils électroniques, des systèmes, des terminaux et des ressources qui sont utilisées dans le but de produire des données, de les traiter, de les sauvegarder et de les transmettre, resp. dans le but d'utiliser ces données afin de surveiller, d'influencer et de piloter des actions dans des environnements numériques et analogiques.

Terminal numérique

Un terminal numérique est un appareil électronique qui est en mesure de recevoir des informations numériques, de les traiter, de les sauvegarder, de les présenter et de les transmettre. Dans le cadre du présent rapport, le concept de « terminal numérique » est utilisé en priorité pour désigner des appareils individuels comme des ordinateurs fixes, des « laptops » et des « notebooks », des tablettes, des smartphones, des lecteurs de médias, des lecteurs d'e-books, des agendas électroniques (PDA), etc., qui peuvent être utilisés pour accéder à des contenus numériques.

Jeux de données utilisés

Les connaissances provenant du présent rapport reposent non seulement sur l'analyse de la littérature scientifique y afférente, mais encore sur l'évaluation d'une série de jeux de données. Afin de vous permettre de mieux évaluer la validité des énoncés du présent rapport, dans le paragraphe suivant nous décrivons brièvement ces jeux de données qui ont été utilisés afin de décrire, d'expliquer et d'évaluer l'état actuel ainsi que les effets de la numérisation dans les écoles en Suisse.

Données secondaires centrales: l'équipe de projet disposait de ces données secondaires sous forme de fichiers à usage public (« public use files ») des microdonnées. Dès lors, l'équipe de projet a pu déterminer, pour l'essentiel de manière indépendante, le type d'évaluation ainsi que la profondeur d'évaluation de ces données.

1. **Vérification de l'atteinte des compétences fondamentales (tests COFO):** les tests COFO sont une enquête, réalisée à l'échelle de toute la Suisse, portant sur les compétences des élèves de la scolarité obligatoire (Consortium COFO, 2019a ; 2019b). Dans ce contexte, les compétences fondées sur les performances sont saisies sur la base de tests qui se réfèrent explicitement aux descriptions de compétences harmonisées du système éducatif suisse (Angelone & Keller, 2019 ; Girnat & Linneweber-Lammerskitten, 2019). Avec ces résultats, il est possible de formuler des énoncés représentatifs sur la capacité de performance du système éducatif suisse jusqu'au niveau des cantons individuels (CSRE, 2018, p. 37).
 - a. Les tests **COFO 2016** ont vérifié l'atteinte des compétences fondamentales en mathématiques pour le 11e niveau de classe (selon HarmoS). Des compétences individuelles sont mises à disposition sous la forme de 20 «valeurs plausibles» («plausible values») pour les mathématiques en général, ainsi que pour 10 compétences partielles. Pour le présent rapport, seules les valeurs relatives à la compétence générale «Mathématiques» ont été utilisées. Ont été enregistrées des informations sur des facteurs individuels, scolaires et sociaux par le biais de deux questionnaires contextuels qui se recoupaient en partie, et auxquels quelque 50 % des élèves ont chaque fois répondu. L'un de ces questionnaires recense des informations sur l'utilisation de terminaux numériques dans l'enseignement disciplinaire ainsi que sur les attitudes et compétences se rapportant aux TIC. Dans ce contexte, les items utilisés ont été repris, pour l'essentiel, de l'enquête ICILS 2013 (Hupka-Brunner, et al., 2016). Pour le calcul effectué par les évaluateurs et pour le calcul des erreurs d'évaluation portant sur les relations entre des variables du questionnaire contextuel et des compétences, on a fait appel à la totalité des 20 valeurs plausibles en appliquant des règles de combinaison pour des données imputées à plusieurs reprises (voir Pham, et al., 2019a). En outre, toutes les analyses ont été réalisées avec des pondérations d'échantillons et de réplification afin de tenir compte de la structure d'enquête des tests COFO 2016 (voir Verner &

Helbling, 2019a). Pour l'échantillon partiel des élèves qui ont répondu aux questions sur l'utilisation des appareils numériques, aucune adaptation des pondérations de réplification n'était disponible dans la version actuelle du jeu de données. Pour cette raison, les pondérations de réplification pour cet échantillon partiel ont été calculées à partir des pondérations de réplification de l'ensemble de l'échantillon après correction de ce dernier à raison du ratio entre les deux pondérations d'échantillons.

- b. Dans le cadre des tests **COFO 2017**, l'atteinte des compétences fondamentales d'élèves du 8e niveau de classe (comptage HarmoS) dans la langue de l'école (orthographe et compréhension écrite) et dans la première langue étrangère (compréhension orale et compréhension écrite) a été contrôlée. Comme pour l'enquête COFO 2016, les compétences individuelles sont évaluées sur la base des questions des items de tests posées (et d'autres informations), et sont mises à disposition sous la forme de 20 «plausible values». En outre, en raison du pourcentage élevé du manque d'indications provenant du questionnaire contextuel, des valeurs manquantes ont été évaluées de manière répétée, et toutes les indications ont été mises à disposition sous la forme de 20 jeux de données qui varient légèrement, à savoir ce qu'on appelle des «multiply imputed datasets». Ces jeux de données contiennent, dans une mesure limitée, des informations sur la fréquence d'utilisation de terminaux numériques (à l'école et à domicile), sur des attitudes ainsi que sur des compétences auto-évaluées (Erzinger, et al., 2019). Tous les résultats figurant dans le présent rapport tiennent compte des règles de combinaison pour des données imputées à plusieurs reprises et recourent à des pondérations d'échantillons et de réplification (voir Pham, et al., 2019b; Verner & Helbling, 2019b).

2. **Programme for International Student Assessment (PISA):** PISA est une étude comparative internationale de compétences scolaires réalisée auprès d'élèves âgés de 15 ans. Cette enquête est mise en œuvre tous les trois ans depuis l'an 2000 sur mandat de l'OCDE. Dans le présent rapport, les résultats des enquêtes PISA sont présentés dans le chapitre consacré au degré secondaire I. Mais cela ne va pas sans problèmes puisque le pourcentage effectif d'élèves qui se trouvent dans la période de scolarité obligatoire varie très fortement entre les régions linguistiques (p. ex. Consortium PISA.ch, 2019, p. 8). Par conséquent, il faut interpréter avec prudence les comparaisons entre régions linguistiques. Des informations sur le design des échantillons, sur l'ensemble de la population de base ainsi que sur les résultats de l'échantillon partiel suisse de l'enquête de l'année 2018 se trouvent dans le Rapport National PISA du consortium PISA.ch (2019). Pour le présent rapport, nous avons surtout utilisé des informations provenant des questionnaires d'accompagnement destinés aux élèves et aux écoles des enquêtes PISA de 2009 à 2018. Ce faisant, nous avons particulièrement mis l'accent sur le questionnaire facultatif portant sur la familiarité avec les technologies de l'information

(« ICT familiarity questionnaire ») qui contient des informations comparativement étendues sur l'utilisation de terminaux numériques par des élèves dans l'enseignement disciplinaire, ainsi que sur des attitudes et sur des compétences auto-évaluées (voir Lorenceau, Marec, & Mostafa, 2019 ; OECD, 2019b). Ces dernières années, on constate une extension constante de l'étendue et du degré de détail du questionnaire sur les TIC (voir graphique 1). Les données PISA ont été reprises de la banque de données internationale PISA (<http://www.oecd.org/pisa/data/>). Tous les résultats présentés dans le présent rapport font appel à des pondérations d'échantillons et de réplification lorsqu'il est possible de tirer des conclusions de ces données pour l'ensemble de la population de base de l'enquête PISA et pour ses échantillons nationaux. De plus, conformément à la recommandation méthodologique de l'OCDE (OECD, 2009, p. 145), toutes les analyses reposent sur des élèves considérés en tant qu'unité d'observation. Cela signifie que même des variables au niveau de l'école sont analysées en tant que constituant des attributs d'élèves, raison pour laquelle des estimations de mesures de la tendance centrale doivent toujours être interprétées en les rapportant à l'ensemble de la population de base des élèves.

- 3. International Computer and Information Literacy Survey (ICILS):** l'enquête ICILS est une étude comparative fondée sur les performances des «compétences axées sur les ordinateurs et la maîtrise de l'information» d'élèves du 10^e année (selon HarmoS).¹ En outre, cette étude recense, dans une série de questionnaires d'accompagnement, des informations étendues sur l'équipement des écoles en terminaux numériques, sur l'utilisation de ces terminaux par des enseignantes, des enseignants et par des élèves, ainsi que sur les attitudes des directrices et directeurs d'écoles, des enseignantes et des enseignants ainsi que des apprenantes et des apprenants (Fraillon, et al., 2019b). Depuis 2013, cette enquête est coordonnée et mise en œuvre tous les cinq ans par l'IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement). La Suisse a participé pour la première et dernière fois à l'enquête ICILS en 2013. Toutefois, en raison des faibles taux de participation, les critères prescrits en matière d'échantillons n'ont pas été remplis (voir Konsortium icils.ch, 2015). En outre, cinq cantons ont renoncé à participer à cette enquête. Or pendant l'année scolaire 2021/2013, ces cinq cantons représentaient environ un quart des apprenant-e-s de la population cible. Dès lors, les résultats de l'échantillon suisse de l'enquête ICILS 2013 ne sont pas représentatifs pour les élèves du 10^e année (selon HarmoS) dans les écoles secondaires de la Suisse. Pour le présent rapport, nous avons néanmoins fait appel aux données provenant de l'échantillon partiel suisse de l'enquête ICILS 2013 pour les trois raisons suivantes:

1 Par l'expression «Compétences axées sur les ordinateurs et la maîtrise de l'information» (« computer and information literacy»), on définit les «capacités individuelles d'une personne qui lui permettent d'utiliser les ordinateurs et les nouvelles technologies pour rechercher, structurer et communiquer des informations et de les évaluer afin d'être en mesure de participer avec succès à la vie dans son environnement domestique, à l'école, au poste de travail et au sein de la société en général» (Eickelmann, Gerick, & Bos, 2014, p. 10).

premièrement, le recours à l'échantillon des élèves permet de mettre en relation la mesure des compétences auto-évaluées et la mesure des compétences fondées sur les performances, et permet ainsi d'évaluer la validité de la mesure des compétences dans d'autres enquêtes (en particulier de l'enquête COFO) qui repose sur des items provenant de l'enquête ICILS. Deuxièmement, en raison du suréchantillonnage, il est possible d'en déduire des résultats représentatifs, du moins pour les cantons du Valais (Salzmann, 2016) et du Tessin (Calvo & Zampieri, 2017). Et troisièmement, avec plus de 900 enseignants participants, l'enquête ICILS 2013 constitue un des échantillons les plus étendus disponibles jusqu'à présent sur des modèles d'habitudes d'utilisation, sur des attitudes, ainsi que sur des compétences auto-évaluées d'enseignant-e-s suisses. Compte tenu du fait que des informations sur ces domaines thématiques ne sont pas disponibles autrement, nous faisons donc appel occasionnellement aux résultats de cette enquête dans le chapitre consacré au degré secondaire I (voir chapitre « Degré secondaire I »). Les données de l'échantillon des élèves ont été reprises de la banque de données internationale ICILS (<https://www.iea.nl/data-tools/repository/icils>). Les données de l'échantillon des enseignantes et des enseignants ont été mises à disposition par le consortium icils.ch. Puisque l'échantillon des enseignantes et des enseignants n'est déjà pas représentatif dans son dispositif, pour les analyses de cet échantillon, nous avons renoncé à recourir à des pondérations d'échantillons. Les analyses effectuées sur la base de l'échantillon des élèves font appel à des pondérations d'échantillons et à des pondérations de réplification ainsi qu'à des règles de combinaison pour le recours à des valeurs de compétences évaluées par le biais de « plausible values » (Jung & Carstens, 2015).

Jeux de données avec évaluations spécifiques à l'intention du présent rapport: outre les jeux de données secondaires centraux, une série d'autres sources de données sont utilisées pour le présent rapport. Certes, ces données n'étaient pas mises à disposition de l'équipe de projet elle-même. Toutefois, les institutions chargées de recenser ces données ont procédé à des évaluations spécifiques à l'intention du présent rapport comme suit:

1. **Enquêtes Standardisées auprès de diplômées et de diplômés (E-D):** les enquêtes standardisées auprès de diplômé-e-s (E-D) sont une prestation de services de l'Institut pour l'évaluation externe des écoles du degré secondaire II (IFES IPES). Dans le cadre de ces enquêtes, des questions sont posées aux diplômé-e-s des écoles du degré secondaire II deux ans après la fin de la scolarité. Ces questions portent sur leur taux de satisfaction quant à la formation scolaire, sur l'auto-évaluation de leur niveau de formation à la fin de leur scolarité, ainsi que sur leur parcours personnel ultérieur après le diplôme (pour des informations détaillées, voir IFES IPES, 2020). L'enquête est proposée tous les trois ans à l'échelle de toute la Suisse. La mise en œuvre se fait en ligne. Pour le présent rapport, des évaluations des deux vagues d'enquêtes précédentes des années 2015 et 2018 ont été mises à notre disposition. Mais l'offre

n'est pas utilisée par tous les cantons dans chaque vague d'enquête et pour chaque type d'école. En outre, la participation est également ouverte à certaines écoles individuelles même si l'enquête n'est pas réalisée à l'échelle de l'ensemble du canton. Il faut donc partir du principe que les échantillons disponibles sont le résultat d'un processus d'auto-sélection au niveau des cantons, resp. au niveau des écoles. Partant, on ne peut pas considérer que les résultats de ces enquêtes sont représentatifs des points de vue et convictions des diplômé-e-s du degré secondaire II de l'ensemble de la Suisse. Les Enquêtes Standardisées auprès des diplômé-e-s (E-D) ne constituent pas non plus des enquêtes qui saisissent de manière spécifique des informations sur l'état actuel de la numérisation dans les écoles. Ce sont plutôt certains items individuels qui conviennent à la description et à l'évaluation de l'état actuel de la numérisation du point de vue des diplômé-e-s. Néanmoins, rien qu'en raison du grand nombre de personnes interrogées, les Enquêtes Standardisées E-D offrent une précieuse source d'informations sur les évaluations de la qualité de la formation par d'anciens élèves, surtout en provenance de Suisse alémanique.

2. **Enquêtes Standardisées auprès d'élèves de classe terminale (E-CT):** les enquêtes standardisées E-CT sont une prestation de services de l'Institut pour l'évaluation externe des écoles du degré secondaire II (IFES IPES). Dans le cadre de ces enquêtes, des questions sont posées aux élèves de classe terminale des écoles du degré secondaire II quant à l'évaluation de la qualité de leur formation (pour des informations détaillées, voir IFES IPES, 2021). Cette enquête est proposée tous les trois ans à l'échelle de toute la Suisse, étant précisé que la participation est facultative – comme c'est aussi le cas pour les enquêtes E-D (voir ci-dessus). Pour le présent rapport, des résultats sélectionnés issus des deux vagues d'enquêtes des années 2016 et 2019 ont été mis à notre disposition. La composition des échantillons des enquêtes E-CT est également influencée par un processus d'auto-sélection de cantons et d'écoles. Dès lors, les résultats de ces enquêtes ne peuvent pas être considérés comme représentatifs des points de vue et convictions des élèves de classe terminale du degré secondaire II de l'ensemble de la Suisse. Néanmoins, rien qu'en raison du grand nombre de personnes interrogées, les Enquêtes Standardisées E-CT offrent des informations précieuses sur les compétences numériques auto-évaluées, sur la contribution de l'école à l'acquisition de ces compétences, ainsi que sur l'évolution de l'intérêt des élèves pour les technologies numériques tout au long de leur formation.
3. **Micrecensement formation de base et formation continue (MZB):** réalisé tous les cinq ans, le « Micrecensement formation de base et formation continue » de l'Office fédéral de la statistique fournit des informations sur le comportement en matière de formation des membres de la population résidente suisse âgés de 15 à 74 ans (pour des informations détaillées, voir OFS, 2020d). L'ensemble de l'échantillon comprend un peu plus de 10'000 personnes lors de chaque vague d'enquête. Toutefois, en raison du

large éventail des âges pris en compte, seule une petite partie de ces données porte sur des personnes qui se trouvent encore en formation. Pour les résultats sélectionnés provenant de la dernière vague d'enquête de 2016 qui sont utilisés dans le présent rapport, on disposait d'informations de quelque 1000 personnes qui, au moment de l'enquête, fréquentaient des écoles du degré secondaire II. Les résultats sont représentatifs au niveau de l'ensemble de la Suisse.

Annexe D

Remerciements

Nous tenons à remercier les expertes et experts, répondantes et répondants, et organisations suivants (par ordre alphabétique) pour leur coopération et leur soutien:

André Abächerli	Jennifer Naef
Jürg Arpagaus	Pavel Novak
Marius Beerli	Jolanda Nydegger
Per Bergamin	Chantal Oggenfuss
Laurent Bernhard	Michel Perriard
Peter Bolliger	Dominik Petko
Flavia Bortolotto	Laetitia Progin
Sabine Brenner	Jürg Raschle
Adrian Brühlhart	Werner Rhyner
Gerda Buhl	Toni Ritz
Julien Clénin	Clito Roffler
Maria Colaïemma	Michel Rohrbach
Jessica Dehler-Zufferey	Régine Roulet
Silvia Deplazes	Stefan Sacchi
Beat Döbeli	Ivo Schorn
Jean-Luc Dorier	Anne Sgard
Vanessa Fornasier	Charlotte Sgier de Cerf
Claudia Fornera	Therese Steffen Gerber
Jeanine Füg	Peter Summermatter
Reto Furter	Martin Verner
Manuel Garzi	Martina Wälti
Hong Giang Pham	Egon Werlen
Reto Givel	Josef Widmer
Susanne Hardmeier	Monica Zaugg-Jsler
Thomas Hermann	
Reinhard Hölzl	
Andrea Hungerbühler	
Sandra Hupka-Brunner	
Lisette Imhof	
Barbara Kohlstock	
Katrin Kraus	
Ralph Kugler	
Alice Leibundgut	
Nadine Lindberg	
Guido McCombie	
Francesco Mondada	
Barbara Montereale	

Impressum

Educa - Agence spécialisée de
l'espace numérique suisse de formation
Erlachstrasse 21
3012 Berne

Proposition de citation:
Educa (2021): La numérisation dans
l'éducation. Educa, Berne

Photo de couverture:
Christin Hume (unsplash)

Design corporatif et mise en page:
noord.ch

© Educa CC BY-NC-ND
(creativecommons.org)
Août 2021