

Bilan des expériences de numérisation de l'éducation

Rapport commandité par la DFAC sur demande du Grand Conseil

Dr. Christiane Caneva

Cheffe du Service de didactique universitaire et compétences numériques

de l'Université de Fribourg

EXECUTIVE SUMMARY	3
INTRODUCTION	5
1 L'ÉQUIPEMENT DES ÉLÈVES	7
1.1 SYNTHÈSE DE LA SITUATION EN SUISSE	9
1.1.1 <i>Organisation du financement et gestion</i>	9
1.1.2 <i>Équipement informatique par élève</i>	9
1.1.3 <i>Normes ou directives pour l'équipement</i>	9
1.1.4 <i>Stratégie de formation numérique</i>	9
1.2 LA QUANTITÉ D'ÉQUIPEMENT	9
2 LE CAS DE LA SUÈDE ET DE L'ESTONIE	10
2.1 LA SUÈDE.....	11
2.1.1 <i>L'intégration des technologies numériques dans l'enseignement</i>	11
2.1.2 <i>Les résultats PISA et PIRLS</i>	12
2.2. L'ESTONIE	12
2.2.1 <i>L'intégration des technologies numériques dans l'enseignement</i>	13
2.2.2 <i>D'autres facteurs, au-delà de l'équipement</i>	13
2.2.3 <i>Les résultats PISA</i>	14
2.3. CORRÉLATION ET CAUSALITÉ.....	16
3 LES CONDITIONS À REMPLIR SELON LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE.....	17
3.1. SYNTHÈSE DE LA LITTÉRATURE.....	19
3.1.1 <i>Conditions au niveau macro</i>	19
3.1.2 <i>Conditions au niveau méso</i>	20
3.1.2.1. <i>Leadership et stratégie de la direction d'établissement</i>	20
3.1.2.2. <i>Le rôle des personnes ressources dans l'accompagnement des enseignant-e-s</i>	21
3.1.2.3. <i>La formation des enseignant-e-s</i>	22
3.1.2.4. <i>La formation des directions d'école</i>	23
3.1.2.5. <i>L'infrastructure, l'équipement et le soutien technique</i>	24
CONCLUSION	24
GLOSSAIRE.....	26
RÉFÉRENCES.....	28

Executive Summary

Ce rapport, commandé par la Direction de la formation et des affaires culturelles de l'Etat de Fribourg sur demande du Grand Conseil, a pour objectif de dresser un bilan de l'équipement numérique des élèves suisses, d'identifier les meilleures pratiques pour une intégration réussie des technologies numériques à partir des expériences menées dans d'autres pays et sur la base de la littérature scientifique. Une attention particulière est portée sur les études menées en Suisse. Plusieurs aspects clés de cette intégration ressortent de l'analyse :

Importance du cadre pédagogique

L'objectif principal de l'intégration des technologies numériques n'est pas simplement de fournir des équipements tels que des ordinateurs et tablettes aux élèves, mais de s'assurer que l'utilisation de ces outils contribue efficacement à l'atteinte des objectifs pédagogiques. Cela implique de développer chez les élèves non seulement des compétences techniques, mais aussi une compréhension critique et responsable de ces technologies. Le PER EdNum et le Lehrplan 21 (LP 21) mettent l'accent sur des compétences numériques spécifiques à intégrer dans le plan d'études. Ces deux plans d'études fournissent le cadre pédagogique dans lequel doit s'insérer l'intégration des technologies numériques pour l'enseignement.

Diversité des approches cantonales

La situation en Suisse montre une grande variété dans l'approche des cantons vis-à-vis de l'équipement numérique des élèves. Cette diversité reflète des choix pédagogiques, des capacités de financement et des priorités stratégiques différentes. Notre analyse souligne la nécessité pour chaque canton de développer une stratégie numérique adaptée à son contexte spécifique, tout en tirant des leçons des meilleures pratiques et des défis rencontrés par d'autres.

Inspirations internationales

Les cas de la Suède et de l'Estonie offrent des perspectives enrichissantes sur l'intégration des technologies numériques dans le système éducatif, bien que la corrélation entre équipement numérique et performances scolaires doive être interprétée avec prudence.

Conditions clés de réussite

La revue de la littérature scientifique a permis de mettre en évidence plusieurs conditions pour intégrer les technologies numériques dans l'enseignement.

1. **Leadership et vision stratégique** : Un leadership (voir Glossaire) fort au sein des services de l'enseignement ainsi qu'au sein des établissements d'enseignement permet d'orienter et de soutenir l'intégration des technologies. Cela inclut la définition d'une vision claire des services d'enseignement ainsi que des établissements, la mise en place d'une stratégie numérique cohérente avec la stratégie cantonale et avec les objectifs pédagogiques, la collaboration avec les personnes ressources (voir Glossaire), l'implication des enseignant-e-s, l'engagement envers un changement culturel et l'accompagnement du changement.
2. **Formation continue des enseignant-e-s** : La formation continue est essentielle pour que les enseignant-e-s intègrent efficacement les technologies numériques dans leurs pratiques pédagogiques et développent un sentiment d'auto-efficacité. Cela implique principalement des formations sur les approches pédagogiques innovantes et l'utilisation des technologies pour enrichir l'apprentissage, mais aussi des formations techniques.
3. **Implication des personnes ressources** : Les personnes ressources, des enseignant-e-s formé-e-s pour accompagner les collègues dans l'intégration des technologies numériques, revêtent un

rôle clé dans l'opérationnalisation de la stratégie de l'établissement. Leur cahier des charges doit être clair, tout comme le profil de compétences requis pour revêtir cette fonction. Leur rôle devrait être reconnu par la direction et par les enseignant-e-s.

4. **Infrastructures, soutien technique et équipements** : Des infrastructures technologiques performantes et un soutien technique réactif sont indispensables pour une intégration réussie. Les écoles doivent disposer de réseaux fiables, d'équipements à jour et d'un accès facile à une assistance technique pour surmonter les éventuels obstacles technologiques.

Plusieurs recommandations émergent :

- **Renforcer le leadership en matière de numérique** : Encourager la formation des directions d'école en leadership numérique pour favoriser une intégration cohérente et stratégique des technologies.
- **Développer des programmes de formation ciblés pour les enseignant-e-s d'établissement** : Proposer des programmes de développement professionnel adaptés aux besoins des enseignant-e-s, avec une attention particulière à l'intégration pédagogique des technologies numériques.
- **Disposer d'un nombre suffisant de personnes ressources** dans les établissements, formées en intégration des technologies numériques en enseignement, et disposant de suffisamment de temps d'accompagnement des enseignants en fonction de la taille de l'école.
- **Améliorer l'accès et le soutien technique** : Investir dans l'amélioration des infrastructures numériques et dans le renforcement des équipes de soutien technique dans les écoles.
- **Renforcer ou créer des réseaux** : Création d'un réseau de partage entre cantons et établissements pour échanger sur les pratiques réussies et les défis rencontrés.
- **Évaluer la stratégie numérique** : Suivi et évaluations régulières de l'intégration technologique pour ajuster les stratégies et les pratiques en fonction des retours d'expérience et de l'évolution des besoins.
- **Adopter une approche systémique** : Considérer l'intégration des technologies numériques comme un processus systémique nécessitant une coordination entre les niveaux macro (politiques cantonales) et méso (organisation des établissements).

En conclusion, l'intégration des technologies numériques en éducation devrait être envisagée comme un processus complexe et systémique, nécessitant une approche holistique (voir Glossaire) qui prend en compte à la fois les aspects technologiques, pédagogiques et organisationnels.

Introduction

L'intégration des technologies numériques au sein du système éducatif représente un enjeu majeur pour équiper les jeunes en vue d'un avenir où la compétence dans l'utilisation de ces outils devient essentielle. Cette exigence touche la quasi-totalité des professions. Selon des données récentes de l'Office fédéral de la statistique (OFS), une faible proportion, soit 13,3 %, des actifs n'emploie jamais d'outils numériques. Cette observation s'aligne avec les résultats d'une étude de la Commission Européenne, laquelle révèle que 87% des emplois en Europe requièrent au moins des compétences numériques élémentaires (Herrero, 2024).

Au-delà des enjeux liés à l'employabilité, l'ère d'Internet souligne avec acuité la nécessité de cultiver une citoyenneté numérique responsable et socialement engagée (Choi, 2016). Cette importance est d'autant plus marquée à l'heure du développement des intelligences artificielles génératives (voir Glossaire). L'utilisation des IA génératives soulève des questions éthiques importantes, notamment en ce qui concerne la création de contenus trompeurs (deepfakes, fausses nouvelles), la manipulation d'opinions et les biais algorithmiques. Les compétences en citoyenneté numérique deviennent critiques pour réfléchir à ces enjeux éthiques et promouvoir une utilisation responsable des technologies. La citoyenneté numérique à l'ère des IA génératives est fondamentale pour s'assurer que les jeunes sont non seulement des consommateurs d'information avertis et des utilisateurs responsables de la technologie, mais aussi des acteurs engagés dans la construction d'une société numérique inclusive, équitable, démocratique et écologiquement responsable.

En ce qui concerne l'engagement des jeunes avec les technologies numériques en dehors de l'école, Waller, Willemse, Genner, Suter & Süss (2016) ont noté que les jeunes Suisses consacraient en moyenne 2 heures et 30 minutes par jour sur Internet en semaine et 3 heures et 40 minutes pendant les weekends. Une enquête plus récente montre une augmentation du temps passé en ligne par les jeunes, atteignant désormais 3 heures et 14 minutes quotidiennement durant la semaine et 5 heures pendant le weekend (Külling et al., 2022).

Ainsi, l'école assume un rôle primordial dans la préparation des jeunes non seulement pour leur avenir professionnel mais également pour un usage éthique et responsable des technologies numériques, considérant leur consommation importante pendant leur temps libre.

Les compétences requises sont précisées par le secteur de l'Education numérique du Plan d'Études Romand (PER EdNum)¹ et le Lehrplan 21².

Afin de se conformer aux nouveaux plans d'études, la plupart des établissements scolaires suisses doivent moderniser leur infrastructure et mettre à disposition de leurs élèves et des enseignant-e-s des technologies numériques, que ce soient des ordinateurs, tablettes ou d'autres outils. Cela implique des investissements importants et des interrogations quant à leur pertinence.

Cadre et but du mandat

Dans le cadre du renvoi de la Stratégie cantonale d'éducation numérique, le Grand Conseil a demandé au Conseil d'Etat de fournir un bilan des expériences de numérisation de l'éducation faites dans les CO singuinois, d'autres cantons et à l'étranger, en Suède particulièrement. Afin de répondre à cette demande,

¹ Lien vers le Plan d'Études Romand : <https://portail.ciip.ch/per/domains/10>

² Lien vers le Lehrplan21 : <https://www.lehrplan21.ch/>

la Direction de la formation et des affaires culturelles (DFAC) a choisi de se tourner vers une analyse scientifique externe indépendante.

En tant que cheffe du Service de didactique universitaire et de compétences numériques à l'Université de Fribourg, ayant également occupé le poste de responsable de la recherche pour le suivi du projet d'éducation numérique (EduNum) dans le canton de Vaud auprès du Centre LEARN de l'École polytechnique fédérale de Lausanne, et auteure d'un ouvrage sur l'intégration des technologies numériques dans les établissements d'enseignement (voir Caneva & Brabant, 2023), la Direction de la formation et des affaires culturelles (DFAC) m'a attribué un mandat. Celui-ci consiste à (1) dresser un panorama de l'équipement numérique disponible pour les élèves dans les écoles en Suisse et à l'international, avec (2) un focus particulier sur la Suède. Cependant, la comparaison entre différentes politiques d'intégration du numérique dans les écoles donne peu d'informations utiles aux pouvoirs publics en raison de la complexité des différents systèmes éducatifs et les multiples facteurs influençant les performances scolaires. Par conséquent, un autre objectif confié par la DFAC est (3) d'identifier, à travers une revue de la littérature scientifique, les meilleures pratiques et les conditions de réussite pour une intégration efficace des technologies numériques adaptée au contexte suisse.

Ce travail vise à fournir aux lectrices et lecteurs une perspective scientifique sur l'intégration des technologies numériques en milieu scolaire. L'ambition est de mettre en lumière des stratégies qui non seulement améliorent l'accès à l'équipement numérique, mais aussi et surtout, qui optimisent son usage dans un cadre pédagogique, afin de maximiser les bénéfices pour la communauté scolaire et surtout pour les apprenant-e-s.

Structure du rapport

La première partie se concentre sur l'équipement numérique disponible pour les élèves en Suisse, incluant une synthèse de la situation actuelle, l'organisation du financement et de la gestion de cet équipement, ainsi que les normes ou directives et les stratégies de formation numérique mises en place.

Dans la deuxième partie, nous examinons les cas de la Suède et de l'Estonie, deux pays reconnus pour leur avancée dans l'intégration des technologies numériques en éducation. Nous discutons de l'intégration des technologies dans l'enseignement, des résultats PISA, et des autres facteurs influençant l'usage du numérique dans ces pays.

La troisième et dernière partie est consacrée à une revue non exhaustive, mais suffisamment complète pour tirer des apprentissages, de la littérature scientifique sur les conditions nécessaires pour une intégration réussie des technologies numériques dans l'enseignement.

À travers cette structure, le rapport vise à fournir une analyse complète et nuancée, éclairant les lectrices et lecteurs sur les principaux enjeux entourant l'intégration des technologies numériques dans l'enseignement.

Définition

L'intégration des technologies numériques (tablettes, ordinateurs, plateformes d'apprentissage, applications, etc.) dans l'enseignement englobe une variété de termes souvent utilisés de manière interchangeable. Ces termes incluent la « transition numérique », la « transformation numérique », le « numérique en éducation », « l'éducation numérique », la « numérisation de l'éducation », et « l'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) à l'école », pour ne citer que quelques exemples. L'absence de consensus sur la définition de « l'intégration des technologies » aussi auprès de la communauté scientifique (Consoli, Désiron & Cattaneo, 2023), fait en sorte qu'on parle d'intégration en se référant tout aussi bien à l'utilisation simple de la technologie qu'à une transformation profonde des méthodes pédagogiques. Dans le cadre du PER EdNum et du Lehrplan 21, l'intégration des technologies numériques dans l'enseignement vise le développement de l'éducation numérique. L'éducation numérique concerne des compétences à acquérir à travers trois domaines interdépendants : l'éducation aux médias, la science informatique et les usages des technologies numériques de manière transversale.

C'est dans ce sens et dans ce but que nous allons employer les termes « éducation numérique » et « intégration des technologies numériques » dans ce document.

1 L'équipement des élèves

Pour contextualiser l'axe de la stratégie numérique du canton de Fribourg concernant l'équipement numérique des élèves, le tableau présenté dans l'annexe 1 offre un comparatif des dispositifs technologiques planifiés dans d'autres cantons suisses alémaniques reflétant leurs stratégies numériques respectives. Le Plan d'études romand en éducation numérique (PER EdNum) étant en phase de mise en œuvre, des données consolidées ne sont pas disponibles pour les cantons romands.

Cette analyse recense les équipements dans un échantillon de quatre cantons et deux demi-cantons. L'objectif est de dresser un tableau indicatif des ressources allouées aux élèves dans les cantons germanophones.

Si dans le tableau ne sont indiqués comme équipement que les ordinateurs ou tablettes mis à disposition des élèves, n'oublions pas les initiatives particulières, comme celle du canton de Fribourg qui inclut également des équipements de robotique éducatifs.

Les informations contenues dans le tableau ont été récoltées auprès des secrétariats généraux des cantons germanophones.

Les questions suivantes ont été posées :

- Quelle organisation le canton prévoit-il pour le financement et la gestion du parc informatique des écoles obligatoires ?
- Quel est l'équipement informatique par élève (nombre d'ordinateurs/tablettes par élève), selon le degré scolaire (Cycle 1 : 1H-2H ; 3H-4H ; Cycle 2 : 5H-6H ; 7H-8H ; Cycle 3 : 9H-11H) ?
- Existe-t-il des normes ou des directives pour l'équipement informatique des écoles (élèves, enseignant-e-s) ?

- Disposez-vous de documents relatifs à la stratégie de formation numérique de votre canton ?

Les lectrices et lecteurs noteront que s'il y a encore quelques années il était question d'ordinateurs fixes et de salles d'informatiques, l'utilisation d'équipements mobiles est désormais privilégiée, reflétant les pratiques de la vie réelle. Cette approche favorise l'accès facile à l'équipement dans les salles de cours ordinaires, permettant une intégration plus naturelle des activités numériques au sein des autres enseignements non numériques. Les décisions concernant l'équipement, qu'il s'agisse d'une approche où chaque élève dispose de son propre appareil (1 pour 1, ou « one-to-one »), ou d'une approche d'équipement partagé parmi les élèves, impliquent des choix pédagogiques distincts et influencent la manière dont les technologies sont utilisées

Le Lehrplan 21 et le volet éducation numérique

La Conférence des directeurs de l'instruction publique de Suisse alémanique (D-EDK) a élaboré le Lehrplan 21 entre 2010 et 2014. Ce dernier a été introduit dans les classes germanophones 1H-11H du canton de Fribourg lors de la rentrée 2019/20.

Avec ce premier plan d'études commun pour l'école obligatoire, les 21 cantons germanophones et plurilingues ont mis en œuvre l'article 62 de la Constitution fédérale et harmonisé les objectifs de l'école. En automne 2014, le projet de plan d'études 21 a été validé par les directrices et directeurs de l'instruction publique de Suisse alémanique. Chaque canton a, conformément à ses bases juridiques, a décidé de son introduction dans le canton. Il existe un modèle du Lehrplan 21 ainsi que les versions cantonales.

Concernant le volet « éducation numérique », le Lehrplan 21 inclut un module Médias et informatique qui comprend les domaines de compétences « Médias et Informatique » ainsi que les compétences relatives à l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (compétences d'application).

Pour que les élèves puissent développer ces compétences, les écoles mettent à disposition un équipement et une infrastructure appropriés (ordinateurs, tablettes, etc.) et les enseignants sont formés à l'apprentissage par et avec les médias numériques.

Le module Médias et informatique apporte également une contribution importante au développement de compétences méthodologiques qui jouent un rôle dans tous les domaines de formation. Il s'agit de la recherche, de l'évaluation, du traitement et de la présentation d'informations et de données, ainsi que de l'acquisition de stratégies pour la résolution de tâches et de problèmes dont la maîtrise soutient l'action au quotidien et dans la vie professionnelle³.

À noter que la mise en œuvre du Lehrplan 21 et de son volet numérique a précédé celle du Plan d'études romand et notamment du PER EdNum.

³ Pour davantage d'informations, consulter le site web de l'État de Fribourg et la page concernant le lehrplan21 : <https://www.fr.ch/formation-et-ecoles/scolarité-obligatoire/lp-21-plan-detudes-alemanique-cycles-1-a-3-1h-11h>

1.1 Synthèse de la situation en Suisse

L'équipement informatique des élèves dans les écoles obligatoires suisses varie significativement entre les cantons, reflétant une diversité d'approches en matière de financement, de gestion du parc informatique, et de stratégies numériques. Une analyse transversale des cantons de Saint Gall, Berne, Bâle-Ville, Bâle-Campagne, Lucerne, Fribourg révèle des similitudes et des différences notables.

1.1.1 Organisation du financement et gestion

- Bâle-Ville et Lucerne montrent une tendance à une gestion et un financement partagé entre le canton et les communes, avec des nuances dans l'implication de chaque niveau. Par exemple, Lucerne utilise un contrat-cadre central pour faciliter l'acquisition d'appareils.
- Berne se distingue par une responsabilité largement attribuée aux communes pour l'équipement, s'appuyant sur les plans MITIC⁴ individuels des écoles.

1.1.2 Équipement informatique par élève

- La diversité est également présente dans le ratio ordinateurs/tablettes par élève, qui varie de la modalité 1 pour 1 dans les degrés 5H à 11H à Saint Gall, Lucerne, Bâle Campagne, et dans les degrés 7H à 11H à Bâle-Ville.
- De manière générale, tous les cantons pris en considération optent pour une mise à disposition d'équipements numériques pour les élèves qui est progressive, avec peu ou pas d'outils numériques pour les élèves de l'école enfantine (1H-2H) et une tendance vers la mise à disposition d'un outil par élève dans les degrés plus élevés, déjà dès la 5H dans certains cantons (Saint Gall, Bâle-Campagne, Lucerne). Cette tendance vers la modalité 1 pour 1 caractérise les cantons germanophones.
- Le canton de Berne se distingue par rapport aux autres cantons par la grande autonomie laissée aux établissements dans le choix d'équipement (ratio par élèves).

1.1.3 Normes ou directives pour l'équipement

- Dans le système fédéraliste helvétique, l'éducation relève de la tâche des cantons et ceux-ci suivent des directives variées. Certains cantons ne spécifient pas clairement de normes ou de directives.

1.1.4 Stratégie de formation numérique

- La présence de documents ou de stratégies de formation numérique explicites varie fortement.

En résumé, bien que tous les cantons s'efforcent d'améliorer l'accès des élèves aux technologies numériques, les stratégies de financement, le ratio d'équipement par élève, et l'existence de normes ou de directives pour l'équipement varient considérablement. Cette hétérogénéité souligne l'importance de stratégies adaptées aux contextes locaux tout en mettant en évidence une tendance générale vers une augmentation de l'accès aux technologies pour soutenir l'enseignement et l'apprentissage.

1.2 La quantité d'équipement

L'attention des médias, de l'opinion publique et des principales parties prenantes impliquées dans l'implémentation de stratégies numériques est souvent portée sur le ratio d'équipement par élèves et la fréquence de l'utilisation de ces outils à l'école. L'emphase est mise sur « **la quantité** » d'équipement (Consoli, Désiron & Cattaneo, 2023).

Si la question de l'équipement est importante pour déterminer les coûts et les approches choisies, cet indicateur ne capture pas l'intégralité de la complexité de l'intégration des technologies numériques en

⁴ MITIC est l'abréviation de « Médias, Images, Technologies de l'Information et de la Communication »

enseignement. Il ne permet pas non plus de déterminer le temps que les élèves passeront sur un outil, car cela dépend des activités menées par les enseignant-e-s et des objectifs pédagogiques. Le focus sur la « quantité » n'est pas le plus pertinent pour déterminer si et comment les élèves développent les compétences définies dans le plan d'études PER EdNum ou le Lehrplan 21. La simple possession d'équipement ne garantit pas l'atteinte des objectifs pédagogiques (Grönlund et al., 2018) et le ratio d'équipement par élèves non plus. L'échec ou la réussite de l'intégration des technologies numériques en enseignement dépend de plusieurs facteurs et variables, comme nous allons le voir dans la section 3 de ce rapport.

Si la recherche indique que la fréquence d'utilisation des outils numériques ne conduit pas nécessairement à de meilleurs résultats d'apprentissage (OCDE, 2015), elle indique aussi que l'utilisation ciblée des technologies numériques pour atteindre des objectifs d'apprentissage significatifs peut avoir un impact positif (Chien et al., 2016 ; Stegmann, 2020).

L'attention devrait se déplacer de la quantité vers la qualité de l'utilisation des technologies (Antonietti et al., 2023 ; Backfisch et al., 2021 ; Fütterer et al., 2022 ; Juuti et al., 2022 ; Parker et al., 2019). Par « qualité », nous considérons l'ensemble des concepts, opérationnalisations et aspects liés à l'utilisation pédagogique des technologies numériques (Consoli, Désiron & Cattaneo, 2023).

En résumé, il est essentiel d'éviter les extrêmes : un excès d'équipement sous-utilisé et un manque d'équipement qui restreint l'accès pour les enseignant-e-s et pour les élèves. Le véritable enjeu réside dans la qualité de l'utilisation de cet équipement numérique, et la qualité dépend de plusieurs facteurs abordés dans la section « meilleures pratiques ».

2 Le cas de la Suède et de l'Estonie

La Suède est un pays précurseur dans l'intégration des technologies numériques dans son système éducatif. Puisque l'Estonie a également instauré une stratégie numérique précoce dans ses établissements d'enseignement, nous avons fait le choix de présenter aussi ce cas.

Ces deux pays figurent parmi les mieux classés au sein de l'Union Européenne pour la préparation numérique (« digital readiness »), selon l'indice de l'économie et de la société numériques (DESI). Le DESI est un indicateur composite qui mesure la performance numérique et la compétitivité des pays de l'Union Européenne, évaluant cinq dimensions : la connectivité, le capital humain et les compétences numériques, l'utilisation des services Internet par les citoyens, l'intégration des technologies numériques par les entreprises, et la disponibilité des services publics numériques. Cet indice offre une vue globale sur l'avancement numérique des États membres, et constitue un outil précieux pour les décideurs politiques dans l'orientation des politiques et des investissements.

Nous avons aussi pris en considération les résultats du Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA). PISA évalue les connaissances et les compétences des élèves de 15 ans en mathématiques, en lecture et en sciences. Le test évalue la capacité des élèves à résoudre des problèmes complexes, à faire preuve d'esprit critique et à communiquer efficacement. Tous les trois ans, un échantillon aléatoire d'adolescents de 15 ans est testé dans ces domaines, avec un focus particulier sur une discipline à chaque cycle d'évaluation.

Bien que les deux pays soient bien placés pour les évaluations PISA, les élèves suédois ont enregistré dans les évaluations publiées en 2023 des performances moindres par rapport aux années précédentes. Cette baisse de performance a suscité un débat médiatique, attribuant cette régression à la stratégie numérique et au déploiement d'outils numériques dans les écoles qui auraient eu un impact négatif sur les capacités cognitives des élèves.

2.1 La Suède

La Suède se situe au 4ème rang des 27 États membres de l'UE dans le classement DESI 2022. Le pays est sur la bonne voie pour atteindre l'objectif de la décennie numérique, à savoir que 80 % de la population possède au moins des compétences numériques de base d'ici à 2030. Les compétences numériques sont considérées comme un élément clé de l'éducation de base et de l'enseignement supérieur, un outil pour réduire la fracture numérique et un moyen d'améliorer la compétitivité de ses entreprises et de soutenir ses institutions de recherche. Elles sont au cœur de toutes les stratégies publiées depuis 2017, à commencer par la stratégie suédoise de numérisation (2017), l'approche nationale de l'IA (2019) et la stratégie des données (2021). La Suède a également adopté une stratégie nationale pour la numérisation du système scolaire (2017), suivie d'un plan d'action (2019).

2.1.1 L'intégration des technologies numériques dans l'enseignement

En 2017, le gouvernement suédois a lancé une stratégie nationale pour renforcer les compétences numériques des élèves et des enseignant-e-s (Gouvernement suédois, 2017). Cette stratégie, prévue de 2018 à 2022, avait pour objectifs non seulement la compétence numérique universelle dans le système scolaire, mais aussi l'égalité d'accès et d'utilisation, ainsi que la recherche et l'évaluation des potentialités offertes par la numérisation (Godhe, 2024).

D'importants investissements ont permis d'équiper les écoles en infrastructures numériques, comme des ordinateurs, tablettes et smartphones. Les plans d'études de tous les niveaux d'enseignement ont été révisés en 2018 afin d'y intégrer ces nouvelles compétences (Agence nationale suédoise pour l'éducation, 2018 a,b,c).

De nombreuses écoles ont adopté des plateformes numériques et des ressources éducatives en ligne pour appuyer l'enseignement et l'apprentissage à tous les niveaux (Masiello, Mohseni & Nordmark, 2023). Dès la maternelle (enfants de 1 à 5 ans), les enfants ont été familiarisés avec les outils numériques, employant robots et tablettes pour s'initier à la programmation (Hamidi et al., 2022), aux mathématiques et à la lecture. Les écoles maternelles et primaires (à partir de l'âge de 6 ans) utilisent également des robots sociaux pour favoriser la communication et l'apprentissage des langues étrangères (Högström & Holm, 2020).

Les établissements secondaires ont intégré la réalité virtuelle et augmentée, ainsi que divers outils multimédias comme des vidéos, des animations et des simulations pour une exploration interactive des concepts complexes (Högström & Holm, 2020).

Högström & Holm (2020) ont mis en évidence l'impact positif de cette intégration sur l'engagement des élèves. Grâce à ce niveau élevé d'intégration des technologies numériques, il est désormais aisé de collecter et d'analyser les données relatives aux performances des élèves.

En 2022, l'Agence nationale suédoise pour l'éducation a proposé au gouvernement une nouvelle stratégie numérique pour la période 2023-2027 (Gouvernement suédois, 2023). Or, le gouvernement actuel, formé par la coalition de droite "Tidö", a exprimé des réserves concernant la précipitation et l'excès de numérisation dans les écoles suédoises. Le ministre de l'Éducation a par conséquent décidé de mettre en pause la stratégie initiée en 2017 par le gouvernement précédent de centre-gauche, invoquant des inquiétudes basées sur les neurosciences quant aux impacts des médias numériques sur le cerveau des jeunes.

Ce virage a été marqué par une volonté gouvernementale de s'aligner sur "ce que dit la science", notamment par des consultations avec des neuroscientifiques et psychologues cognitifs sur les conséquences négatives d'une utilisation excessive des appareils numériques chez les jeunes enfants (Forsler & Guyard, 2023).

Le gouvernement suggère un retour vers des méthodes d'enseignement plus traditionnelles et analogiques, comme l'écriture manuelle et l'usage de livres « physiques », même si ces pratiques n'ont jamais été totalement abandonnées. Le rapport de Sveriges Kommuner och Regioner (2020) révèle en effet une grande variété dans l'usage des technologies numériques en milieu scolaire, allant de l'utilisation exclusive de ressources numériques à des approches plus traditionnelles privilégiant les manuels.

Les experts appellent à un débat plus équilibré (Forsler & Guyard, 2023 ; Selwyn, 2024), en sollicitant des perspectives scientifiques variées⁵ pour évaluer l'utilisation du numérique à l'école sans une focalisation exclusive sur les neurosciences. Ils prônent des études approfondies sur la convergence entre neuroéducation et technologies numériques en classe, ce qui n'a pas encore été pleinement exploré.

L'équipement numérique des élèves

La Suède a consenti à des investissements conséquents pour équiper chaque élève de dispositifs numériques personnels. En 2018, l'Agence nationale suédoise pour l'éducation a rapporté que 49 % des élèves du primaire avaient un accès individuel à un dispositif numérique, un net accroissement par rapport aux 16 % en 2012. Ce taux d'accès augmente chez les élèves des cycles secondaires inférieurs et supérieurs. Toutes les écoles disposent d'une connexion internet à haut débit, assurant une utilisation efficace et satisfaisante de ces ressources (Hall et al., 2021). Les tablettes sont couramment employées dans les écoles maternelles.

2.1.2 Les résultats PISA et PIRLS

En 2022, d'après les résultats PISA les performances moyennes des élèves suédois ont diminué en mathématiques et en lecture par rapport à 2018, tout en restant similaires en sciences.

Cette baisse en mathématiques et lecture efface en grande partie les progrès réalisés de 2012 à 2018, ramenant les scores proches de ceux de 2012, les plus bas enregistrés. En revanche, en sciences, l'évolution demeure légèrement positive entre 2012 et 2022, avec des avancées notables, surtout parmi les élèves les plus performants. Entre 2018 et 2022, l'écart s'est accentué entre les élèves les plus et les moins performants en mathématiques et en sciences, tandis qu'en lecture, il est resté relativement stable. En mathématiques, la performance générale a régressé, les élèves en difficulté reculant davantage que leurs pairs plus performants. Depuis 2012, la part d'élèves atteignant des niveaux inférieurs au seuil de compétence de base (niveau 2) n'a pas significativement varié en mathématiques, lecture, ou sciences.

Selon l'évaluation PIRLS ("Progress in International Reading Literacy Study") de 2021, qui est menée par l'International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) et qui mesure la compréhension en lecture des élèves de 9 à 10 ans, les résultats des élèves suédois ont baissé du niveau "élevé" au niveau "intermédiaire" ces 5 dernières années.

2.2. L'Estonie

L'Estonie occupe la 7ème place dans l'indice DESI 2022, affichant un score au-dessus de la moyenne européenne. Le pays excelle particulièrement dans le domaine des services publics numériques et obtient de très bons résultats pour le capital humain, se positionnant en 5ème place. Avec 62 % de sa population possédant au moins des compétences numériques de base, l'Estonie dépasse nettement la moyenne de l'UE dans ce secteur.

⁵ Le chapitre 3 de ce rapport présente les meilleures pratiques issues d'études scientifiques à l'intersection de divers domaines.

Grâce à un score élevé en compétences numériques de base, les Estoniens profitent d'un accès étendu à des services publics et privés numérisés.

2.2.1. L'intégration des technologies numériques dans l'enseignement

Dès les années 1990, l'Estonie a lancé le programme "Tiger Leap", destiné à moderniser l'infrastructure technologique de ses écoles en garantissant un accès Internet à tous les établissements scolaires du pays. Cet objectif ambitieux était déjà atteint en 2001. Pour soutenir le développement de l'infrastructure numérique scolaire, l'État a investi dans l'accès à Internet à haut débit, des équipements modernes et des outils d'apprentissage numérique pour les établissements éducatifs.

Cette solide infrastructure numérique dans les écoles générales et professionnelles a atténué l'impact de la fermeture des écoles durant la pandémie de COVID-19. Grâce à un niveau élevé de compétences numériques chez les enseignant-e-s et à la disponibilité de matériel pédagogique numérique, l'Estonie a réussi à en minimiser les impacts négatifs. Les investissements antérieurs dans le numérique éducatif ont été déterminants, permettant aux écoles, élèves et enseignant-e-s de s'adapter rapidement aux nouvelles exigences et méthodes d'enseignement.

La stratégie éducative estonienne pour 2035 sert de cadre global pour la modernisation continue du système éducatif. Pour 2035, l'Estonie vise à ce que 90 % des jeunes de 16 à 24 ans possèdent des compétences numériques au-delà du niveau de base ; et la proportion de la population avec des compétences numériques avancées augmente à 60 %, par rapport à 37 % en 2019. De plus, le pays planifie la formation de 7 000 spécialistes en technologies de l'information et de la communication d'ici à 2027.

L'équipement numérique des élèves dans les établissements

En 2014, l'Estonie a adopté la politique BYOD⁶ (« bring your own device ») comme standard pour l'école obligatoire de base, couvrant les 9 premières années d'éducation, divisées en trois cycles destinés aux enfants de 7 à 17 ans (European Commission, 2021; Nizyev, 2022). Pour les élèves sans appareil personnel, les établissements disposent d'une réserve à usage commun.

Dans la stratégie estonienne pour l'« apprentissage tout au long de la vie » de 2020, le passage à un outil numérique par élève en classe est appelé "tournant numérique" (« Digital turn »). La stratégie repose sur l'espoir que l'utilisation des appareils numériques personnels améliorera non seulement la culture numérique des élèves, mais aussi leurs résultats scolaires dans différentes matières (Lorenz, Kikkas & Laanpere, 2016).

Une étude menée par European Schoolnet en 2013 a montré que, déjà il y a 10 ans, l'utilisation d'ordinateurs portables et d'appareils mobiles personnels par les élèves estoniens pour des fins éducatives dépassait la moyenne européenne.

2.2.2. D'autres facteurs, au-delà de l'équipement

Avec le temps, l'Estonie a continué de valoriser le développement d'une culture numérique parmi enseignant-e-s et élèves. Les technologues de l'éducation présents dans une grande partie des écoles, à savoir des enseignant-e-s chevronné-e-s et des experts en intégration technologique, illustrent cet engagement. Avec une base solide en pédagogie et un master spécialisé, ces professionnels facilitent

⁶ La politique BYOD dans le milieu de l'éducation permet aux étudiant-e-s d'utiliser leurs appareils personnels (ordinateurs portables, tablettes, smartphones) à des fins éducatives dans l'établissement scolaire. Quelques approches courantes pour financer le BYOD dans les écoles consistent dans l'auto-financement par les familles, les programmes de location, les investissements directs des établissements, les subventions ou financements gouvernementaux.

depuis 2005 l'adoption des outils numériques dans les établissements scolaires, un rôle devenu déterminant durant la crise du COVID-19 pour maintenir l'innovation et l'adaptation pédagogique. Ils se focalisent sur l'optimisation de l'utilisation des ressources numériques pour enrichir le plan d'études.

Dans le cadre de sa stratégie nationale, l'Estonie s'attache à éveiller un intérêt précoce pour les technologies dès le plus jeune âge, contribuant à un taux d'inscription dans les filières des technologies numériques bien supérieur à la moyenne des pays développés. Le programme ProgeTiger en est un parfait exemple : lancé en 2012 pour améliorer les compétences numériques des enseignant-e-s et des élèves, il propose un éventail d'activités, de la programmation à la robotique, en passant par des ateliers informatiques ludiques. Ces initiatives rencontrent un succès grandissant et jouent un rôle majeur dans le renforcement de l'éducation numérique en Estonie, attirant de plus en plus d'écoles et de jardins d'enfants.

2.2.3. Les résultats PISA

Le système éducatif de l'Estonie est reconnu pour ses performances remarquables aux évaluations PISA. Les élèves, issus de divers milieux socio-économiques, y affichent d'excellents résultats. Selon le classement PISA de 2018, l'Estonie se positionne en tête en lecture et en sciences et occupe la troisième place en mathématiques parmi les pays de l'OCDE (Tire, 2021).

L'enquête PISA de 2022, dont les résultats ont été publiés le 5 décembre 2023, confirme le haut niveau de compétences et de connaissances des jeunes Estoniens de 15 ans, les plaçant au sommet en Europe et parmi les huit premiers mondialement. Cette dernière édition a mis un accent particulier sur les mathématiques tout en évaluant également les performances en sciences et en lecture. L'Estonie se classe parmi les deux premiers pays européens en mathématiques, aux côtés de la Suisse, et en tête en sciences ainsi qu'en lecture à égalité avec l'Irlande.

Les résultats des élèves estoniens surpassent la moyenne de l'OCDE dans les trois domaines d'étude. Une proportion plus importante d'élèves en Estonie, par rapport à la moyenne de l'OCDE, atteint les niveaux les plus élevés de performance (niveau 5 ou 6) dans au moins une discipline. De même, un plus grand nombre d'élèves estoniens atteignent un niveau de compétence de base (niveau 2 ou plus) dans les trois matières, comparé à la moyenne des pays de l'OCDE.

L'autonomie accordée aux directeurs d'école et aux enseignant-e-s en Estonie est notable. Les enseignant-e-s jouissent d'une grande liberté pour structurer le programme scolaire et participent aux décisions liées à la gestion des établissements. De ce fait, l'Estonie se classe au premier rang dans cette catégorie comparativement aux autres pays analysés par PISA.

Les résultats PIRLS pour l'Estonie ne sont pas disponibles.

Suisse : Résultats DESI et PISA

Le classement DESI 2022 comprend 27 États membres de l'UE. La Suisse n'étant pas incluse dans ces pays, nous ne disposons des résultats du DESI.

La synthèse des résultats de l'évaluation PISA 2022 pour la Suisse révèle plusieurs points clés concernant les performances et les caractéristiques des élèves de 15 ans en mathématiques, lecture, et science:

Performances générales

- Les résultats moyens de 2022 en mathématiques, lecture, et science sont similaires à ceux de 2018, marquant une stabilité dans les performances.
- Par rapport à 2015, les résultats en lecture et science restent stables, tandis que ceux en mathématiques ont diminué.
- Une tendance à la baisse est observée dans les trois domaines depuis 2009 et 2012, avec une diminution significative de plus de 20 points en mathématiques et lecture, et une baisse légèrement moindre en science sur la dernière décennie (2012-2022).
- L'écart de performances entre les élèves les plus performants et les moins performants reste stable entre 2018 et 2022 dans les trois domaines.

Comparaison internationale

- Les élèves suisses ont obtenu des scores supérieurs à la moyenne de l'OCDE en mathématiques, lecture, et science.
- Une proportion plus élevée d'élèves suisses atteint les niveaux les plus élevés de compétences (Niveau 5 ou 6) dans au moins un domaine par rapport à la moyenne de l'OCDE.

Profil Socio-économique et diversité

- La Suisse présente un écart de performance significatif en fonction du statut socio-économique, avec une performance moyenne plus élevée chez les élèves les plus privilégiés.
- Les élèves issus de l'immigration montrent un écart de performance significatif par rapport aux élèves sans background migratoire, bien que cet écart se réduise après ajustement selon le profil socio-économique.

Environnement scolaire et apprentissage

- La Suisse affiche un taux élevé de sentiment d'appartenance à l'école chez les élèves et une proportion relativement basse de victimes de harcèlement.
- Les élèves rapportent une satisfaction mitigée vis-à-vis de la vie en général, avec une légère augmentation de l'insatisfaction depuis 2018.
- Concernant l'autonomie scolaire, la majorité des élèves fréquentent des écoles où les directeurs ont la responsabilité principale du recrutement des enseignants.

COVID-19 et Apprentissage

- La Suisse a connu des fermetures d'écoles moins prolongées que la moyenne de l'OCDE durant la pandémie de COVID-19, avec des impacts variables sur l'apprentissage à distance et le bien-être des élèves.

En résumé, les résultats de PISA 2022 pour la Suisse montrent une stabilité des performances en mathématiques, lecture, et science, avec des scores supérieurs à la moyenne de l'OCDE. Toutefois, une tendance à la baisse sur la dernière décennie et des écarts persistants liés au statut socio-économique et à l'origine migratoire des élèves sont notables. Le contexte scolaire et les défis posés par la pandémie de COVID-19 offrent des perspectives supplémentaires sur l'environnement éducatif suisse.

2.3. Corrélacion et causalité

La Suède et l'Estonie, bien classées dans le DESI 2022, ont adopté des stratégies numériques prévoyant l'intégration précoce des technologies dans les écoles. Chaque élève dispose de son appareil numérique.

La stratégie numérique de la Suède a soulevé des discussions, notamment suite aux résultats PISA 2022 et PIRLS 2021. Plusieurs médias et certain-e-s politicien-ne-s⁷ ont suggéré que le haut niveau d'intégration des technologies aurait influencé négativement les performances scolaires des élèves suédois.

Selon le même raisonnement, nous pourrions poser l'hypothèse que c'est grâce au haut niveau d'intégration des technologies que les élèves estoniens obtiennent des excellentes performances.

Cependant, attribuer ces performances uniquement à l'utilisation des technologies est réducteur.

Cela est réducteur, car selon un principe de base de la statistique "la corrélation n'implique pas la causalité". Ce principe souligne le fait que juste parce que deux variables sont observées comme évoluant ensemble (c'est-à-dire, elles sont corrélées) (ex. variable 1 : l'« exposition » aux écrans, variable 2 : les résultats de PISA), cela ne signifie pas qu'une variable est la cause de l'évolution, ou recul, de l'autre.

Ce principe est fondamental dans l'analyse statistique et la recherche scientifique, car il met en garde contre le fait de tirer des inférences causales à partir de simples associations. Il y a plusieurs raisons pour lesquelles les données corrélées peuvent être trompeuses :

- **Coïncidence** : Parfois, deux variables peuvent sembler être liées purement par hasard.
- **Problème de la variable tierce** : Il pourrait y avoir un troisième facteur non observé qui cause les changements dans les deux variables. Cette variable tierce, souvent appelée variable de confusion, peut créer l'illusion que les deux variables principales sont responsables de leurs changements mutuels.
- **Problème de directionnalité** : Même si une relation causale existe, la corrélation n'indique pas quelle variable est la cause et quel est l'effet.

Imaginons une étude qui trouve une forte corrélation entre le nombre de ventes de glaces et le nombre d'incidents de noyade. À première vue, on pourrait être tenté de spéculer que la consommation accrue de glaces mène d'une manière ou d'une autre à plus de noyades. Cependant, cela serait une mauvaise interprétation des données.

Le facteur sous-jacent qui entraîne les deux variables est probablement la température ; à mesure que le temps devient plus chaud, plus de gens achètent des glaces, et plus de gens vont également nager, ce qui peut malheureusement conduire à plus d'incidents de noyade. Dans ce scénario, la température est la

⁷ Le Monde diplomatique (23 mai, 2023). La Suède juge les écrans responsables de la baisse du niveau des élèves et veut un retour aux manuels scolaires. Consulté le 23 février 2023 :

https://www.lemonde.fr/planete/article/2023/05/21/numerique-a-l-ecole-la-suède-juge-les-ecrans-responsables-de-la-baisse-du-niveau-des-eleves-et-fait-marche-arriere_6174171_3244.html

variable de confusion qui explique la corrélation entre les ventes de glaces et les incidents de noyade, et non une relation causale directe entre les deux.

La non-application de ce principe de base au cas de la Suède porte à des conclusions simplistes et trompeuses. Les cas de la Suède et de l'Estonie nous montrent l'importance d'une analyse multidimensionnelle qui prend en compte la complexité d'un système éducatif et les multiples facteurs influençant les performances scolaires. Il est essentiel d'adopter une approche globale et nuancée, allant au-delà des interprétations simplistes de type "X cause Y", pour comprendre l'impact réel des technologies numériques dans l'éducation.

La scolarisation est le résultat de l'assemblage de milliers d'éléments différents, dont beaucoup ne peuvent être facilement observés, mesurés et modélisés.

Parmi ces problèmes, nous pouvons citer, par exemple, les difficultés à recruter des enseignants formés et les attitudes négatives envers la profession (Boström, 2023), ainsi que le fait que la Suède a considérablement progressé dans la voie de la marchandisation externe de l'éducation. Cette dernière met en avant une approche de l'éducation qui privilégie les principes du marché, où les écoles évoluent dans un environnement concurrentiel (Lundahl, Arreman, Holm & Lundström, 2013).

3 Les conditions à remplir selon la littérature scientifique

Équiper les élèves des compétences nécessaires pour qu'ils deviennent des professionnels accomplis et des citoyens responsables transcende la simple mise à disposition d'équipements et d'infrastructures.

La manière dont l'enseignement est dispensé en classe joue un rôle déterminant pour savoir si les élèves ont atteint ou non les objectifs pédagogiques inscrits dans le PER EdNum ou dans le Lehrplan 21, comme cela est le cas aussi pour tous les autres domaines.

Pour une utilisation efficace des équipements numériques, il est essentiel de prendre également en compte des aspects qui concernent l'ensemble de l'institution éducative (Figure 1). Selon Gonon, Schmitz, Petko & Consoli (2024), la mise en place de conditions favorables aux niveaux macro (politiques cantonales, structures institutionnelles, culturelles et sociales) et méso (organisation et gestion des établissements, environnement professionnel de l'enseignement) est déterminante pour le succès de l'intégration technologique dans les écoles.

Le niveau micro (dynamiques didactiques et pédagogiques qui se déroulent au sein de la classe même) n'est pas pris en compte, car l'étendue de ce travail dépasse le cadre du mandat. Les divers niveaux d'enseignement sont à considérer de manière distincte, ainsi que les approches didactiques spécifiques à chaque discipline. Les meilleures pratiques pédagogiques et didactiques pour l'intégration des technologies numériques en enseignement au bénéfice des apprentissages, validées par la recherche, sont connues par les institutions responsables de la formation des enseignant-e-s.

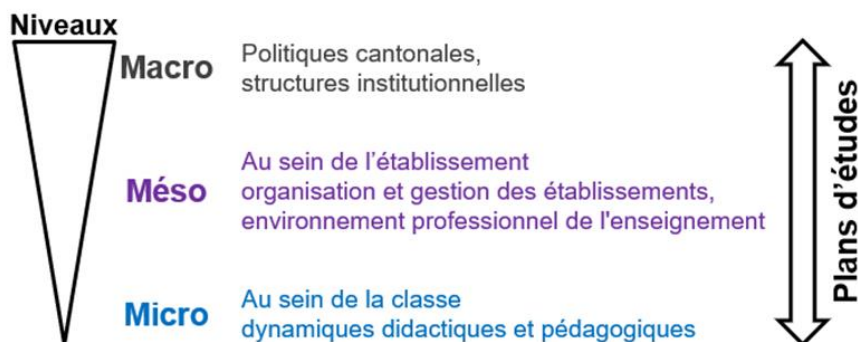
À titre d'exemple, des logiciels de simulation et modélisation tels que PhET Interactive Simulations⁸ peuvent être utilisés en sciences et en technologie pour aider les élèves à comprendre des concepts complexes à travers des modèles visuels et interactifs. Cela rend l'apprentissage plus concret et permet d'explorer des scénarios hypothétiques sans les contraintes d'un laboratoire physique (Lampropoulos,

⁸ PhET Interactive Simulations est un projet de l'Université du Colorado à Boulder (Etats-Unis). Il s'agit d'un projet de ressources éducatives ouvertes à but non lucratif qui crée et héberge des explications explorables. La société a été fondée en 2002 par le lauréat du prix Nobel Carl Wieman.

Keramopoulos, Diamantaras & Evangelidis, 2022). Augmented reality and gamification in education: A systematic literature review of research, applications, and empirical studies. *Applied Sciences*, 12(13), 6809.

Un autre exemple est celui des environnements d'apprentissage virtuel (EAV)⁹ comme Moodle, Teams ou Google Classroom, offrent une plateforme où enseignant-e-s et élèves peuvent partager des ressources, soumettre des travaux et communiquer. Ces environnements supportent l'apprentissage différencié en permettant aux enseignant-e-s de proposer des ressources adaptées aux divers besoins des élèves et de suivre leurs progrès individuellement (Alves, Miranda, & Morais, 2017).

Figure 1. Niveaux macro, méso et micro



Pour identifier et synthétiser les conditions de réussite et les meilleures pratiques aux niveaux macro et méso, notre démarche s'est articulée autour de plusieurs axes :

- **Sélection d'articles scientifiques récents évalués par des pairs¹⁰**, garantissant ainsi la crédibilité et la fiabilité des données.
- **Priorité donnée aux études réalisées en Suisse**, afin d'assurer la pertinence et l'adaptabilité des pratiques au contexte éducatif suisse. Cette focalisation permet de tirer des conclusions directement applicables au contexte suisse.

Au total plus d'une trentaine d'articles scientifiques ont été consultés (Annexe 2). À cela s'ajoute un ouvrage (Caneva & Brabant, 2023) et trois rapports (EDUCA, 2023 ; ICILS 2013 ; Sieber, Bachofner & Briner, 2017) qui ont permis de compléter certaines informations propres au contexte suisse.

L'objectif principal de l'analyse de ces articles était de déterminer les conditions ou facteurs clés de succès pour l'implémentation de stratégies numériques dans les établissements d'enseignement.

⁹ Les Environnements d'Apprentissage Virtuel (EAV) sont des plateformes numériques conçues pour faciliter l'enseignement et l'apprentissage en ligne en fournissant un accès intégré à des ressources éducatives, des outils de communication, et des fonctionnalités de gestion de cours. Ils permettent une interaction enrichie entre enseignants et élèves, favorisent la personnalisation de l'apprentissage grâce au suivi des progrès, et offrent une grande flexibilité en rendant le matériel pédagogique accessible à tout moment et depuis n'importe quel lieu.

¹⁰ Un article "peer-reviewed", ou évalué par des pairs en français, est un type de publication scientifique qui a subi un processus d'examen critique par d'autres spécialistes du même domaine avant sa publication. Ce processus assure que les recherches publiées sont de haute qualité et dignes de confiance, car elles ont été minutieusement examinées par des experts. L'évaluation par les pairs est un pilier fondamental de la pratique scientifique. Elle contribue à la crédibilité, à la fiabilité et à l'avancement des connaissances dans tous les domaines de la science.

Pour orienter notre analyse, nous avons consulté plusieurs modèles de développement scolaire qui trouvent également leur application dans le cadre de l'intégration des technologies numériques. Parmi eux figurent les travaux de Unterwood et al. (2010), Durek, Begičević Ređep & Divjak (2017), Ifenthaler & Egloffstein (2020), Harder et al. (2020), ainsi que Costa, Costa Castaño-Muñoz & Kamylyis (2021).

Les points communs identifiés au sein de ces différents modèles révèlent que pour assurer une intégration efficace des technologies numériques dans l'enseignement, il est important de disposer d'un leadership et d'une gestion performants à la fois au niveau macro (politiques éducatives globales) et méso (gestion au sein des établissements), d'un accès à une infrastructure technologique adaptée, d'un programme de développement professionnel continu pour les enseignant-e-s, de l'adoption de stratégies pédagogiques appropriées, et d'une culture organisationnelle ouverte au changement. Ces facteurs mettent en lumière l'importance d'adopter une démarche holistique qui embrasse les dimensions techniques, humaines et organisationnelles, afin de promouvoir un milieu d'apprentissage à la fois ouvert et flexible.

À ces éléments, nous avons intégré deux facteurs spécifiques à notre contexte : le soutien apporté par les personnes ressources¹¹ et la formation ciblée des directions d'établissements scolaires.

3.1. Synthèse de la littérature

Pour rendre ce rapport accessible à un public large, nous avons rédigé un texte de synthèse présentant les meilleures pratiques et conditions nécessaires pour une intégration réussie.

En complément du texte de synthèse, nous proposons une liste organisée permettant de visualiser rapidement les divers éléments identifiés dans la littérature scientifique (Annexe 2).

3.1.1. Conditions au niveau macro

Les facteurs institutionnels au niveau macro (canton et services de l'enseignement) jouent un rôle important pour une intégration efficace des technologies numériques en enseignement. Premièrement, la collaboration avec des experts de divers domaines est essentielle pour élaborer et mettre en œuvre des stratégies numériques. Deuxièmement, le développement d'une stratégie numérique cantonale permettant de guider clairement l'intégration numérique dans les écoles. La co-création du projet d'implémentation avec tou-te-s les acteurs-trices concernés enrichit le processus. Impliquer activement les enseignant-e-s et chercheurs-ses dans la création des plans d'études, notamment en informatique, garantit la pertinence et la qualité des programmes offerts. Il est également important d'adresser et anticiper les préoccupations des diverses parties prenantes concernant la mise en œuvre du projet, sa temporalité et ce qui est attendu pour chaque partie prenante.

La pérennisation de la stratégie numérique, fondamentale tant pour le développement de compétences clé pour les élèves que pour un retour sur investissement, dépend de l'utilité perçue par les parties prenantes, de la facilité d'implémentation et de l'accès à un soutien adéquat dans les établissements, que ce soit au niveau technique ou pédagogique. Enfin, le soutien aux directions d'établissement de la part des services de l'enseignement, la création de réseaux de collaboration entre les écoles et une

¹¹ Les personnes ressources (« PICTS » en allemand) sont « des enseignant-e-s, qui se sont en général qualifié-e-s pour cette fonction dans le cadre d'un cours de formation continue. Ils et elles sont qualifié-e-s pour cette fonction dans leur établissement scolaire et disposent d'un temps de travail correspondant. Ils et elles soutiennent leurs collègues à l'utilisation pédagogiquement judicieuse des médias numériques dans l'enseignement, développent des concepts médiatiques pour leurs écoles et proposent des formations continues internes. Ils et elles proposent des formations sur des thèmes numériques. Les PICTS travaillent dans une école et prennent en charge les cours.

En règle générale, ils et elles continuent d'y enseigner en tant que professeur. » Röhl, 2023, p.140

mutualisation des ressources et des apprentissages sont fondamentaux pour un développement durable et prene de l'éducation numérique.

3.1.2. Conditions au niveau méso

3.1.2.1. Leadership et stratégie de la direction d'établissement

La direction d'un établissement scolaire devrait adopter une approche stratégique et holistique, en commençant par le développement d'un leadership fort et une vision claire de l'intégration des technologies en enseignement. Ceci implique l'application des principes du management stratégique pour guider l'organisation, le pilotage de l'adoption des technologies numériques dans tous les niveaux de la scolarité. La nécessité d'une direction d'école engagée, soulignée par des chercheurs tels que Caneva & Brabant (2023), Ilomäki et Lakkala (2018), Grissom (2021) et Reis-Andersson (2023) dans des contextes variés comme la Suisse, le Canada, l'Estonie et la Suède, met en avant l'importance d'un cadre de leadership solide.

Les directions d'établissements doivent façonner la stratégie numérique de leur établissement incluant des directives précises pour guider l'intégration des technologies dans l'enseignement et l'apprentissage, comme souligné par Caneva & Pulfrey (2023), et Reis-Andersson (2023). Cette stratégie devrait être alignée avec la stratégie cantonale, mais être spécifique au contexte de l'école et expliquer le "pourquoi" derrière l'intégration des technologies, comme souligné par les travaux de Caneva & Pulfrey (2023), Ruloff & Petko (2022), Harder et al. (2020), et Seufert & Tarantini (2022) en Suisse et en Allemagne.

L'adoption d'un leadership transformationnel¹² est également essentielle. Une direction d'établissement qui embrasse ce type de leadership facilite une intégration plus rapide des technologies. L'impact significatif de ce leadership sur les croyances positives des enseignant-e-s vis-à-vis de la technologie numérique, leurs compétences techniques et leur aptitude à enseigner avec ces technologies est bien documenté par Ruloff & Petko (2022) et Schmitz, Antonietti, Consoli, Cattaneo, Gonon & Petko (2023).

L'implication des personnes ressources dans la conception de la stratégie numérique de l'établissement est nécessaire. En déléguant une partie de leur leadership à ces acteurs, les directions peuvent tirer parti de leur expertise, comme cela a été montré par les études de Caneva et al. (2023) dans le canton de Vaud et par Röhl (2023) dans le canton de Zürich. La collaboration accrue entre la direction et les personnes ressources (Geiss, Janser, Meyer-Baron, Röhl & Stadelmann. 2022), ainsi que l'engagement des enseignant-e-s innovateur-trices qui sont encouragé-e-s à mener des projets numériques en collaboration avec la direction, sont des facteurs de succès. Ces enseignant-e-s, proactif/ves et intéressé-e-s par le numérique, jouent un rôle dans l'innovation pédagogique, comme le montre l'étude de Gonon, Schmitz, Petko & Consoli (2024).

Enfin, il est essentiel de mettre l'accent sur les objectifs pédagogiques, en définissant des buts clairs qui transcendent le simple usage des outils numériques (Gonon, Schmitz, Petko & Consoli, 2024 ; Ruloff & Petko, 2022).

La direction devrait s'impliquer activement mais aussi déléguer efficacement la mise en œuvre de la stratégie numérique aux personnes ressources, tout en soutenant leur travail d'accompagnement des enseignant-e-s (Caneva & Pulfrey, 2023).

¹² Le leadership transformationnel se base sur quatre idées principales : montrer l'exemple et donner une direction claire, motiver les employés en fixant des attentes élevées et en expliquant clairement les objectifs, encourager la créativité et la réflexion critique, et enfin, s'occuper personnellement de chaque employé en offrant soutien et conseils (Bass, 1990).

Cette approche, qui combine un processus top-down et bottom-up (voir Glossaire), favorise une culture d'innovation et permet une meilleure utilisation des ressources technologiques disponibles (Gonon, Schmitz, Petko & Consoli, 2024 ; Petko, Egger, Cantieni & Wespi, 2015).

La gestion proactive du changement (Seufert & Tarantini, 2022) (voir Glossaire), la définition claire des rôles et tâches (Caneva et al. 2023 ; Geiss, Janser, Meyer-Baron, Röhl & Stadelmann. 2022), et la reconnaissance du rôle crucial des personnes ressources (Caneva et al. 2023) sont autant de pratiques qui contribuent à une intégration réussie des technologies numériques en enseignement.

Finalement, l'intégration réussie des technologies numériques dans l'enseignement nécessite une stratégie bien pensée qui englobe non seulement le leadership et la collaboration mais aussi le développement d'une culture de l'innovation, de l'expérimentation, et de la collaboration. La direction de l'école joue un rôle en créant un environnement propice à l'apprentissage assisté par les technologies. En offrant des opportunités de collaboration entre les enseignant-e-s et en leur allouant du temps pour l'expérimentation, elle pose les bases d'une culture de l'innovation et de l'expérimentation robuste. Cette culture ouverte permet au personnel d'embrasser les risques associés à l'intégration des technologies numériques, encourage la création d'environnements d'apprentissage innovants et responsabilise les apprenants.

L'importance de cette culture est soutenue par les travaux de chercheurs tels que Lindqvist (2019), Reis-Andersson (2023), Andronic (2023), Niemi et al. (2013), et Seufert & Turrentini (2022) qui ont observé ces phénomènes dans des contextes variés comme la Suède, l'Estonie, la Finlande et la Suisse. La coopération et la collaboration internes sont mises en avant comme des objectifs prioritaires pour l'échange de connaissances et la mise en œuvre de bonnes pratiques. Un tel environnement ne se contente pas de faciliter l'intégration technologique mais stimule également une dynamique d'innovation continue au sein de l'établissement.

Dans son ensemble, cette approche souligne l'importance d'un leadership qui a une vision claire, d'une collaboration étroite entre tous les intervenants et d'une planification minutieuse.

3.1.2.2. Le rôle des personnes ressources dans l'accompagnement des enseignant-e-s

La réussite de l'intégration des technologies numériques dans l'enseignement repose en grande partie sur le rôle joué par les personnes ressources (PR). Leur efficacité dépend de la clarté de leur mission, de leur implication stratégique, du développement professionnel continu, de la spécificité de leur formation et de la définition précise de leurs compétences.

Tout d'abord, il est essentiel de définir clairement le type d'accompagnement attendu des PR. Cela signifie établir un rôle et des tâches précis, notamment le type de support, pédagogique et/ou technique, attendu pour les enseignant-e-s. Cette démarche, rarement mise en œuvre de manière systématique, est pourtant fondamentale pour optimiser l'efficacité des PR en alignant leur action sur les besoins réels du corps enseignant. Les travaux de Lorenz, Kikkas, Laanpere (2014), ainsi que ceux de Caneva et al. (2023), Röhl (2023) et Geiss, Janser, Meyer-Baron, Röhl & Stadelmann (2022), soulignent l'importance de cette définition, notamment en Estonie et en Suisse, pour lever les ambiguïtés et accroître l'impact des PR.

L'implication des PR dans la stratégie numérique de l'établissement est un autre aspect fondamental. En leur confiant un rôle de soutien actif auprès de la direction pour la conception et la mise en œuvre de cette stratégie, on garantit que les initiatives numériques soient bien ancrées dans la réalité de l'établissement et répondent à ses spécificités. Caneva et al. (2023), ainsi que Röhl (2023), ont mis en évidence la valeur ajoutée de cette collaboration, permettant une synergie efficace entre la vision stratégique de l'établissement et l'expertise technique et pédagogique des PR.

Le développement professionnel continu des PR constitue également un pilier essentiel de leur efficacité. Il s'agit de leur offrir des formations flexibles, des opportunités de mise en réseau et la possibilité

d'approfondir certains thèmes au-delà des sessions formelles. Cela leur permet de rester à la pointe des évolutions technologiques et pédagogiques et d'offrir en retour un accompagnement de qualité aux enseignant-e-s. Les contributions de Caneva et al. (2023), ainsi que de Geiss, Janser, Meyer-Baron, Röhl & Stadelmann (2022) confirment l'importance de cet investissement dans le développement professionnel des PR.

En outre, la formation des PR doit inclure un contenu spécifique axé sur les activités de développement professionnel efficaces à proposer aux enseignant-e-s, telles que des ateliers courts, des formations informelles, des démonstrations en classe où les enseignant-e-s sont dans une posture active et des activités de co-enseignement pour initier les enseignant-e-s à l'intégration des technologies.

Caneva et al. (2023) ont souligné l'importance pour les PR de maîtriser les caractéristiques clés de ces activités, telles que la personnalisation du contenu d'apprentissage, l'authenticité, l'expérience pratique, et la cohérence avec les objectifs de l'école. Cette approche spécifique permet aux PR de proposer des formations réellement adaptées aux besoins des enseignant-e-s et de favoriser une intégration efficace des technologies numériques dans les pratiques pédagogiques.

Enfin, définir un profil de compétences standard pour les PR est essentiel. Ce profil devrait inclure des compétences en développement et gestion de projets, en leadership, en coaching, des compétences dans l'intégration des technologies numériques dans l'enseignement, et dans le soutien individuel des enseignant-e-s, ainsi que des compétences interrelationnelles pour communiquer, motiver et inspirer les enseignant-e-s vers de nouvelles pratiques. Les travaux de Cattaneo, Bonini & Rausedo (2021), Ottenbrich et al. (2020), ainsi que de Caneva et al. (2023) et Röhl (2023), mettent en lumière ces compétences essentielles pour les PR, en soulignant leur rôle pivot dans le succès de l'intégration des technologies numériques dans l'enseignement.

À travers ces différents aspects, il apparaît clairement que les PR jouent un rôle central dans l'intégration réussie des technologies numériques en enseignement. Leur mission va bien au-delà du simple support technique ou pédagogique ; elle englobe la formation, le développement professionnel, la stratégie numérique et une interaction constante avec le corps enseignant. En structurant efficacement le soutien offert par les PR, les établissements scolaires peuvent maximiser l'impact positif des technologies numériques sur l'enseignement et l'apprentissage, favorisant ainsi une évolution pédagogique enrichissante pour tous les actrices et acteurs impliqué-e-s.

3.1.2.3. La formation des enseignant-e-s

L'intégration réussie des technologies numériques dans l'enseignement repose largement sur l'engagement et la formation des enseignant-e-s (Akram & Abdelrady, 2022; Sheffield, Blackley & Molo, 2018 ; Van Niekerk & Blignault, 2014 ; Rodrigues, 2020).

Des études telles que l'ICILS¹³ 2013 révèlent que la formation continue dans ce domaine n'est pas toujours une priorité dans les écoles en Suisse où seulement une faible proportion d'élèves (6,8%) fréquente des écoles y accordant une grande importance.

Les recherches menées par Davies (2014), Sheffield (2018), et Ghavifekr & Rosdy (2015) mettent en évidence l'impact significatif du suivi de programmes de développement professionnel par les enseignant-e-s sur l'efficacité de l'intégration des technologies numériques dans leur pratique.

¹³ L'étude ICILS (International Computer and Information Literacy Study) évalue les connaissances en technologies de l'information et des communications des étudiant-e-s et des enseignant-e-s du monde entier. Ce test a été créé par l'Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire en juin 2010. Cette étude comparative mesure le niveau des connaissances scolaires des élèves de quatrième en littérature numérique et en pensée informatique.

La pertinence des modalités et contenus des programmes de développement professionnel est déterminante. L'approche proposée par les formateurs lors des séances de développement professionnel devrait être interactive et pratique (El Hamamsy et al., 2021), en mettant l'accent sur le développement des connaissances didactiques disciplinaires liées à la technologie (Knezek & Christensen, 2016) et sur le renforcement des compétences numériques des enseignant-e-s (Poldoja, 2020 ; Harder et al., 2020). Il est également essentiel de renforcer le sentiment de compétence des enseignant-e-s dans l'utilisation des technologies numériques, comme le souligne Petko (2012).

La communication de l'utilité de l'intégration des technologies (Schmitz, Antonietti, Consoli, Cattaneo, Gonon & Petko, 2023) et le renforcement de la motivation intrinsèque des enseignant-e-s (Knezek & Christensen, 2016) sont déterminants pour favoriser une attitude proactive vis-à-vis de l'utilisation des technologies numériques dans l'enseignement. L'autonomie des enseignant-e-s et leur conviction de pouvoir améliorer l'enseignement grâce aux technologies numériques jouent un rôle important dans ce processus (Knezek & Christensen, 2016).

Cependant, des études indiquent également une attitude parfois passive des enseignant-e-s à l'égard des personnes ressources, avec une tendance à espérer que ces derniers prennent en charge l'éducation numérique à leur place (Geiss, Janser, Meyer-Baron, Röhl & Stadelmann, 2022). Cette dynamique souligne la nécessité d'engager activement les enseignant-e-s dans le processus d'intégration technologique, en les encourageant à prendre une part active dans l'apprentissage et l'utilisation des technologies numériques.

En conclusion, pour une intégration efficace des technologies numériques dans l'enseignement, il est impératif de placer la formation et le développement professionnel des enseignant-e-s au cœur de la stratégie éducative. Cela implique la création de programmes de formation adaptés, le renforcement des compétences et de la motivation des enseignant-e-s et la promotion d'une approche proactive à l'égard de l'utilisation des technologies numériques.

3.1.2.4. La formation des directions d'école

La formation des directions d'établissement en matière de leadership numérique est essentielle pour une intégration réussie des technologies numériques dans l'enseignement. De nombreux responsables chargés de cette intégration n'ont pas bénéficié d'un développement professionnel adéquat pour assumer un rôle de leader efficace dans ce domaine (Christensen et al., 2018).

La capacité à créer une vision commune, à rester concentré sur la pédagogie plutôt que sur les outils et à chercher à contribuer à un développement professionnel continu du personnel enseignant et des personnes ressources sont des qualités essentielles pour les leaders efficaces, comme le soulignent Christensen et al. (2018).

Les programmes de formation destinés aux leaders éducatifs devraient non seulement inclure le développement de compétences numériques de base mais aussi fournir des connaissances approfondies sur les avantages et les enjeux des technologies numériques pour l'enseignement. Cependant, Caneva & Pulfrey (2023) ainsi que Sieber, Bachofner & Briner (2017) relèvent que la thématique de l'intégration des technologies numériques est souvent abordée de manière marginale dans les formations de directeur d'école proposées par les hautes écoles en Suisse, voire pas du tout, et qu'il existe peu d'offres de formation qui traitent spécifiquement de cette thématique.

Cette lacune dans la formation souligne l'importance de développer et d'implémenter des programmes de formation ciblés qui équipent les directions d'établissement avec les compétences numériques essentielles et les connaissances stratégiques nécessaires pour guider efficacement l'intégration des technologies dans l'apprentissage. En renforçant le leadership numérique des directions d'établissement, il sera possible de promouvoir une approche stratégique et cohérente de l'intégration des technologies

numériques, qui prend en compte non seulement les outils eux-mêmes mais aussi leur impact pédagogique et leur potentiel pour enrichir l'environnement d'apprentissage.

En conclusion, la formation des directions d'établissement joue aussi un rôle dans le succès de l'intégration des technologies numériques en éducation. Un leadership numérique renforcé, doté de compétences et de connaissances approfondies, est indispensable aujourd'hui.

3.1.2.5. L'infrastructure, l'équipement et le soutien technique

L'infrastructure, l'équipement, et le soutien technique constituent d'autres éléments essentiels pour l'intégration efficace des technologies numériques dans l'enseignement.

La mise à disposition d'équipements et d'une infrastructure minimale est nécessaire, comme le montrent les travaux de Petko (2012), Petko, Egger, Cantieni & Wespi (2015), Geiss, Janser, Meyer-Baron, Röhl & Stadelmann (2022) et Abdelrady, Al-Adwan & Ramzan (2022). Les enseignant-e-s tendent à utiliser davantage les outils informatiques et Internet en classe lorsqu'ils et elles se sentent compétent-e-s dans l'utilisation des technologies numériques pour l'enseignement, disposent de davantage d'ordinateurs, sont responsables de la classe où ils et elles enseignent, sont convaincu-e-s que les outils numériques améliorent l'apprentissage des élèves et utilisent des formes constructivistes d'enseignement (voir Glossaire). La disponibilité des technologies numériques et les compétences des enseignant-e-s s'avèrent être les meilleurs prédicteurs de l'utilisation des technologies, soulignant l'importance de surmonter les obstacles tels que la lenteur de l'Internet et le manque d'infrastructures.

Le renforcement de l'infrastructure dans les écoles et le soutien, comme le souligne Poldoja (2020) en Estonie, est fondamental. Les stratégies numériques dans les écoles devraient se concentrer sur l'intégration d'une culture numérique dans le processus d'apprentissage, la fourniture du soutien nécessaire en développant les compétences numériques des enseignant-e-s, la création de ressources d'apprentissage numériques, d'e-services éducatifs et l'amélioration de l'infrastructure technologique.

La facilité d'accès au soutien technique est également une condition de réussite. Les enseignant-e-s doivent pouvoir compter sur un soutien technique rapide et efficace en cas de problèmes, afin de ne pas interrompre le déroulement des cours, comme le recommandent Pulfrey & Caneva (2023).

La qualité de l'infrastructure et de l'équipement joue un rôle central dans la capacité des personnes ressources à utiliser leurs compétences pour accompagner les enseignant-e-s dans l'acquisition de nouvelles compétences (Caneva et al., 2023).

Enfin, repenser les espaces d'apprentissage pour les rendre plus flexibles est une étape importante. Comme le suggèrent Seufert & Turrentini (2022), les espaces d'apprentissage physiques doivent être réaménagés pour être cohérents avec l'approche pédagogique (voir Glossaire), incluant des espaces d'apprentissage plus flexibles (voir Glossaire).

En résumé, une infrastructure robuste, des équipements adéquats, un soutien technique accessible et des espaces d'apprentissage flexibles sont indispensables pour une intégration réussie des technologies numériques dans l'enseignement. Ces éléments permettent non seulement de lever les obstacles à l'utilisation des technologies numériques mais aussi de créer un environnement propice à l'innovation pédagogique et à l'amélioration de l'apprentissage des élèves.

Conclusion

L'intégration des technologies numériques en enseignement ne se résume pas simplement à fournir des équipements technologiques ; elle est dictée par les programmes d'études qui visent principalement à atteindre des objectifs pédagogiques précis.

Bien qu'il soit enrichissant d'observer les pratiques en vigueur dans des pays à forte maturité technologique, tels que la Suède ou l'Estonie, nous devons éviter les approches simplistes qui ne tiennent pas compte de la complexité intrinsèque du système éducatif.

L'intégration des technologies dans les établissements scolaires représente un défi complexe, nécessitant une approche systémique et durable. Les cadres législatifs et organisationnels, y compris le leadership, la planification stratégique, la collaboration entre les professionnels, leur formation continue et une culture organisationnelle adaptative, jouent un rôle de premier plan dans ce processus. L'intégration de la technologie dans l'enseignement requiert de repenser la culture organisationnelle des écoles.

Les meilleures pratiques et les recommandations issues de la recherche peuvent venir en aide aux décideuses et décideurs. L'analyse de la littérature scientifique montre que l'infrastructure et l'équipement constituent des bases nécessaires, mais une intégration efficace dépend également d'une variété d'autres facteurs et conditions.

En conclusion, l'utilisation des technologies numériques en enseignement devrait permettre d'atteindre les objectifs des plans d'études, être complémentaire aux méthodes d'enseignement traditionnelles et prendre en compte les résultats des recherches scientifiques.

Glossaire

- **Approche pédagogique** : Une approche pédagogique désigne une manière spécifique d'organiser et de mener les activités d'enseignement et d'apprentissage. C'est un ensemble de méthodes, de stratégies, et de techniques que les enseignants utilisent pour faciliter l'apprentissage. Elle est influencée par la vision de l'enseignement de l'enseignant, sa compréhension de comment les étudiants apprennent, ainsi que par les objectifs éducatifs visés. Une approche pédagogique peut être centrée sur l'enseignant, sur l'apprenant, ou être une combinaison des deux. Elle peut également varier selon le contexte éducatif, le sujet enseigné, et les besoins spécifiques des apprenants.

Par exemple, une **approche constructiviste** : met l'accent sur l'apprentissage actif de l'élève, où les connaissances sont construites à travers l'expérience et la réflexion.

- **Constructiviste / formes constructivistes d'enseignement – approche constructiviste** : voir « approche pédagogique ».
- **Gestion du changement** : La gestion du changement en contexte scolaire se réfère à l'approche systématique et stratégique mise en place pour aider les membres d'une institution éducative à passer d'un état actuel à un état futur souhaité. Cela implique de reconnaître, planifier, mettre en œuvre et évaluer des changements dans les politiques, les pratiques, les plans d'études, les structures organisationnelles ou les technologies utilisées.
- **Holistique** : prendre en compte un élément dans sa globalité.
- **Intelligences artificielles (IA) génératives** : L'IA générative désigne une catégorie d'intelligence artificielle qui a la capacité de créer du contenu nouveau et original, qui n'existait pas auparavant. Cela inclut la génération de texte, d'images, de musique, de vidéos, et même de codes de programmation, en se basant sur les données d'entraînement qu'elle a reçues. Les modèles d'IA générative, tels que GPT (Generative Pretrained Transformer) pour le texte ou DALL-E pour les images, utilisent des réseaux de neurones profonds pour analyser les patterns dans de vastes ensembles de données et générer des créations qui ressemblent ou s'inspirent de ces données. Le but est souvent de produire du contenu qui soit indiscernable de celui créé par des humains, ou d'assister les humains dans des tâches créatives.
- **Leadership** : Le leadership en contexte scolaire est l'influence exercée par des individus ou des groupes au sein d'un établissement d'enseignement pour orienter les valeurs, les directions, la communauté et les performances de l'école. Il implique la capacité à guider et à motiver les enseignants, le personnel, les élèves et la communauté éducative vers la réalisation d'objectifs pédagogiques communs. Cela englobe l'élaboration de visions stratégiques, la gestion des ressources, l'innovation pédagogique, et la promotion d'un environnement propice à l'apprentissage et à l'épanouissement personnel et collectif. Le leadership scolaire est souvent partagé entre divers acteurs, incluant mais ne se limitant pas aux membres de la direction.
- **Personnes ressources (PR)** : Les personnes ressources (« PICTS » en allemand) sont « des enseignant-e-s, qui se sont en général qualifié-e-s pour cette fonction dans le cadre d'un cours de formation continue. Ils et elles sont qualifié-e-s pour cette fonction dans leur établissement scolaire et disposent d'un temps de travail correspondant. Ils et elles soutiennent leurs collègues à l'utilisation pédagogiquement judicieuse des médias numériques dans l'enseignement, développent des concepts médiatiques pour leurs écoles et proposent des formations continues internes. Ils et elles proposent des formations sur des thèmes numériques. (...) ils et elles continuent d'enseigner en tant que professeur. » Röhl, 2023, p.140
- **Processus bottom-up** : un processus « bottom-up » ou ascendant est une approche de prise de décision et de gestion qui part de la base de l'organisation vers le sommet. Cela signifie que les idées, les suggestions, les feedbacks et les initiatives émanent des employés de première ligne ou

du niveau opérationnel, puis remontent vers les niveaux de gestion intermédiaires et la direction.

- **Processus top-down** : ou descendant, ce type de processus est souvent contrasté avec l'approche « bottom up », où les décisions sont prises par la direction et transmises aux employés pour mise en œuvre.

Références

- Agence nationale suédoise pour l'éducation [Skolverket]. 2018a. *Curriculum for the Compulsory School, Preschool Classes and School-Age Educare, Revised 2018*. <https://www.skolverket.se/publikationer?id=3984> .
- Agence nationale suédoise pour l'éducation [Skolverket]. 2018b. *Curriculum for the Preschool, Lpfö18*. <https://www.skolverket.se/publikationer?id=4049> .
- Agence nationale suédoise pour l'éducation [Skolverket]. 2018c. *Curriculum for the Upper-Secondary School*. <https://www.skolverket.se/publikationer?id=2975> .
- Akram, H., & Abdelrady, A. H. (2022). Teachers' perceptions of technology integration in teaching-learning practices: A systematic review. *Frontiers in psychology, 13*, 920317.
- Alves, P., Miranda, L., & Morais, C. (2017). The influence of virtual learning environments in students' performance. *Universal Journal of Educational Research, 5*(3), 517-527.
- Andronic, A. (2023). Digital Transformation in Education: a Comparative Analysis of Moldova and Estonia and Recommendations for Sustainable Financing. *Eastern European Journal for Regional Studies (EEJRS), 9*(2), 96-107.
- Antonietti, C., Schmitz, M. L., Consoli, T., Cattaneo, A., Gonon, P., & Petko, D. (2023). Development and validation of the ICAP Technology Scale to measure how teachers integrate technology into learning activities. *Computers & Education, 192*, 104648.
- Backfisch, I., Lachner, A., Stürmer, K., & Scheiter, K. (2021). Variability of teachers' technology integration in the classroom: A matter of utility! *Computers & Education, 166*, 104159.
- Bass, B. M. (1990). From transactional to transformational leadership: Learning to share the vision. *Organizational dynamics, 18*(3), 19-31.
- Bos, W., Eickelmann, B., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., ... & Wendt, H. (2014). ICILS 2013. Computer-und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster [ua]: Waxmann.
- Boström, L. (2023). What is the problem and how can we solve it? School authorities' perceptions of the shortage of teachers in Sweden. *Educ Res Policy Prac 22*, 479–497 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10671-023-09350-7>
- Caneva, C., & Brabant, C. (2023). *Développer la stratégie numérique de votre établissement d'enseignement: Un guide en 5 étapes*. PUQ.
- Caneva, C., & Pulfrey, C. (2023). Digital Capacity Building in Schools: Strategies, Challenges, and Outcomes. *Médiations et médiatisations, (13)*, 45-64.
- Caneva, C., Monnier, E., Pulfrey, C., El-Hamamsy, L., Avry, S., & Zufferey, J. D. (2023). Technology integration needs empowered instructional coaches: accompanying in-service teachers in school digitalization. *International Journal of Mentoring and Coaching in Education, 12*(2), 194-215.
- Cattaneo, A. A., Bonini, L., & Rauseo, M. (2021). The "Digital Facilitator": An Extended Profile to Manage the Digital Transformation of Swiss Vocational Schools. *Digital Transformation of Learning Organizations, 169-187*.
- Choi, M. (2016). A Concept Analysis of Digital Citizenship for Democratic Citizenship Education in the Internet Age. *Theory & Research in Social Education, 44*(4), 565–607. <https://doi.org/10.1080/00933104.2016.1210549>

- 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, 457-472.
- Consoli, T., Désiron, J., & Cattaneo, A. (2023). What is “technology integration” and how is it measured in K-12 education? A systematic review of survey instruments from 2010 to 2021. *Computers & Education*, 104742.
- Costa, P., Castano-Munoz, J., & Kampylis, P. (2021). Capturing schools' digital capacity: Psychometric analyses of the SELFIE self-reflection tool. *Computers & Education*, 162, 104080.
- Davies, R. S., & West, R. E. (2014). Technology integration in schools. *Handbook of research on educational communications and technology*, 841-853.
- Digital Economy and Society Index (DESI, 2022).
<https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi-2022/charts>
- Đurek, V., Ređep, N. B., & Divjak, B. (2017). Digital maturity framework for higher education institutions. In *Central European Conference on Information and Intelligent Systems* (pp. 99-106). Faculty of Organization and Informatics Varazdin.
- EDUCA (2023) L'éducation en Suisse – Rapport 2023. <https://www.skbf-csre.ch/fr/rapport-sur-leducation/rapport-education/>
- Commission Européenne (2021). Education and Training Monitor 2021.
<https://op.europa.eu/webpub/eac/education-and-training-monitor-2021/en/estonia.html>,
- El-Hamamsy, L., Chessel-Lazarotto, F., Bruno, B., Roy, D., Cahlikova, T., Chevalier, M., ... & Mondada, F. (2021). A computer science and robotics integration model for primary school: evaluation of a large-scale in-service K-4 teacher-training program. *Education and Information Technologies*, 26, 2445-2475.
- European Schoolnet (2013). Survey of Schools: ICT in Education. Benchmarking access, use and attitudes to technology in Europe's schools. http://www.eun.org/documents/411753/817341/Survey+of+Schools-ICT+in+Education_summary2013/3e8082fc-7aaf-4e00-955f-dca445c9b53b.
- Forsler, I., & Guyard, C. (2023). Screens, teens and their brains. Discourses about digital media, learning and cognitive development in popular science neuroeducation. *Learning, Media and Technology*, 1-14.
- Fütterer, T., Scheiter, K., Cheng, X., & Stürmer, K. (2022). Quality beats frequency? Investigating students' effort in learning when introducing technology in classrooms. *Contemporary Educational Psychology*, 69, 102042.
- Geiss, M., Janser, P. Meyer-Baron, L., Röhl, T. & Stadelmann, T. (2022). PICTS in einer sich wandelnden digitalen Gesellschaft – Bedürfnisse und Bedarf: Abschlussbericht zur Studie. Zürich: Pädagogische Hochschule Zürich. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7385330>.
- Gouvernement suédois (2017). *Nationell digitaliseringsstrategi för skolväsendet* [Stratégie nationale de numérisation du système scolaire]. <https://www.regeringen.se/4a9d9a/contentassets/00b3d9118b0144f6bb95302f3e08d11c/nationell-digitaliseringsstrategi-for-skolvasendet.pdf>
- Gouvernement suédois (2019). Digital strategi, AI-vitbok och datastrategi [Stratégie numérique, livre blanc sur l'IA et stratégie en matière de données].
<https://www.regeringen.se/faktapromemoria/2020/03/201920fpm23/>

Gouvernement suédois (2023). *Förslag på nationell digitaliseringsstrategi skickas på remiss.*[Suggested national digitalization strategy remitted]. <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2023/03/forslag-pa-nationell-digitaliseringsstrategi-skickas-pa-remiss/>.

Ghavifekr, S., & Rosdy, W. A. W. (2015). Teaching and learning with technology: Effectiveness of ICT integration in schools. *International journal of research in education and science*, 1(2), 175-191.

Godhe, A. L. (2024). Swedish teachers' digital competence—infrastructures for teaching and working. In *Digitalization and Digital Competence in Educational Contexts*. Taylor & Francis.

Gonon, P., Schmitz, M. L., Petko, D., & Consoli, T. (2024). De la numérisation à la transformation numérique. *Transfer. Formation professionnelle dans la recherche et la pratique* 9(1).

Grönlund, Å., Wiklund, M., & Böö, R. (2018). No name, no game: Challenges to use of collaborative digital textbooks. *Education and Information Technologies*, 23, 1359-1375.

Håkansson Lindqvist, M. (2019). School leaders' practices for innovative use of digital technologies in schools. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1226-1240.

Hall, C., Lundin, M., Mörtlund, T., & Sibbmark, K. (2021). En dator per elev i mellanstadiet. Hur påverkas undervisningen och studieresultatet? [Un ordinateur par élève au collège. Quel est l'impact sur les résultats de l'enseignement et de l'apprentissage ?] [IFAU - Institutet för Arbetsmarknads- och Utbildningspolitisk Utvärdering].

Hamidi, A., Zerega, R., Tavajoh, S., Milrad, M., & Masiello, I. (2022, 5-17 juin). Digital competence & computational thinking for preschool pre-service teachers: From lab to practice. Sixth APSCE International Conference on Computational Thinking and STEM Education, Delft, Pays-Bas. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:lnu:diva-114484>

Herrero, C. (2024, 8 mars). *VET Workshop*, Joint Research European Commission Séville, Espagne.

Högström, P., & Holm, A. S. (2020). Lärares användning av augmented reality för utveckling av elevers lärande om molekylers strukturer i gymnasieskolans kemiundervisning. In *FND 2020, Göteborg, Sverige, 11-12 November, 2020* (pp. 9-10).

Ifenthaler, D., & Egloffstein, M. (2020). Development and implementation of a maturity model of digital transformation. *TechTrends*, 64(2), 302-309.

Illomäki, L., & Lakkala, M. (2018). Digital technology and practices for school improvement: innovative digital school model. *Research and practice in technology enhanced learning*, 13, 1-32.

International Computer and Information Literacy Study (ICILS) (2013).

<https://www.iea.nl/studies/iea/icils/2013>

Juuti, K., Kervinen, A., & Loukomies, A. (2022). Quality over frequency in using digital technology: Measuring the experienced functional use. *Computers & Education*, 176, 104361.

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(3), 307-325.

Külling, C., Waller, G., Suter, L., Willemsse, I., Bernath, J., Skirgaila, P., Streule, P., & Süss, D. (2022). JAMES – Jeunes, activités, médias – enquête Suisse. Zurich: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.

Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., Diamantaras, K., & Evangelidis, G. (2022). Augmented reality and gamification in education: A systematic literature review of research, applications, and empirical studies. *Applied Sciences*, 12(13), 6809.

- Lorenz, B., Kikkas, K., & Laanpere, M. (2014). The role of educational technologist in implementing new technologies at school. In *Learning and Collaboration Technologies. Technology-Rich Environments for Learning and Collaboration: First International Conference, LCT 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014, Proceedings, Part II 1* (pp. 288-296). Springer International Publishing.
- Lorenz, B., Kikkas, K., & Laanpere, M. (2016). Digital Turn in the schools of Estonia: Obstacles and Solutions. In *Learning and Collaboration Technologies: Third International Conference, LCT 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, ON, Canada, July 17-22, 2016, Proceedings 3* (pp. 722-731). Springer International Publishing.
- Lundahl, L., Arreman, I. E., Holm, A. S., & Lundström, U. (2013). Educational marketization the Swedish way. *Education inquiry, 4*(3), 22620.
- Masiello, I., Mohseni, Z., & Nordmark, S. (2023). Trends and Issues of Digital Learning in Sweden. https://www.researchgate.net/publication/376722142_Chapter_Trend_and_Issues_of_Digital_Learning_in_Sweden_In_Yi
- Niemi, H., Kynäslähti, H., & Vahtivuori-Hänninen, S. (2013). Towards ICT in everyday life in Finnish schools: Seeking conditions for good practices. *Learning, Media and Technology, 38*(1), 57-71.
- Nizyev, V. (2022). Exploring the students' digital competence development in the education policies of Singapore and Estonia (Master's thesis).
- Office fédéral de la Statistique (OFS), (8.2.2024). Tâches, outils numériques et risques d'automatisation dans l'emploi en 2022. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/actualites/communiqués-presse.assetdetail.27045510.html>
- Organisation for Economic Co-operation and Development OECD (2015). Students, computers and learning: making the connection. PISA Series, OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development OECD (2023), PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Ottenbreit-Leftwich, A., Liao, Y.C., Karlin, M., Lu, Y.H., Ding, A.C.E. & Guo, M. (2020). Year-long implementation of a research-based technology integration professional development coaching model in an elementary school, *Journal of Digital Learning in Teacher Education, 36*(4), 206-220.
- Parker, C. E., Styliniski, C. D., Bonney, C. R., DeLisi, J., Wong, J., & Doty, C. (2019). Measuring quality technology integration in science classrooms. *Journal of Science Education and Technology, 28*, 567-578.
- Pedaste, M., & Bardone, E. (2023). Trends and Issues of Digital Learning in Estonia. Trends and Issues of Promoting Digital Learning in High-Digital-Competitiveness Countries: Country Reports and International Comparison.
- 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., Antoniotti, C., Schmitz, M. L., Consoli, T., Gonon, P., & Cattaneo, A. (2022). Digitale Transformation der Sekundarstufe II: erste Ergebnisse einer repräsentativen Bestandsaufnahme in der Schweiz. *Gymnasium Helveticum, 76*(5), 20-21.
- 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., Egger, N., Cantieni, A., & Wespi, B. (2015). Digital media adoption in schools: Bottom-up, top-down, complementary or optional?. *Computers & Education*, 84, 49-61.
- Põldoja, H. (2020). Report on ICT in Education in the Republic of Estonia. *Comparative Analysis of ICT in Education Between China and Central and Eastern European Countries*, 133-145.
- Pulfrey & Caneva (2023). Strategy, support and sharing: Key factors in developing digital competence in schools. (manuscript soumis)
- Reis-Andersson, J. (2023). Leading the digitalisation process in K–12 schools—The school leaders' perspective. *Education and Information Technologies*, 1-19.
- Rodrigues, A. L. (2020). Digital technologies integration in teacher education: the active teacher training model. *Journal of e-learning and knowledge society*, 16(3), 24-33.
- Röhl, T. (2023). Mittendrin – der pädagogische ICT-Support an Zürcher Volksschulen und gemeinschaftliche Führung. Dans T. Röhl, J. Breitschaft, E. Burri, N. Wespi (dir.), *Digital Leadership – Schulen im digitalen Wandel führen*. HEP Verlag. DOI:<https://doi.org/10.36933/97830355233>
- Ruloff, M., & Petko, D. (2022). School principals' educational goals and leadership styles for digital transformation: results from case studies in upper secondary schools. *International Journal of Leadership in Education*, 1-19.
- Sieber, P., Bachofner, P., & Briner, N. (2017). Zeitgemässe digitale Lern-und Lehrumgebung für die Schweizer Schulen. *Dr. Pascal Sieber & Partners AG, Bern, Zürich, Triesen*.
- Selwyn, N. (2024, 9 février). *Taking technology out of Swedish schools ... and the search for what the 'science' says (notes on Forsler & Guyard 2023)*. <https://criticaledtech.com/2024/02/09/taking-technology-out-of-swedish-schools-and-the-search-for-what-the-science-says-notes-on-forsler-guyard-2023/>
- Skolverket. (2017). Läroplan för grundskolan samt för förskoleklassen och fritidshemmet [Curriculum for the compulsory school, preschool class and school-age educare]. <https://www.skolverket.se/undervisning/grundskolan/laroplan-och-kursplaner-for-grundskolan/laroplan-lgr11->
- Sheffield, R., Blackley, S., & Moro, P. (2018). A professional learning model supporting teachers to integrate digital technologies. *Issues in Educational Research*, 28(2), 487-510.
- Scalise, K. (2016). Student collaboration and school educational technology: Technology integration practices in the classroom. *Journal on School Educational Technology*, 11(4), 53-63.
- Schmitz, M. L., Antonietti, C., Consoli, T., Cattaneo, A., Gonon, P., & Petko, D. (2023). Transformational leadership for technology integration in schools: Empowering teachers to use technology in a more demanding way. *Computers & Education*, 204, 104880.
- Seufert, S., & Tarantini, E. (2022). Gestaltung der digitalen Transformation in Schulen: Ein Reifegradmodell für die Berufsbildung. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie Und Praxis Der Medienbildung*, 49(Schulentwicklung), 301–326. <https://doi.org/10.21240/mpaed/49/2022.07.15.X>
- Sveriges Kommuner och Regioner. (2020). Skoldigiplan—Nationell handling-splan för skolans digitalisering. [Plan de numérisation des écoles - Plan d'action national pour la numérisation des écoles.] <http://skoldigiplan.se/index.html>
- The Digital Economy and Society Index (DESI) 2022. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>

Tire, G. (2021). Estonia: a positive PISA experience. *Improving a Country's Education: PISA 2018 Results in 10 Countries*, 101-120.

Underwood, J., Baguley, T., Banyard, P., Dillon, G., Farrington-Flint, L., Hayes, M., Le Geyt, G., Murphy, J. & Selwood, I. (2010). *Understanding the Impact of Technology: Learner and School Level Factors*. BECTA.

Van Niekerk, M., & Blignaut, S. (2014). A framework for information and communication technology integration in schools through teacher professional development. *Africa Education Review*, 11(2), 236-253.

Waller, G., Willemse, I., Genner, S., Suter L.; & Süss, D. (2016). JAMES - Jugend, Aktivitäten, Medien-Erhebung Schweiz. Zürich: Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften.