



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,  
de la formation et de la recherche DEFR

**Secrétariat d'Etat à la formation,  
à la recherche et à l'innovation SEFRI**

---

# L'intelligence artificielle dans la formation

---

# 1 Amélioration de l'enseignement et de l'apprentissage grâce à l'intelligence artificielle<sup>1</sup>

L'intelligence artificielle (IA) amène des énormes opportunités d'améliorer l'enseignement et l'apprentissage. Son utilisation dans la pratique a été relativement modeste jusqu'à aujourd'hui, mais la situation pourrait évoluer rapidement.<sup>2</sup> L'IA permet d'améliorer l'enseignement et l'apprentissage en agissant sur les facteurs cités ci-après.

**Automatiser l'évaluation** : un atout pédagogique de l'informatique consiste à automatiser la correction des exercices ou tests réalisés en classe ou lors des devoirs à domicile. Ces possibilités existent dans toutes les plateformes d'enseignement actuelles mais furent longtemps limitées à des questions fermées (choix multiple) ou semi-ouvertes (valeurs numériques, textes limités à quelques mots ou structurés comme des formules ou du code informatique). L'intelligence artificielle permet d'élargir ces possibilités d'évaluation : les méthodes de « text mining » sont capables d'évaluer des essais entiers ; les techniques de traitement de l'image permettent d'évaluer la précision d'un mouvement corporel ou la qualité de l'écriture ; les méthodes de raisonnement permettent de suivre l'étudiant dans des questions à développement telles que la résolution d'équations complexes. En outre, ces méthodes permettent de générer automatiquement un grand nombre d'exercices à partir d'un modèle de base. Enfin, elles permettent d'affiner le feedback fourni aux étudiants et de varier le degré de guidage fourni par le système. En résumé, l'IA a permis d'enrichir l'arsenal des activités pédagogiques qu'un ordinateur peut évaluer.

**Analyse des traces** : au-delà de l'analyse d'une réponse, l'informatique consiste à enregistrer les traces du comportement de l'étudiant afin de pouvoir analyser ces données en temps réel ou en vue d'améliorer le cours. Ces traces peuvent être exploitées par l'enseignant sur base de critères simples (taux d'erreurs à un exercice, absences de connexion sur une plateforme d'enseignement en ligne). Ces possibilités existent dans toutes les plateformes d'enseignement actuelles qui agrègent les données et produisent des visualisations (« teaching dashboard »). L'intelligence artificielle (plus particulièrement le « machine learning ») a donné naissance au champ des « learning analytics ». Ces algorithmes implémentent des analyses plus fines des traces. La modélisation de séries temporelles permet par exemple de capturer la dynamique du processus d'apprentissage et ainsi de prédire un futur échec ou abandon. L'IA est également utilisée pour diagnostiquer l'attention des étudiants, leurs émotions et la dynamique de la conversation dans des environnements d'apprentissage assistés par ordinateur<sup>3</sup>. En résumé, l'IA a amélioré la compréhension qu'un système informatique acquiert quant aux connaissances de l'élève.

**Apprentissage individualisé** : l'analyse des réponses et des séquences de réponses décrites dans les deux paragraphes précédents permet d'adapter les activités d'apprentissage d'un élève à ses besoins individuels au lieu d'imposer le même traitement à tous les élèves. Le logiciel peut adapter le rythme des activités, leur nombre, leur difficulté, leur contenu ou enfin l'activité elle-même. Typiquement, un élève devra consacrer plus de temps pour consolider une compétence alors qu'un autre passera rapidement à la suivante. Le système peut aussi adapter son style pédagogique, par exemple augmenter ou diminuer le niveau de guidage de l'élève. Ces possibilités existent dans la plupart des plateformes d'enseignement actuelles mais les progrès de l'intelligence artificielle permettent d'affiner les critères d'adaptation. En outre, au fur et à mesure, le système informatique peut améliorer ses capacités d'adaptation en analysant dans son historique par des méthodes de « machine learning » quelle activité s'est avérée efficace pour quel profil d'élève. Dans le domaine de l'éducation aux besoins spéciaux, les approches basées sur l'IA ont montré un potentiel, par exemple, dans la détection précoce de la dyslexie (par exemple en suivant les mouvements de l'œil du lecteur), des troubles du

---

<sup>1</sup> Le présent texte se fonde en grande partie sur un article de Pierre Dillenbourg, prof. ordinaire en technologies de formation à l'EPFL, sur mandat du SEFRI.

<sup>2</sup> Tuomi, I., « The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education. Policies for the future », Eds. Cabrera, M., Vuorikari, R & Punie, Y., Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018.

<sup>3</sup> Tuomi, I., « The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education. Policies for the future », Eds. Cabrera, M., Vuorikari, R & Punie, Y., Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018.

spectre autistique et des troubles du déficit de l'attention.<sup>4</sup> En résumé, l'IA aide à affiner le processus d'adaptation aux besoins de l'apprenant.

**Tuteurs virtuels** : les logiciels éducatifs conduisent généralement les interactions en choisissant des activités et en affichant des messages sans prétendre être un agent. L'intelligence artificielle a conduit au développement de robots de dialogue (« chatbots ») capable de mener une interaction verbale crédible, textuellement ou oralement. Ces méthodes sont déjà utilisées en dehors de l'éducation notamment les assistants personnels tels qu'Alexa d'Amazon. Les algorithmes de ces agents reposent sur les méthodes décrites dans les trois paragraphes précédents mais enrichis des capacités d'analyse et de production de la langue naturelle, ainsi que dans certains cas d'une représentation graphique de l'agent virtuel. Enfin, les algorithmes de vision permettent de percevoir l'attention ou les émotions de l'apprenant en temps réel, ce qui permet à ces agents de s'adapter aussi aux dimensions non-cognitives de l'éducation. Il s'agit d'ailleurs d'une des pistes explorées pour l'utilisation d'agents humains dans l'éducation. Notons que dans l'enseignement online, une approche consiste à laisser ces agents artificiels gérer les interactions les plus communes mais de passer la main à un tuteur humain pour les interactions plus subtiles. En résumé, l'IA pourrait donner une certaine illusion d'humanité aux logiciels éducatifs.

**Sortir l'apprentissage des murs de la classe** : l'essor de l'internet et de l'informatique mobile (smart phones et tablettes) permet d'étendre les activités d'apprentissage en tout lieu et à tout moment. Les technologies éducatives ne sont en outre pas limitées à ces appareils communs à une riche gamme de capteurs utilisables par les élèves lors d'expériences hors classe. L'intelligence artificielle intervient lorsqu'il s'agit par exemple d'agrèger les données récoltées par un réseau de capteurs géo-localisés. En résumé, l'IA permet à un dispositif digital d'interagir avec des environnements de plus en plus riches.

**Enrichir les modalités d'interaction** : pendant longtemps les interactions entre les élèves et le système informatique furent confinés au clavier et à la souris. L'essor des interfaces multimodales permet de capturer des actions physiques tels que la manipulation d'objets, la reconnaissance des gestes ou des postures, les expressions faciales, le suivi du regard ou encore les signaux corporels. Le digital offre également des représentations visuelles et sonores riches (réalité augmentée et réalité virtuelles) et multi-sensorielles telles que le feedback haptique. Ces nouveaux développements ne sont pas directement liés à l'intelligence artificielle mais l'analyse des signaux complexes produits par ces capteurs reposent généralement sur des algorithmes issus de l'IA. En résumé, l'IA a élargi les canaux de communication entre l'homme et la machine.

**Nouvelles méthodes de recherche en éducation** : la modélisation quantitative de phénomènes naturels ou artificiels fut au cœur des progrès scientifiques au cours des derniers siècles dans de nombreuses disciplines. L'intelligence artificielle permet d'importer la modélisation computationnelle dans la recherche en éducation car elle permet de traiter des données plus complexes tels que comportement humain, de gérer les données bruitées et les exceptions et d'optimiser des systèmes non linéaires tels que les systèmes sociaux. Ces méthodes ne se substituent pas aux autres méthodes empiriques utilisées dans la recherche en éducation mais ouvrent des perspectives très intéressantes. En résumé, l'IA enrichit les outils des recherches en éducation.

## 2 Défis

### 2.1 Compétences requises dans le monde du travail

L'intelligence artificielle sera de plus en plus présente dans notre vie, tant privée que professionnelle, ce qui a des conséquences sur les compétences dont les citoyennes et les citoyens devraient disposer pour vivre et travailler dans une société numérisée. Il est difficile de prévoir avec précision quelles

---

<sup>4</sup> Tuomi, I., « The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education. Policies for the future », Eds. Cabrera, M., Vuorikari, R & Punie, Y., Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018.

seront les compétences nécessaires dans le futur. Il est certain que l'IA créera des nouvelles professions et en fera probablement disparaître d'autres.

Plusieurs études<sup>5</sup> montrent que la numérisation de l'économie engendre d'ores et déjà une hausse de la demande de compétences technologiques avancées et que cette hausse se poursuivra. Étant donné que l'utilisation de ces machines augmentera, selon ces études on prévoit aussi une augmentation de la demande de compétences numériques de base. La demande pour des compétences sociales et affectives (p. ex. leadership) augmentera aussi, comme la demande pour des compétences intellectuelles élevées (surtout celles qui permettent de créer et de gérer des projets complexes). En général, on peut affirmer que les « soft skills », ou compétences transversales (telles que la curiosité, la créativité, la collaboration, l'empathie ou encore la résolution de problèmes), seront de plus en plus demandées car exclues aujourd'hui du champ de compétences des machines. D'autre côté, certaines catégories de compétences seront moins demandées, comme les compétences cognitives de base et les compétences physiques et manuelles. Enfin, la numérisation met à risque les professions les moins qualifiées qui comportent des tâches répétitives facilement automatisables, car des tâches jusqu'alors effectuées par des humains peuvent maintenant être exécutées par des machines.

Par rapport aux compétences numériques (de base ou avancées) qui sont désormais nécessaires dans presque tous les secteurs en raison de la numérisation, l'intelligence artificielle requiert des compétences renforcées dans certains domaines spécifiques. Ici, il faut faire la distinction entre les métiers qui produisent de l'IA et les métiers qui exploitent des systèmes intelligents mais ne les développent pas. Les premiers ont besoin d'un niveau très élevé de compétences dans différents domaines tels que l'algorithmique, les mathématiques et les statistiques. La puissance des outils de l'IA nécessite en outre un renforcement de la pensée critique et du raisonnement éthique. Pour les seconds métiers, c'est-à-dire ceux qui utilisent les systèmes intelligents, il est important d'acquérir une compréhension intuitive des algorithmes afin d'en comprendre les possibilités et les limites.

Il est important de souligner que l'IA pourrait avoir une influence sur tous les secteurs économiques, y compris sur les métiers qu'on a longtemps considéré comme purement manuels tels que charpentier, boulanger ou infirmier. À noter aussi que si les professions à haute qualification comme celle d'avocat ou de médecin ne sont pas menacées, en tout cas pour le moment, elles devront également apprendre à interagir avec les machines.<sup>6</sup>

Il convient de tenir compte de l'égalité des chances et de l'implication des femmes dans la recherche et la production d'IA, ainsi que dans l'utilisation de l'IA. Il est en effet important de motiver et de former davantage de femmes dans les professions MINT. À cette fin, l'élaboration de stratégies en matière d'IA devra être attentive aux questions de genre et à l'élimination des obstacles à l'égalité des sexes. La collaboration inter- et transdisciplinaire relative à l'IA devra ainsi intégrer les sciences humaines et sociales.

## 2.2 Défis pour la pratique pédagogique

L'effet réel des systèmes d'intelligence artificielle demeure restreint aujourd'hui à cause de l'utilisation assez limitée dans la pratique actuelle. Cependant, il existe plusieurs défis liés à l'utilisation de l'IA pour la pratique pédagogique.

Le premier défi se réfère au fait que les méthodes de l'IA nécessitent d'analyser les traces de milliers d'apprenants. Ces problèmes prennent toute leur pertinence sur les questions d'explicabilité des résultats et de transfert des modèles d'un contexte vers un autre.

---

<sup>5</sup> Comme l'étude McKinsey «Skill shift : automation and the future of the Workforce» (Mai 2018) conduite aux États-Unis ainsi qu'en cinq pays européens. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/skill-shift-automation-and-the-future-of-the-workforce>

<sup>6</sup> Contribution de Pierre Dillenbourg, Prof. ordinaire en technologies de formation à l'EPFL.

Deuxièmement, il s'agit ici d'informations sensibles relevant de la sphère personnelle. Par exemple, l'un des domaines d'application les plus réussis de l'intelligence artificielle est le traitement vidéo<sup>7</sup>. Au fur et à mesure qu'il devient techniquement possible de surveiller les émotions et l'attention des élèves en temps réel, la confidentialité et la sécurité de l'IA deviennent des sujets sensibles.

Enfin, il faut tenir compte du fait que les algorithmes de l'IA sont basés sur des données historiques, c.-à-d. qu'ils voient le monde comme une répétition du passé. Cela a des conséquences éthiques car ces algorithmes créent inévitablement des biais. Par exemple, si les 93 % des élèves qui ont échoué les modules 1 à 3 du cours ont également échoué le module 4, l'algorithme prédira qu'un élève qui a aussi échoué les modules 1 à 3 échouera aussi le module 4, ce qui n'est pas forcément le cas. Cette prédiction cache un certain déterminisme social et temporel. Le déterminisme social se réfère au fait que cet élève n'est pas forcément comme les 93 % des autres élèves, ou que son échec soit peut-être dû à des causes extra-scolaires, par exemple des raisons familiales ou de santé, mais qu'il ait en réalité acquis les bases. Le déterminisme temporel se réfère au fait que l'élève peut aussi « se réveiller », comme disent les enseignants.<sup>8</sup> Bien qu'il y ait déjà des systèmes d'intelligence artificielle qui traitent d'activités créatives, les systèmes d'intelligence artificielle auront de grandes difficultés à traiter avec des personnes créatives, innovatrices et qui ne sont pas une représentation de la moyenne.<sup>9</sup>

À noter que le rôle formatif, pédagogique et social de l'école n'est pas du tout remis en question. La figure de l'enseignant ne perdra pas d'importance, au contraire ; il pourra se permettre de moins se focaliser sur la correction d'exercices ou d'autres tâches administratives faites désormais par les machines, afin de s'occuper de la préparation des cours ou de fournir un soutien ciblé à chaque élève.

### **2.3 Implications éthiques de l'utilisation de l'IA dans l'enseignement**

L'utilisation croissante de données soulève également des questions éthiques. À l'avenir, qui devra être autorisé à recueillir et à traiter des données, auprès de qui, en quelles quantités et à quelles fins ? Quelle culture faudra-t-il adopter par rapport aux données du domaine de la formation ? Sur quels principes doit-elle reposer ? L'une des principales missions d'un système intégré et sécurisé de collecte et d'analyse de données standardisées dans le secteur éducatif est de renforcer la confiance dans cette utilisation et d'accroître ainsi son acceptation par les parties prenantes. Cette confiance est une condition nécessaire pour que les connaissances tirées d'éventuelles analyses de données soient perçues comme utiles et justifiées<sup>10</sup>.

### **2.4 Lacunes dans la recherche en éducation**

Afin d'améliorer les systèmes intelligents utilisés dans l'enseignement et l'apprentissage, il est important de poursuivre la recherche en éducation afin de résoudre les problèmes techniques et éthiques cités précédemment. La collaboration entre les experts en IA et les chercheurs en éducation est aussi importante afin de tenir compte des spécificités de l'éducation.

## **3 Stratégies et mesures dans le domaine de la numérisation et de l'intelligence artificielle par niveau de la formation**

Afin de déterminer les conséquences de l'IA sur les compétences et sur le système de formation, il est essentiel de ne pas observer les développements de manière isolée, mais de les appréhender dans le contexte général de la numérisation. Ce point est d'autant plus important vu la difficulté de prévoir

<sup>7</sup> Tuomi, I., « The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education. Policies for the future », Eds. Cabrera, M., Vuorikari, R & Punie, Y., Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018.

<sup>8</sup> Contribution de Pierre Dillenbourg, Prof. ordinaire en technologies de formation à l'EPFL.

<sup>9</sup> Tuomi, I., « The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education. Policies for the future », Eds. Cabrera, M., Vuorikari, R & Punie, Y., Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018.

<sup>10</sup> educa.ch (2019) : « Données dans l'éducation – données pour l'éducation. Bases et pistes de réflexion d'une politique d'utilisation de données pour l'espace suisse de formation ». Berne.

comment évolueront les exigences en termes de compétences et quelles aptitudes seront nécessaires dans la pratique pour utiliser les outils de l'intelligence artificielle.

À tous les niveaux de la formation les autorités cantonales et la Confédération, ainsi que les établissements de formation, sont conscients des défis que pose la numérisation. Les autorités savent que ce thème doit être suivi de près afin d'évaluer la nécessité d'intervenir pour faire face aux risques et pour profiter des potentiels de l'IA. Plusieurs stratégies, initiatives et mesures sont déjà prévues ou en cours de réalisation. Ces stratégies concernent la numérisation de l'éducation en général, mais il est clair qu'elles visent également à favoriser une utilisation responsable de l'IA et à assurer la transmission des compétences adéquates dans ce domaine.

### Niveau fédéral

En juillet 2017, le Conseil fédéral a pris acte du rapport rédigé par le Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI) « Défis de la numérisation pour la formation, la recherche et l'innovation ». Ce rapport constitue la base du plan d'action « Numérisation pour le domaine FRI durant les années 2019 et 2020 », qui contient des champs d'action assortis de mesures relevant de la compétence (partagée) de la Confédération.

### Scolarité obligatoire

Au niveau de la scolarité obligatoire, domaine qui relève de la responsabilité des cantons, les plans d'études des régions linguistiques font référence à des compétences clé, afin de préparer les élèves au monde numérique<sup>11</sup>. À l'échelon intercantonal, l'Assemblée plénière de la CDIP a adopté le 21 juin 2018 une stratégie pour la gestion de la transition numérique dans le domaine de l'éducation ; une planification des mesures a été arrêtée sur cette base en juin 2019.

Il existe plusieurs projets liés à la robotique à l'école obligatoire, comme par exemple le « Thymio Educational Robot »<sup>12</sup> développé par l'EPFL afin de permettre l'apprentissage de la pensée computationnelle, de la robotique, de l'ingénierie et des technologies numériques aux enfants à l'école. Une proposition similaire a été lancée par l'EPFZ à travers le projet RoboMINT<sup>13</sup>. Au niveau cantonal, plusieurs cantons ont lancé des initiatives visant à familiariser les enfants avec le domaine de la robotique, comme le projet « Robo-Si »<sup>14</sup> au Tessin, « Robotiktag »<sup>15</sup> à Lucerne ou « Concept sur la robotique »<sup>16</sup> du canton de Fribourg. Le mandat MINT de la Confédération aux Académies suisses des sciences permet de soutenir différents projets<sup>17</sup> et initiatives en lien avec les MINT et de mettre davantage l'accent sur le numérique. La sensibilisation des personnes de sexe féminin y joue un rôle important dans la perspective d'éveiller l'intérêt des jeunes, indépendamment de leur sexe, aux disciplines et aux professions MINT (y compris dans le domaine de l'IA).

### Gymnases

Au niveau des gymnases, le Conseil fédéral et la CDIP ont décidé en 2018 de rendre l'informatique obligatoire pour tous les élèves des gymnases à partir de l'année scolaire 2022/2023 au plus tard. À l'heure actuelle l'intelligence artificielle est utilisée dans l'enseignement au gymnase de façon sporadique. En matière d'activités proposées aux élèves, il existe par contre plusieurs manifestations telles que « RobOlympics »<sup>18</sup> (où les élèves participent avec des robots qu'ils ont eux-mêmes conçus) et

<sup>11</sup> Par exemple, dans le « Lehrplan 21 », sous le thème « Informatique », figure une rubrique « Algorithmes » qui prévoit, entre autre, que « *die Schüler können selbstentwickelte Algorithmen in Form von lauffähigen und korrekten Computerprogrammen mit Variablen und Unterprogrammen formulieren* ».

<sup>12</sup> <https://www.thymio.org/fr:thymiophilosophy>

<sup>13</sup> <http://www.asl.ethz.ch/education/outreach-school.html>

<sup>14</sup> <http://www.robo-si.ch/>

<sup>15</sup> <https://www.phlu.ch/news-und-medienmitteilungen/robotiktage-an-luzerner-schulen.html>

<sup>16</sup> <https://www.fritic.ch/de/wozu-robotik-und-programmierung-der-schule>

<sup>17</sup> La liste des projets soutenus est publiée à l'adresse : <http://www.akademien-schweiz.ch/index/Foerderung-MINT/MINT-2017-2020/Foerderung/Projekte.html>

<sup>18</sup> [www.robolympics.ch/](http://www.robolympics.ch/)

des formations extra-scolaires dans le cadre de la promotion des sciences, comme par exemple « Les robots, c'est l'affaire des filles »<sup>19</sup>.

### Formation professionnelle

Au niveau de la formation professionnelle, les opportunités et les défis de la numérisation sont amplement discutés dans le cadre du programme d'action « Vision 2030 » et des mesures sont mises en œuvre<sup>20</sup>. Pour ce qui concerne l'intelligence artificielle, à titre d'exemple, l'école professionnelle bernoise gibb (gewerblich-industrielle Berufsschule Bern) s'est associée en 2017 à l'IFFP autour d'un projet qui consiste à utiliser une machine pour répondre aux questions récurrentes des étudiants. En formation professionnelle supérieure, des thèmes d'actualité comme l'IA sont traités dans le cadre de l'examen professionnel fédéral supérieur « ICT Security Expert avec diplôme fédéral ». Enfin, le SEFRI finance la « Leading House Dual-T »<sup>21</sup>, laquelle explore les activités d'apprentissage au moyen des technologies dans la formation professionnelle.

### Hautes écoles

Les hautes écoles ont identifié l'importance de l'intelligence artificielle comme étant l'un des défis majeurs dans le développement de l'enseignement et dans la formation initiale et continue. Elles ont introduit cette thématique dans leur planification stratégique pour les années 2021-2024 en vue d'exploiter tout le champ des potentialités du tournant numérique. Cela se traduit par des mesures et des investissements dans l'enseignement (notamment nouvelles formes et méthodes d'apprentissage et d'enseignement, développement des curriculums, formation continue du personnel spécialisé), dans la recherche et dans les infrastructures.

L'un des programmes d'encouragement du numérique dans le domaine des hautes écoles comporte un volet visant à promouvoir l'usage de l'IA dans l'enseignement. Les hautes écoles ont commencé, il y a quelques années déjà, à créer des formations initiales et continues spécifiques en lien avec l'IA. Pour ce qui est des filières bachelor et master, on peut citer par exemple le master « Intelligence artificielle » de l'USI<sup>22</sup> ou de UniDistance, et le bachelor Microtechnique et technique médicale de la Haute école spécialisée bernoise. Au niveau des formations continues, il existe notamment un CAS en intelligence artificielle à la Haute école de Lucerne. De même, la Haute école pédagogique de Lucerne propose un CAS sur cette thématique, et la Fachhochschule Nordwestschweiz propose le CAS « Robotik in der Grundschule » en formation continue des enseignants.

En Suisse il existe plusieurs centres de compétence dans le domaine des technologies de l'éducation. Certains de ces centres possèdent des compétences en IA, mais le nombre de chercheurs travaillant principalement les applications éducatives de l'IA est restreint.

La Confédération soutient les hautes écoles à travers le programme d'impulsion « P-8 Renforcement des digital skills dans l'enseignement »<sup>23</sup>, financé au moyen des contributions liées à des projets en vertu de la loi sur l'encouragement et la coordination des hautes écoles (LEHE) ; depuis début 2019, les hautes écoles peuvent mener des projets dans trois champs thématiques : renforcement des compétences numériques des étudiants, des enseignants et des institutions.

Dans le domaine de la robotique, il existe plusieurs initiatives au niveau des écoles pédagogiques : les centres « Roberta Regio » dans quatre hautes écoles suisses<sup>24</sup>, l'environnement d'apprentissage

---

<sup>19</sup> <https://www.epfl.ch/education/education-and-science-outreach/fr/index-fr/html/>

<sup>20</sup> La commission compétente pour le développement professionnel et la qualité vérifie pour chaque profession l'ensemble des ordonnances et des plans de formation en continu, mais au moins tous les cinq ans, sous l'angle des développements économiques, technologiques, écologiques et didactiques.

<sup>21</sup> <https://dualt.epfl.ch/fr/index-fr/html/>

<sup>22</sup> Ce master bénéficie des compétences de la faculté des sciences informatiques et du laboratoire suisse sur l'intelligence artificielle IDSIA du « Dalle Molle Institute for Artificial Intelligence », institut de recherche de réputation mondiale dans ce domaine, administré en commun avec la SUPSI.

<sup>23</sup> <https://www.swissuniversities.ch/fr/themes/enseignement/digital-skills/>

<sup>24</sup> Notamment les hautes écoles pédagogiques PH Zug et PH Bern.

« Mission Mars » et le projet JuNT intitulé « Robotik » de la Haute école pédagogique de Lucerne, ainsi que les robots programmables « Blue-Bot » de la HEP Fribourg.

Du côté des hautes écoles, l'encouragement de la présence des femmes dans les disciplines MINT est concrétisé par le projet « Égalité des chances et développement des hautes écoles » et à travers divers plans d'action spécifiques. Ces mesures ont pour objectif d'intéresser davantage de personnes de sexe féminin à la technique et à l'informatique en particulier et, ce faisant, d'accroître la proportion de femmes dans les matières MINT, encore trop faible actuellement. Certaines universités ont élaboré un plan d'action spécifique dans les facultés de sciences naturelles et techniques (par exemple l'Université de Lausanne, avec pour objectif chiffré de faire passer à 40 % la proportion de femmes lors des pourvois de postes). Ces mesures, qui ne sont pas les seules, doivent améliorer l'accès des femmes aux professions en lien avec l'intelligence artificielle.

### **Formation continue**

Enfin, la formation continue est placée en tout premier lieu sous la responsabilité individuelle. La Confédération, ainsi que les cantons, agissent de façon subsidiaire. Dans ce contexte, le programme « Simplement mieux !... au travail » a été lancé en 2018 afin d'encourager, entre autres, les compétences informatiques au poste de travail. En outre, plusieurs hautes écoles et instituts privés offrent aujourd'hui des cours de formation continue dans le domaine de l'intelligence artificielle.

### **Recherche**

Au niveau de la recherche, le Conseil fédéral a lancé le 21 septembre 2018 le programme national de recherche (PNR) « Transformation numérique ». Ce programme comprend notamment l'axe prioritaire de recherche « Formation, apprentissage et tournant numérique ». Les deux écoles polytechniques ont récemment lancé des initiatives ambitieuses de recherche translationnelle dans l'éducation digitale, soit le « Center for Learning Sciences » à l'EPFL et la « Initiative for Sciences of Learning » à l'ETHZ. En outre, le SEFRI a créé en 2019 un nouveau hub dédié à la digitalisation de la formation professionnelle.

### **Activités internationales**

Il est important de souligner que dans les réflexions concernant l'IA, le thème des compétences et de l'éducation est toujours présent au niveau international. Par exemple, les recommandations sur l'IA adoptées par l'OCDE en mai 2019 couvrent aussi le domaine des compétences (« skills »). De son côté, l'un des objectifs du « Coordinated Plan on Artificial Intelligence »<sup>25</sup> adopté par la Commission européenne en décembre 2018 consiste à adapter les programmes et systèmes de formation afin de mieux préparer la société à l'IA. Les « Policy and investment recommendations for trustworthy Artificial Intelligence » publiées le 26 juin 2019 par l'UE se réfèrent aussi aux compétences. Enfin, la promotion des compétences numériques dans des domaines d'avenir tels que l'IA est l'un des volets essentiels du Programme pour une Europe numérique, qui sera mis en œuvre de 2021 à 2027 (cf. chap. 6.2 Programme pour une Europe numérique dans le rapport principal). Le SEFRI participe à différents groupes de travail de la Commission européenne, comme le « Working Group Digital Education » ou le « Working Group VET », qui s'occupent aussi d'intelligence artificielle. La Suisse est ainsi bien informée sur les activités menées par les voisins européens dans le domaine de l'intelligence artificielle dans l'éducation. L'UE ainsi que ses États membres ont eux aussi reconnu l'importance de cette technologie et discutent actuellement sur les potentiels et les défis. Cependant, pour le moment, seulement certains pays (p. ex. Finlande) ont lancé des stratégies ou des initiatives spécifiques.

## **4 Évaluation et actions requises**

Dans le respect de leurs compétences respectives, Confédération et cantons collaborent aujourd'hui étroitement à travers le comité de coordination « Numérisation de l'éducation » afin d'assurer de bonnes conditions-cadres dans le domaine de la numérisation de l'éducation. Dans le domaine des hautes écoles, la Confédération et les cantons collaborent au sein des organes de la Conférence

---

<sup>25</sup> Communication « Un plan coordonné dans le domaine de l'intelligence artificielle », COM(2018) 795.



suisse des hautes écoles (CSHE). Les défis de la numérisation pour le secteur de la formation ont été traités par les instances compétentes, qui ont déjà engagé un grand nombre de mesures en ce sens. Ces travaux englobent aussi la thématique de l'IA. Les dispositions de la LEHE<sup>26</sup> prévoient déjà des possibilités d'encouragement dans le cadre de projets de coopération que les hautes écoles peuvent décider d'utiliser pour des mesures en faveur de la formation de spécialistes de l'IA, par exemple. À l'heure actuelle, aucun besoin de clarifications ni d'instances supplémentaires n'a été identifié en plus de ces mesures. À noter que la numérisation est l'un des domaines prioritaires du programme d'action « Vision 2030 » et un domaine transversal de grande importance dans le message FRI 2021-2024. Des réflexions sur le thème spécifique de l'intelligence artificielle auront aussi lieu dans le contexte de ce dernier. Dans le cadre des structures existantes et du dialogue avec les acteurs, les thématiques suivantes doivent être traitées ou approfondies selon les besoins.

### Champ d'action 1 : Assurer la transmission des compétences adéquates

Les compétences nécessaires à l'utilisation de l'IA doivent être acquises pendant le parcours scolaire ainsi que par la formation continue tout au long de la vie afin d'éviter une polarisation de la société entre les gens disposant de ces compétences et les autres. La compréhension générale des algorithmes est fondamentale, mais le sont également les « soft skills » (ou compétences transversales).

Le système de formation doit également assurer l'acquisition adéquate de compétences spécifiques à la production de l'IA et, partant, contribuer à la formation de spécialistes de l'IA.

Il faut renforcer la motivation et la formation des personnes de sexe féminin pour les disciplines du domaine MINT.

Assurer la transmission des compétences nécessaires à l'utilisation de l'intelligence artificielle à tous les niveaux de la formation

Le SEFRI assure une transmission des compétences nécessaires à l'utilisation de l'intelligence artificielle aux niveaux de la formation pour lesquels il est responsable (p. ex. formation professionnelle). Pour les autres niveaux de la formation, le SEFRI collabore étroitement avec les cantons au sein des organes où il est représenté.

**Responsabilité :** SEFRI, cantons et autres acteurs pertinents du domaine

**Statut :** mise en œuvre dans le cadre des compétences existantes

**Actions supplémentaires requises :** non

### Champ d'action 2 :

#### Assurer une utilisation transparente et responsable de l'IA dans la formation

L'utilisation de l'IA pour l'enseignement et l'apprentissage soulève plusieurs questions réglementaires relatives à l'accès, à la collecte et à l'utilisation des données générées pendant le processus d'apprentissage. Afin de pouvoir profiter des bienfaits de l'IA, il faut assurer une utilisation transparente et responsable de l'IA dans la formation. En vue d'atteindre ce but, il faut réduire les risques concernant la sécurité et la protection des données, la protection de la sphère privée et les aspects éthiques.

Assurer une utilisation transparente et responsable de l'IA dans la formation

Le SEFRI collabore étroitement avec les cantons au sein des organes où il est représenté pour l'analyse d'éventuelles mesures nécessaires à garantir une utilisation transparente et responsable de l'IA dans la formation.

**Responsabilité :** SEFRI, cantons et autres acteurs pertinents du domaine

**Statut :** mise en œuvre dans le cadre des compétences existantes

**Actions supplémentaires requises :** non

<sup>26</sup> Art. 59 LEHE.