

Jean-François Céci, Université de Liège
CRIFA2

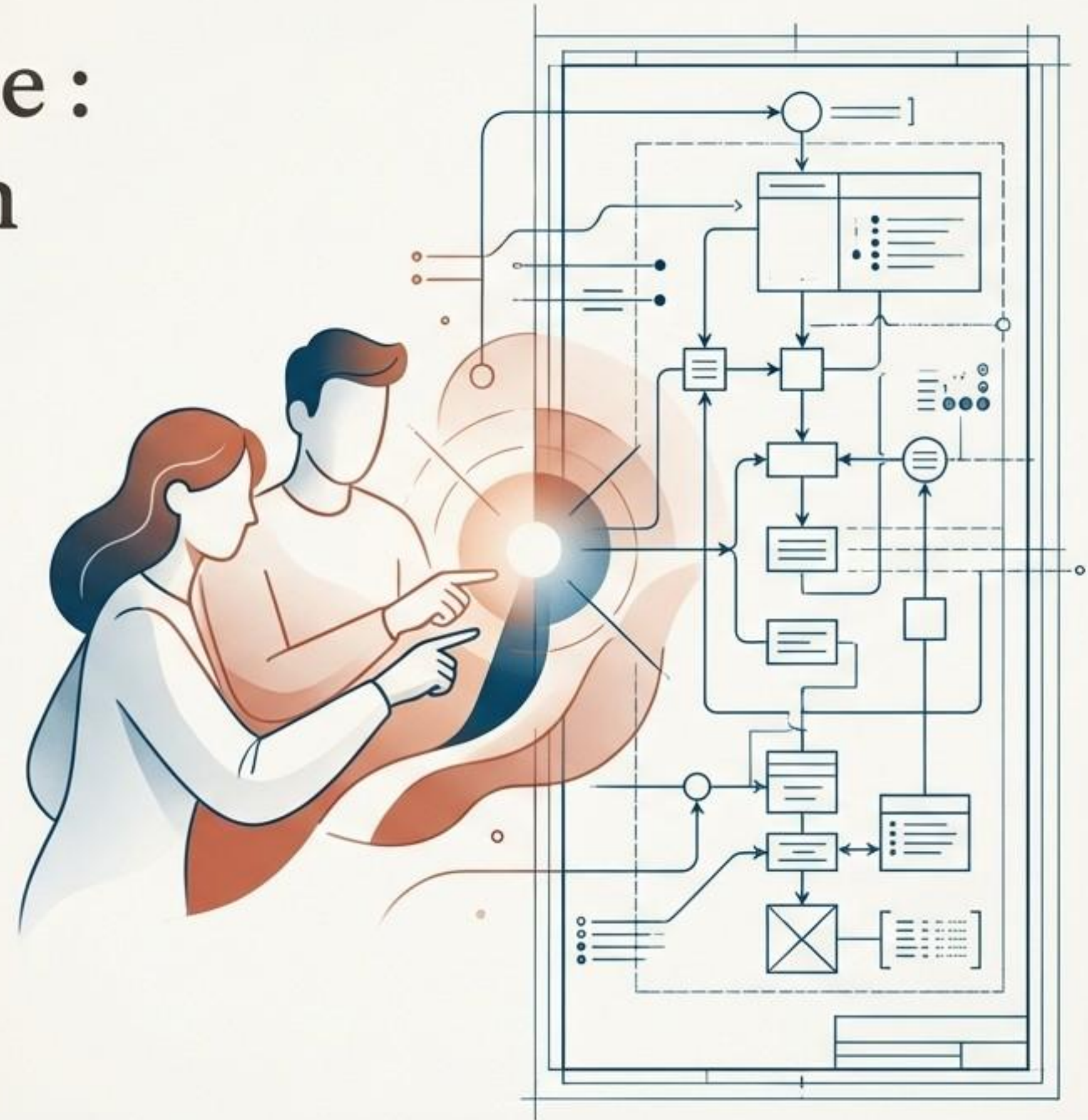


De la Théorie à la Pratique : L'Ingénierie de Formation Assistée par IA (IFAIA)

Présentation d'un cadre conceptuel
pour intégrer l'IA en éducation et
analyse de son impact sur les
(futurs) enseignants.

Jean-François Céci, Lionel Biatour, Léa Mertens,
Virginie Vaelen, Noémie Joris, Sarah Higuët,
Geoffroy Larue.

Université de Liège, CRIFA²



Un besoin de structure face à la vague de l'IA en éducation

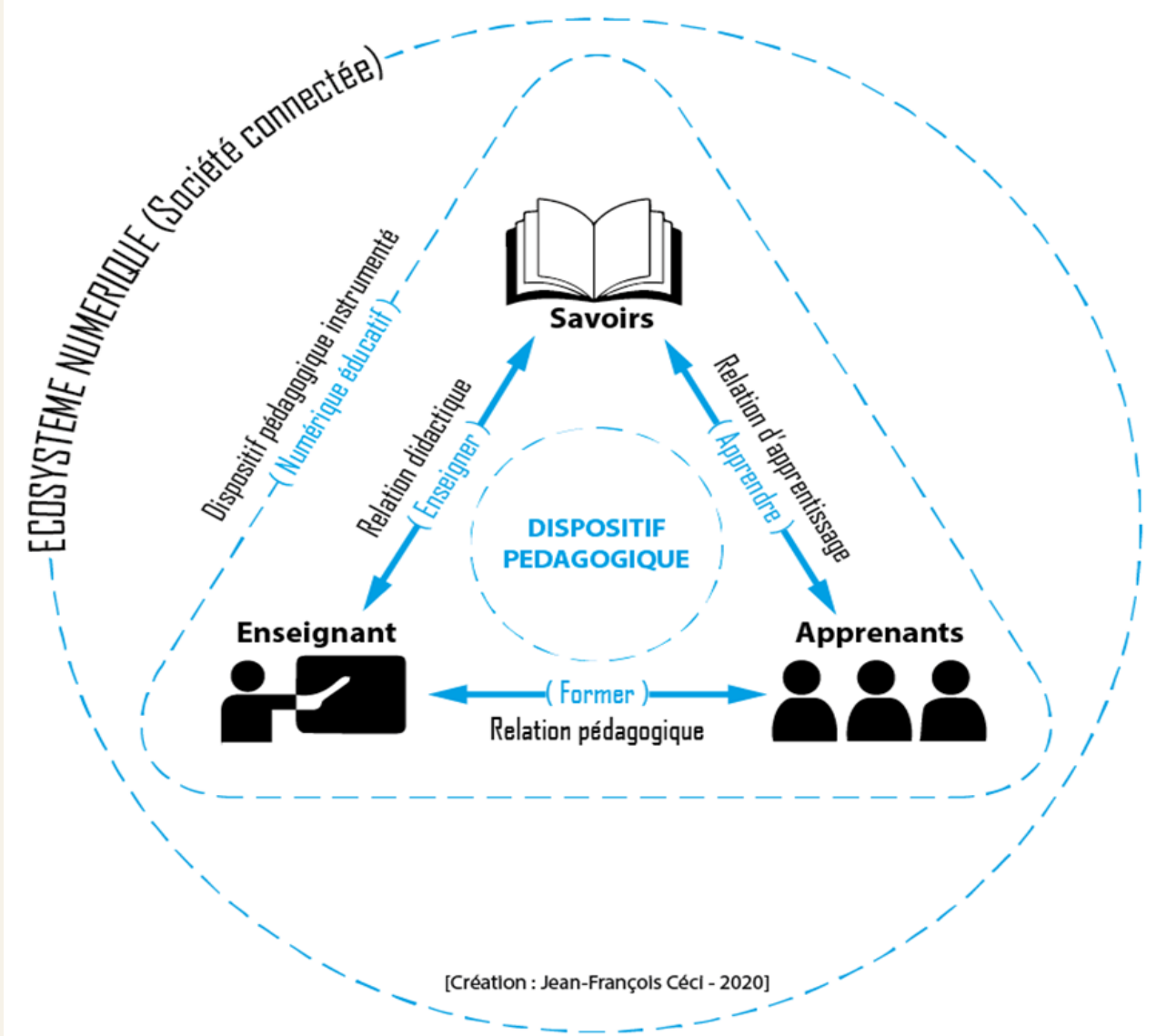
L'arrivée massive et rapide des outils d'IA générative bouscule les métiers de l'enseignement. Elle interroge la conception des formations et crée un besoin urgent d'évaluation et d'intégration réfléchie. Face à ce phénomène, une question centrale émerge : comment passer d'un usage réactif et désordonné à une intégration stratégique et pédagogiquement fondée ?

- **Opportunités et menaces** : L'IA est perçue comme un 'phénomène total' qui ébranle de multiples dimensions pédagogiques.
- **Le débat actuel** : Faut-il interdire (Maraninchi, 2025), sensibiliser (Céci et al., 2023), ou intégrer pleinement l'IA ?
- **Le manque dans les stratégies nationales** : Les plans stratégiques (ex: IA4Belgium) se concentrent sur la formation à l'IA, mais omettent l'ingénierie de formation *assistée par l'IA*.

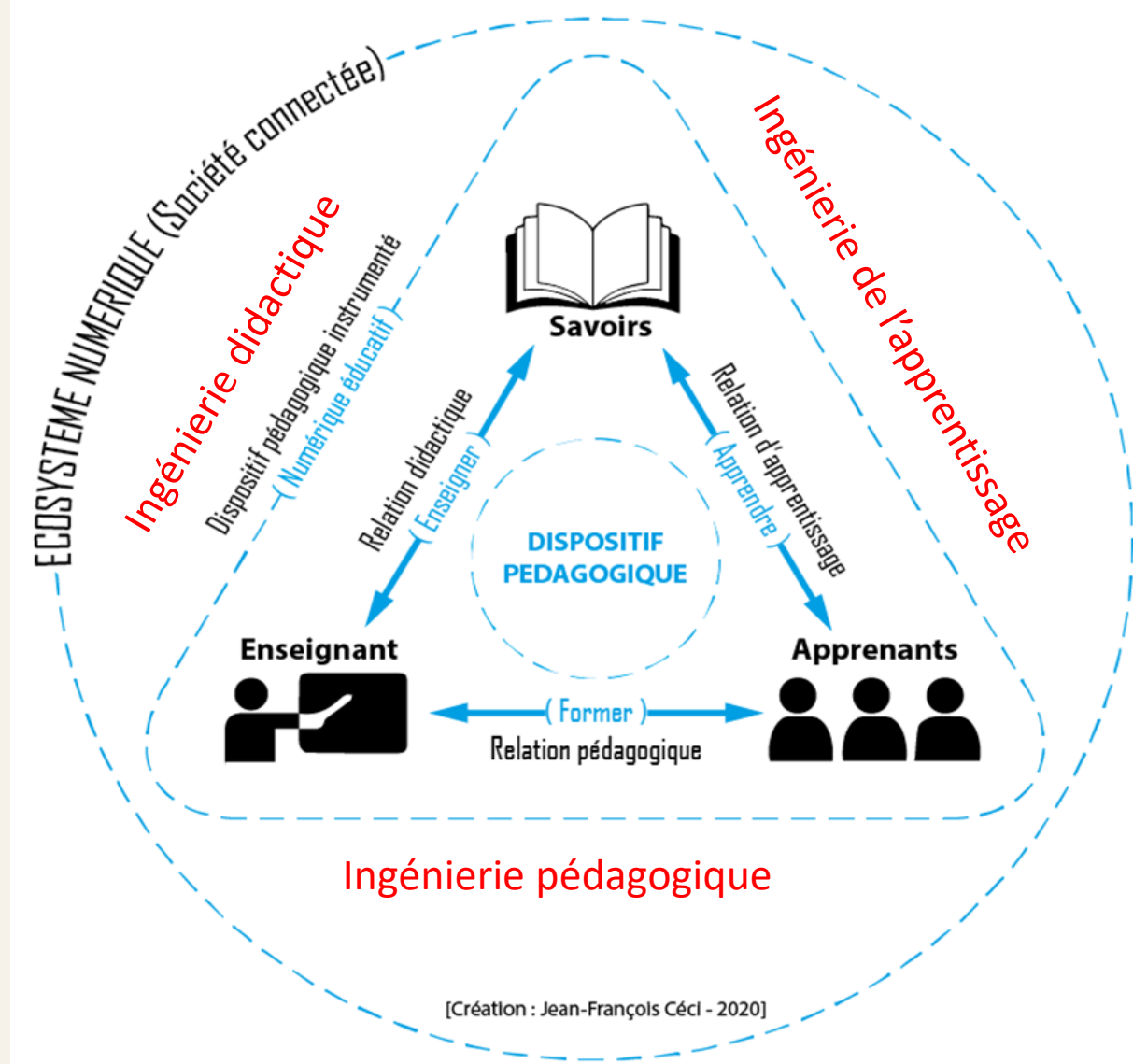
Ancrer l'IA dans les fondamentaux de la pédagogie

Pour structurer l'intégration de l'IA, il est essentiel de la relier aux concepts fondateurs de la pédagogie. L'ingénierie de formation doit englober les trois relations clés du triangle pédagogique, désormais inscrites dans un écosystème numérique.

Le triangle pédagogique de Houssaye (1988) à l'ère numérique



Le triangle pédagogique de Houssaye (1988) à l'ère numérique



Relation Pédagogique (Former): Le lien Enseignant ↔ Apprenants.

Relation Didactique (Enseigner): Le lien Enseignant ↔ Savoirs.

Relation d'Apprentissage (Apprendre) : Le lien Apprenants ↔ Savoirs.

Le tout est encapsulé dans un **Écosystème Numérique**, où l'IA devient un médiateur potentiel.

Définition de l'IFAIA : Un cadre pour l'action

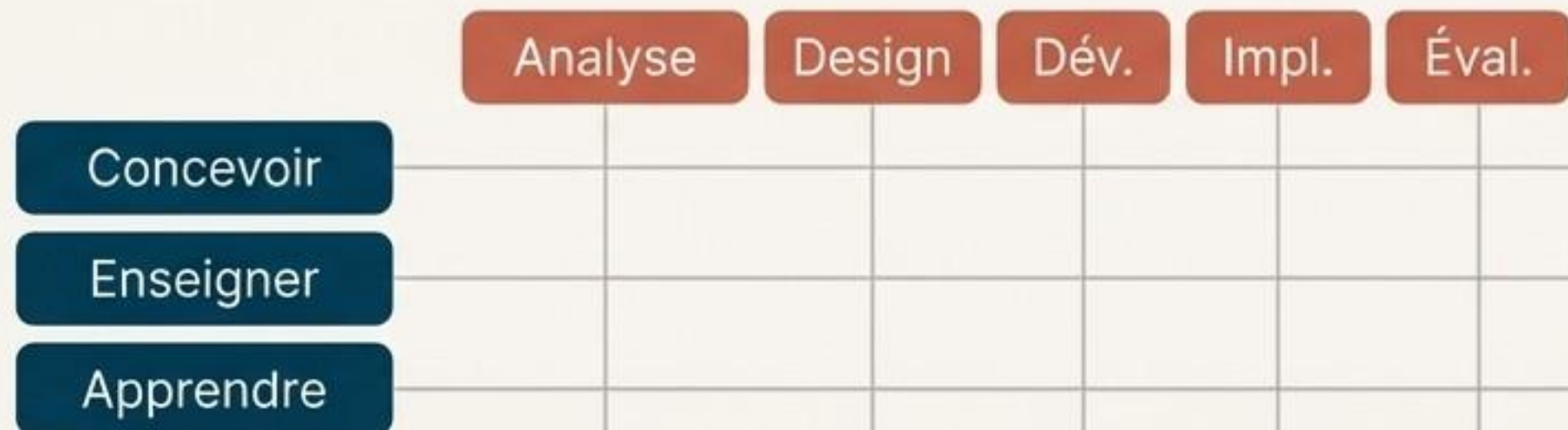
IFAIA (Ingénierie de Formation Assistée par IA) : L'acte de **concevoir** l'acte d'**enseigner** pour favoriser l'acte d'**apprendre**, en mobilisant une multitude d'IA aux cinq étapes du processus d'ingénierie de formation selon le modèle **ADDIE**.

Les 3 Actes (Musial & Tricot, 2020)

1. **Concevoir**: Comment l'IA assiste la conception du dispositif.
2. **Enseigner**: Comment l'IA assiste les tâches de l'enseignant.
3. **Apprendre**: Comment l'IA assiste les activités de l'apprenant.

Les 5 Étapes (Modèle ADDIE)

1. **Analyse**: Des besoins, du contexte, des apprenants.
2. **Design**: Planification, scénarisation.
3. **Développement**: Création des contenus et ressources.
4. **Implémentation**: Mise en œuvre, animation.
5. **Évaluation**: Des apprentissages, de l'enseignement, du dispositif.



La Grille IFAIA : Une typologie de 15 usages potentiels de l'IA

Cette grille offre un cadre structurant pour identifier, catégoriser et explorer les applications de l'IA à chaque phase du processus pédagogique.

Étapes du Processus ADDIE	Acte de Concevoir (Comment l'IA assiste la conception)	Acte d'Enseigner (Comment l'IA assiste l'enseignement)	Acte d'Apprendre (Comment l'IA assiste l'apprentissage)
Analyse	L'IA aide à l'analyse lors de la conception	L'IA aide à l'analyse des enseignements	L'IA aide à l'analyse des apprentissages (et besoins) des apprenants
Design	L'IA aide au design de la planification	L'IA aide au design des tâches d'enseignement	L'IA aide au design des activités/moments d'apprentissage
Développement	L'IA aide au développement du dispositif (contenus, environnements, modalités...)	L'IA aide au développement de l'enseignement (supports, ressources, etc.)	L'IA aide au développement des activités d'apprentissage
Implémentation	L'IA aide à l'implémentation du dispositif	L'IA aide à l'implémentation des tâches d'enseignement	L'IA aide au développement des apprentissages des apprenants
Évaluation	L'IA aide à l'évaluation globale du dispositif	L'IA aide à l'évaluation des enseignements	L'IA aide à l'évaluation des apprentissages

Tableau 1- Tableau croisé synthétique du néo-concept d'IFAIA au prisme des 5 étapes du processus ADDIE et des 3 actes d'ingénierie pédagogique

De la Théorie à la Pratique : Mettre l'IFAIA à l'épreuve



Concept



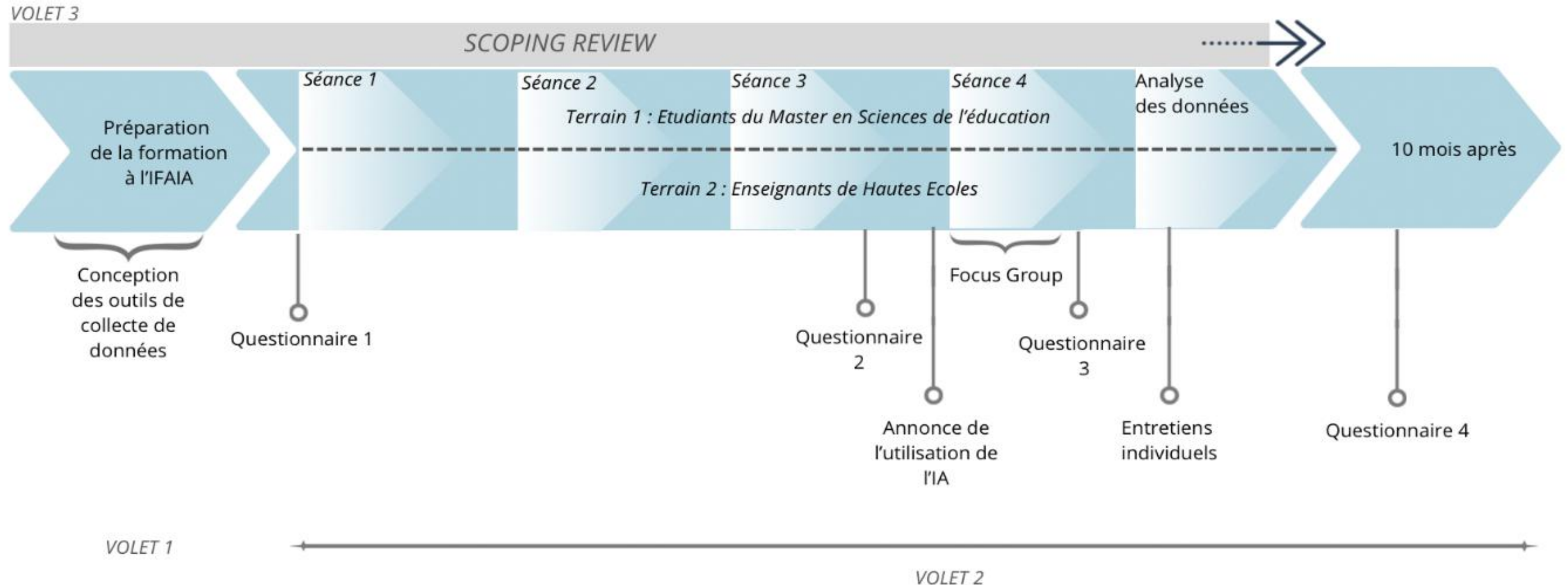
Practice

Un cadre conceptuel n'a de valeur que s'il est utile sur le terrain. Nous avons donc conçu une recherche visant à répondre à une double question :

1. Peut-on concevoir une formation efficace *sur* l'IFAIA en utilisant le cadre IFAIA lui-même ?
2. Quel est l'impact d'une telle formation sur les représentations et les intentions d'usage de l'IA chez les (futurs) enseignants ?

*Récit d'une expérience de formation conçue à 80% par l'IA, pour former à **l'IFAIA***

Un protocole de recherche longitudinal et multi-volets



Focus de cette présentation : Cet exposé se concentre sur les premiers résultats quantitatifs (Q1 à Q3) de la première cohorte (Étudiants du Master en Sciences de l'Éducation).

SCOPING REVIEW IFAIA : Premiers résultats

Étapes du Processus ADDIE	Acte de Concevoir (Comment l'IA assiste la conception)	Acte d'Enseigner (Comment l'IA assiste l'enseignement)	Acte d'Apprendre (Comment l'IA assiste l'apprentissage)
Analyse	[N=6] L'IA peut analyser de grandes quantités de données pour identifier les besoins de formation, les tendances et les modèles d'apprentissage. Elle peut aider à évaluer les compétences existantes des apprenants. (1)-(2)-(3)-(4)-(5)-(6)	[N=7] L'IA peut aider à la prise de décision pour les acteurs éducatifs. Elle peut fournir des objectifs d'analyse et des recommandations d'ajustement en temps réel. (1) - (2) - (3) - (4) - (6) - (7) - (8)	[N=3] L'IA peut permettre de mieux comprendre les besoins des apprenants. Elle peut aider à identifier les styles d'apprentissage des apprenants. (2) - (3) - (4)
Design	[N=3] L'IA peut aider à la conception de programmes éducatifs personnalisés. Elle peut générer des méthodes d'apprentissage interactives et des ressources didactiques adaptées. L'IA peut également être utilisée pour structurer et optimiser les formations. (1) - (3) - (5)	[N=2] L'IA peut aider à la création d'environnements d'apprentissage immersifs. Elle peut assister de la conception de systèmes de tutorat. Elle permet d'adapter la formation à l'apprenant.	[N=1] L'IA peut créer des parcours personnalisés. Elle peut fournir des contenus spécifiques des apprenants et le moment d'accès à l'apprenant à travers des outils d'aide à l'écriture.
Développement	[N=3] L'IA peut être utilisée pour rechercher des ressources pédagogiques originales ainsi que pour aider à la mise en œuvre de programmes personnalisés et interactifs. (3)		
Implémentation	[N=3] L'IA peut être utilisée pour adapter les interactions dans différents contextes pédagogiques. Elle peut fournir un retour d'information personnalisé aux apprenants et enseignants (tableaux de bords pour suivre les progrès). L'IA peut délester les enseignants des tâches répétitives. (4) - (9)		[N=1] L'IA peut offrir un accompagnement personnalisé aux apprenants. Elle peut proposer des solutions et des alternatives adaptées aux problèmes rencontrés. L'IA favorise l'autonomisation de l'apprenant et fournit des outils de suivi des progrès (feedback régulier) (4)
Évaluation	[N=3] L'IA aide à établir des critères d'évaluation. L'IA peut analyser les données d'évaluation pour identifier les points forts et les points faibles des formations en matière d'alignement pédagogique. Elle peut aussi aider à identifier les biais potentiels dans les évaluations. L'IA peut aider à la correction des travaux écrits. (1) - (3) - (6)	[N=1] L'IA peut fournir des évaluations en temps réel des apprentissages. Elle peut aider à la prise de décision basée sur les résultats de l'évaluation. (10)	[N=3] L'IA peut permettre aux apprenants de suivre leurs progrès en temps réel. Elle peut être utilisée pour identifier les besoins d'ajustement du parcours d'apprentissage. L'IA soutient le développement des compétences et capacités cognitives. (3) - (4) - (10)

Prémices d'une grille didactique (typologie) des domaines d'usage de l'IA en éducation
→ à étayer par la scoping review (environ 3000 articles)
→ et une étude empirique auprès de (futurs) enseignants/formateurs

SCOPING REVIEW : Principaux articles abordant explicitement les 15 catégories :

- 1) Romero, M., Heiser, L., Lepage, A., Gagnebien, A., Bonjour, A., Lagarrigue, A., Palaude, A., Boulord, C., Gagneur, C.-A., Mercier, C., Caucheteux, C., Guidoni-Stoltz, D., Tressols, F., Alexandre, F., Céci, J.-F., Metral, J.-F., Camponovo, J., Henry, J., Fouché, L., ... Borgne, Y.-A. L. (2023). *Teaching and learning in the age of artificial intelligence*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2303.06956>
- 2) Collin, S., et Marceau, E. (2021). L'intelligence artificielle en éducation : Enjeux de justice. *Formation et profession*, 29(2), 1. <https://doi.org/10.18162/fp.2021.a230>
- 3) Lepage, A., et Roy, N. (2023). Une recension des écrits de 1970 à 2022 sur les rôles de l'enseignant et de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'IA en éducation. *Médiations et médiatisations*, 16, 9-29. <https://doi.org/10.52358/mm.vi16.304>
- 4) Constantinou, G. (2024). L'intelligence artificielle dans le système éducatif chypriote hellénophone : Avis des enseignants du primaire au supérieur. *Langues et Cultures*, 5(02), 168-186. <https://doi.org/10.62339/jlc.v5i02.296>
- 5) Besnier, L., Khazina, A., Borrotzu, J., Patschkowski, N., Voisin, M. (2023). IA générative et ingénierie pédagogique. In *LIVRE BLANC*. OpenClassrooms.
- 6) Michelot, F. (2024). *La compétence numérique en contexte éducatif—Regards croisés et perspectives internationales*.
- 7) Ouoba, N. E. (s. d.). L'intégration des outils d'intelligence artificielle dans l'enseignement supérieur : perceptions, usages et défis.
- 8) Rogliano, L. (2022). *La formation à l'éthique du numérique dans l'enseignement supérieur (ingénierie et filières scientifiques) entre injonctions politiques et pratiques de terrain à l'heure de la crise écologique et de l'essor de l'intelligence artificielle. Quelles pistes d'évolution pour les formations ?* (Doctoral dissertation, Université Libre de Bruxelles).
- 9) Heiser, L., Romero, M., Céci, J.-F., et Chiardola, A. (2023). *5 jours, 5 activités SCOL_IA d'introduction aux compétences numériques en lien avec l'intelligence artificielle*.
- 10) OCDE. (2022). *Perspectives de l'OCDE sur l'éducation numérique 2021 : Repousser les frontières avec l'IA, la blockchain et les robots*. OECD. <https://doi.org/10.1787/d5fe6bd0-fr>

Quatre séances pour expérimenter et réfléchir à l'IFAIA

Séance 1 : Fondamentaux & Prompting

Introduction via vidéo, interaction avec chatbots customisés, atelier sur l'art du prompt et *reverse prompting*.



Invideo



ChatGPT



Gemini

Séance 2 : Création de Contenus Multimodaux

Synthèse avec *NotebookLM*, conception de supports de cours avec une variété d'outils (texte, audio, vidéo, image).



NotebookLM



ChatGPT



Suno.AI



Lumen5



Adobe Firefly

Séance 3 : IA & Évaluation

Podcast de synthèse généré, expérimentation d'outils d'évaluation, création d'un chatbot thématique.



NotebookLM



MagicSchool



EduAide

Séance 4 : Mise en abyme & Débat Éthique

Révélation de la conception de la formation, focus group animé sur les enjeux éthiques, environnementaux et professionnels.



Lumen5



Gamma

3 - La recherche RoC

Le dispositif de formation s'inscrit dans une démarche de recherche collaborative orientée par la conception (Sanchez et Monod Asaldi, 2015)

- visées pragmatiques (améliorer les pratiques pédagogiques avec l'IA)
- Visées heuristiques (produire des connaissances sur l'IFAIA).

La formation renforce significativement la perception des bénéfices de l'IA

Répartition des perceptions des participants concernant les plus-values de l'IA en éducation (Q1-Q3)



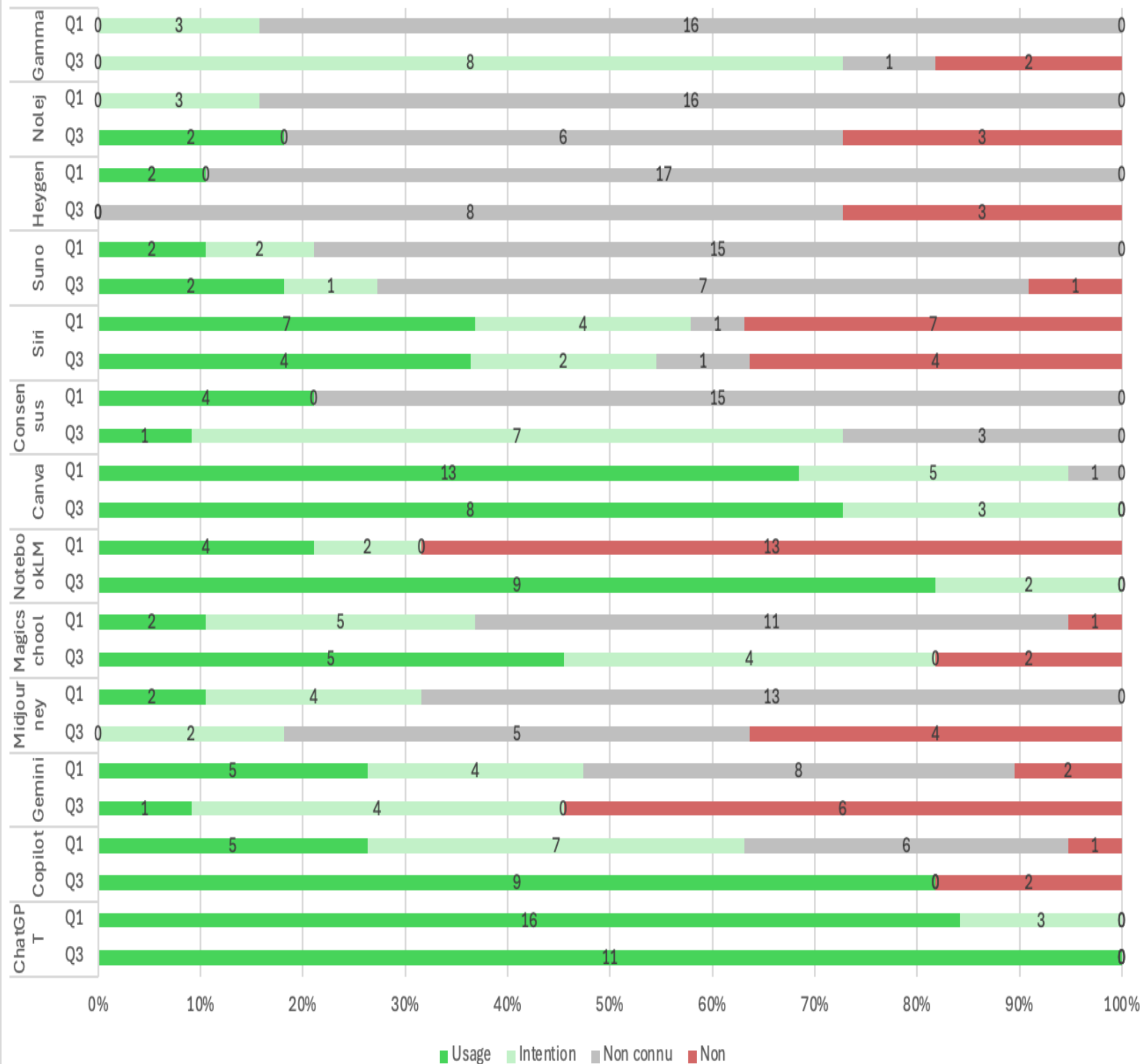
Consolidation : La perception positive de la **diversification des supports** et de la **production de médias** se maintient à un niveau très élevé.

Unanimité Post-Formation : Après la formation (Q3), le **gain de temps** et la **différenciation des contenus** sont perçus comme des intérêts par 100% des participants.

Avant la formation (Q1), 8/10 des répondants pensaient que l'IA pouvait avoir un **impact positif**. Après la formation (Q3), ce chiffre passe à 10/10.

Vers une appropriation élargie et des usages plus spécifiques

1. **Diffusion des outils spécialisés** : Les outils spécifiquement conçus pour l'enseignement comme **Gamma** et **MagicSchool**, peu connus avant la formation, voient leur usage ou leur intention d'usage augmenter fortement.
2. **Consolidation des généralistes** : L'usage d'outils comme **ChatGPT** et **Copilot** se consolide, devenant une pratique courante.
3. **L'importance de l'expérimentation** : L'appropriation est directement liée à la mise en pratique durant les séances. Les outils présentés mais non manipulés (*Nolej*) ne montrent pas d'évolution significative.



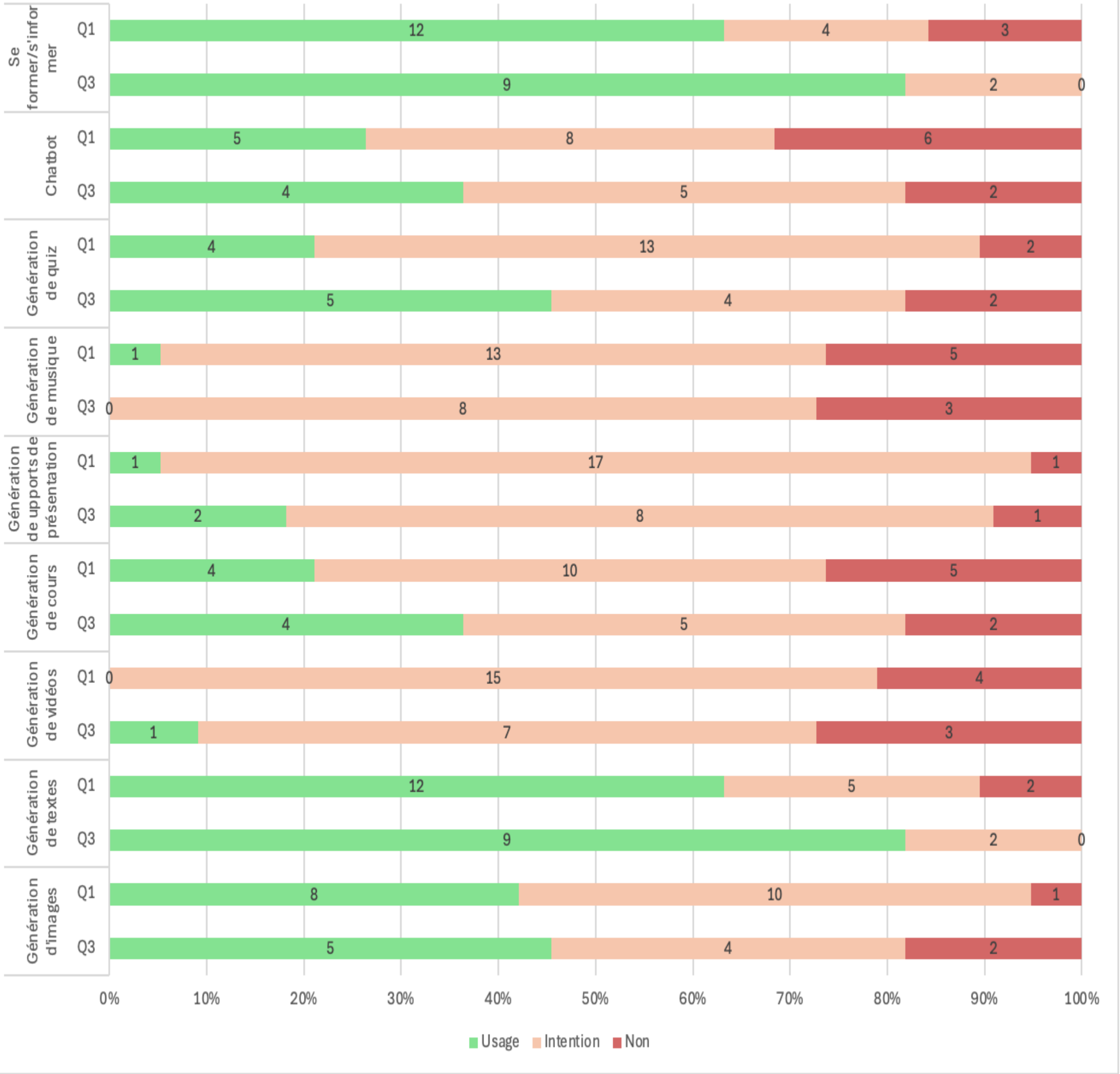


Figure 6 : *Évolution des types d’usages et intentions d’usage de l’intelligence artificielle dans les pratiques pédagogiques avant et après la formation (Q1-Q3)*

Le paradoxe de la compétence : Mieux formé, mais plus conscient des défis

Sentiment d'être formé



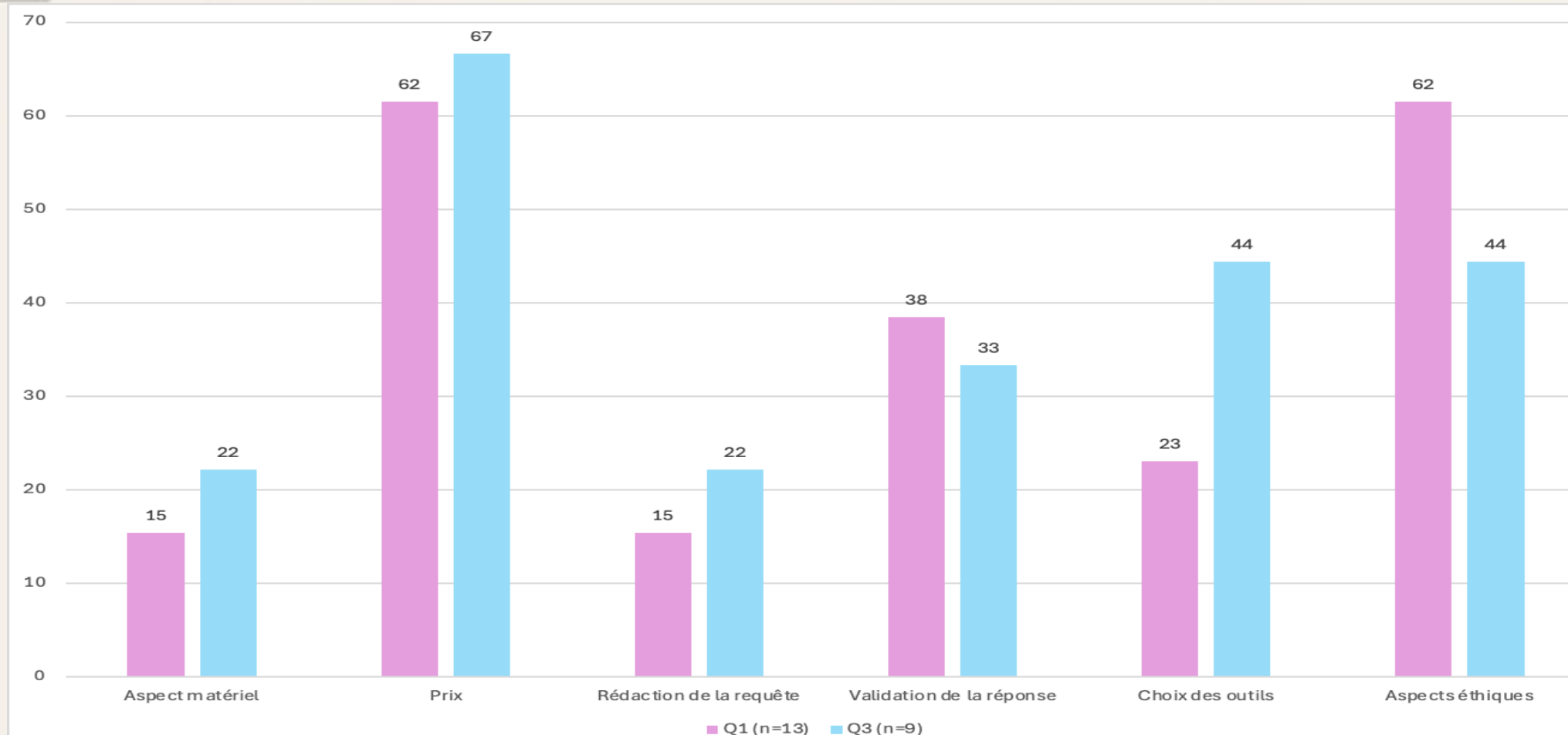
Avant (Q1): 8/10 déclarent n'avoir jamais été formés.
Après (Q3): 8/10 se sentent 'davantage formés'.

Sentiment de compétence



Avant (Q1): 4/10 'pas vraiment' compétents.
Après (Q3): 5/10 se sentent 'pas vraiment' compétents. **Le sentiment de compétence stagne.**

Ce phénomène peut être rattaché à **l'effet Dunning-Kruger** : en acquérant des connaissances, on prend davantage conscience de l'étendue de ce qu'on ne sait pas encore.

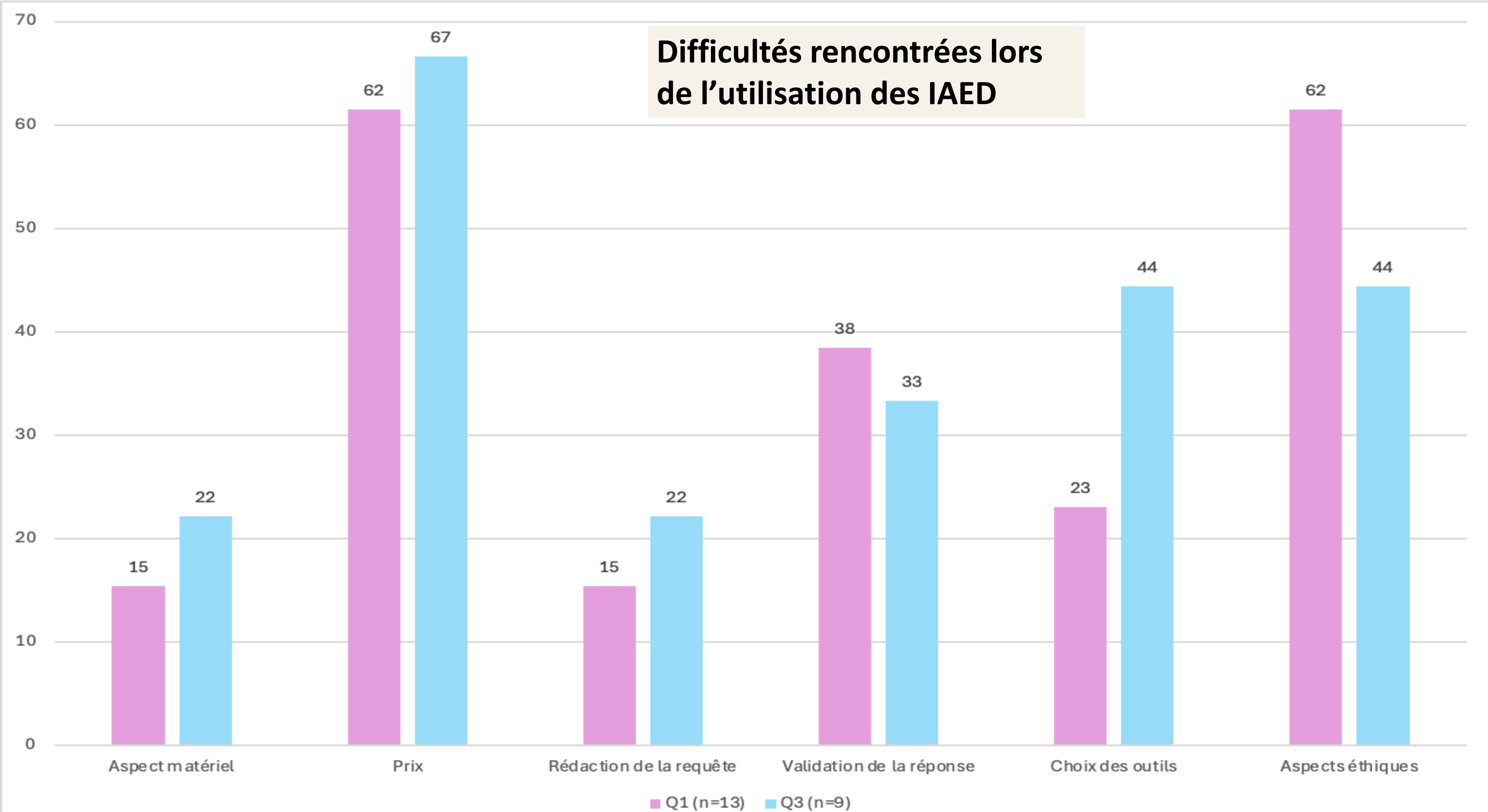


Difficultés rencontrées lors de l'utilisation des IAED

La difficulté du **choix des outils** augmente après la formation, illustrant cette prise de conscience.

50%

Difficultés rencontrées lors de l'utilisation des IAED



La place irremplaçable de l'humain : ce que l'IA ne peut pas faire

Au-delà de l'appropriation des outils, la formation a renforcé une vision critique et nuancée. Les participants identifient clairement les limites de l'IA et réaffirment la centralité de l'enseignant.



Sur l'évaluation

"La grille d'évaluation, elle change pendant l'évaluation : on s'adapte, on repondère... L'IA, elle ne fera pas ça."



Sur l'éthique et l'impact écologique

"Si tous les profs se mettent à utiliser l'IA, l'impact écologique est quand même là... et je culpabilise de le faire."



Sur le contexte

"Le problème, c'est que l'IA ne sait pas qu'à 18h30, les étudiants ont faim. Elle ne capte pas le contexte humain."

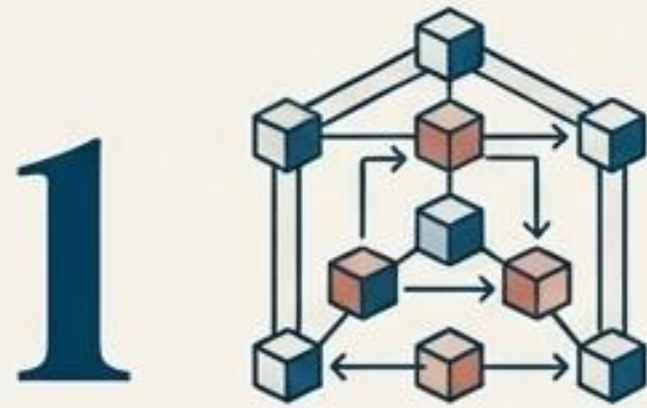


Sur la créativité

"La créativité, c'est aussi choisir : même si l'IA propose, c'est nous qui décidons."

L'idée que l'IA puisse remplacer les enseignants reste massivement rejetée (9/10 en désaccord en Q1 et Q3). L'IA est perçue comme un **outil d'accompagnement**.

Discussion : Ce que cette étude nous apprend sur l'intégration de l'IA



L'IFAIA comme cadre pertinent

Le dispositif confirme son utilité pour structurer la formation à l'IA et faire évoluer les représentations. L'IA est perçue comme un **soutien pédagogique** et un outil de productivité, non comme un substitut.



L'apprentissage expérientiel est crucial

L'appropriation des outils et la modification des attitudes sont directement liées à la manipulation concrète dans des scénarios pédagogiques, confirmant les travaux sur l'apprentissage actif (Zhou et al., 2023).



La compétence est un processus complexe

Le développement de la compétence en IA est multidimensionnel (technique, éthique, pédagogique) et la prise de conscience de cette complexité est un résultat positif de la formation.



La réflexion éthique doit être maintenue

La familiarisation technique ne doit pas se faire au détriment d'une analyse critique continue des implications de l'IA, même si les inquiétudes initiales s'atténuent.

Limites et défis pour la recherche sur l'IA en éducation

Toute recherche exploratoire comporte des limites qu'il est essentiel de reconnaître pour interpréter les résultats avec prudence et orienter les travaux futurs.

- **Échantillon** : Taille réduite (N=19 à N=11) et biais de sélection potentiel lié au volontariat. Les tendances sont indicatives, non généralisables.
- **Dispositif** : Intervention courte (4x3h) et possible biais de désirabilité sociale dans le contexte d'un cours universitaire.
- **Enjeu Épistémologique Majeur** : **L'obsolescence rapide des outils.** La volatilité technologique rend la réplication stricte des recherches impossible.

La recherche doit donc se déplacer de l'évaluation d'outils spécifiques vers la validation de **cadres pédagogiques durables**, comme l'IFAlA, qui transcendent les technologies du moment.

Perspectives : Les prochaines étapes du projet IFAIA

Cette étude n'est pas une fin en soi, mais le fondement d'un programme de recherche visant à construire une ingénierie de formation renouvelée pour le XXI^e siècle.



L'objectif est de définir un cadre de référence pour une intégration **éthique, réflexive et durable** de l'intelligence artificielle en éducation.

Bibliographie

- Ardouin, T. (2003). La formation est-elle soluble dans l'ingénierie ? Petite histoire de l'ingénierie de la formation. *Education permanente*, 157, décembre 2003.
- Ardouin, T. (2010). *Ingénierie de formation pour l'entreprise : Analyser, concevoir, réaliser, évaluer*. 3e éd. Dunod
- Bengio, Y. (2024). *Conséquences de l'intelligence artificielle générale sur la sécurité nationale et internationale*. Yoshua Bengio. <https://yoshuabengio.org/>
- Bihouix, P., et Mauvilly, K. (2016). *Le Désastre de l'école numérique. Plaidoyer pour une école sans écrans*. Le Seuil.
- Céci, J.-F. (2016). Analyse de l'efficacité d'un dispositif de pédagogie active (avec le numérique). *Vers de nouveaux modèles d'apprentissage, de pratiques pédagogiques innovantes et TIC pour l'éducation au développement durable : L'ère des Technologies de l'Information et de la Communication : éducation, formation, enseignement et développement durable*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01661224>
- Céci, J.-F. (2020). *Transition de la forme scolaire au prisme du Numérique : Le Numérique comme catalyseur et révélateur* [Thèses, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA), Pau, FRA.]. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03250689>
- Céci, J.-F., Heiser, L., & Romero, M. (2023). Le dispositif 5J5IA, un exemple de régulation critique de l'IA en éducation. In ENSEIGNER ET APPRENDRE A L'ERE DE L'IA : Acculturation, intégration et usages créatifs de l'IA en éducation - LIVRE BLANC (pp. 63-73). Paris, France : Canopé. <https://hdl.handle.net/2268/329649>
- Céci, J.-F., Heiser, L., et Raynault, A. (2024). Vers une typologie des prudences numériques en éducation : Une réponse aux pratiques sociales de références actuelles ? *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 21(2). <https://hdl.handle.net/2268/324507>
- Collin, S., et Marceau, E. (2021). L'intelligence artificielle en éducation : Enjeux de justice. *Formation et profession*, 29(2), 1. <https://doi.org/10.18162/fp.2021.a230>
- Constantinou, G. (2024). L'intelligence artificielle dans le système éducatif chypriote hellénophone : Avis des enseignants du primaire au supérieur. *Langues et Cultures*, 5(02), 168-186. <https://doi.org/10.62339/ilc.v5i02.296>
- Danse, C et Faulx, D. (2021). *Comment favoriser l'apprentissage et la formation des adultes ?* De Boeck Supérieur.
- Houssaye, J. (2000). *Le triangle pédagogique. Théorie et pratiques de l'éducation scolaire*. 3e Éd. Peter Lang (1e Éd. 1988)
- Lemaître, D. (2007). *Le courant des "pédagogies actives" dans l'enseignement supérieur : une évolution postmoderne ?* <https://hal.science/hal-00526171/>
- Lepage, A., et Roy, N. (2023). Une recension des écrits de 1970 à 2022 sur les rôles de l'enseignant et de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'IA en éducation. *Médiations et médiatisations*, 16, 9-29. <https://doi.org/10.52358/mm.vi16.304>
- Mancas, M., Rocca, F., et Derobertmeasure, A. (2022). *L'intelligence artificielle au service de la formation professionnelle basée sur la simulation*. https://web.umons.ac.be/app/uploads/sites/103/2023/07/Annexe2_Mancas-et-al.-Ouvrage-Collectif-GRIEMetic-Aout-2022.pdf
- Maraninchi, F. (2025, 2 février). Pourquoi je n'utilise pas ChatGPT. *Hypotheses*. <https://doi.org/10.58079/1382x>
- Musial, M., et Tricot, A. (2020). *Précis d'ingénierie pédagogique*. De Boeck supérieur.
- OCDE. (2022). *Perspectives de l'OCDE sur l'éducation numérique 2021 : Repousser les frontières avec l'IA, la blockchain et les robots*. OECD. <https://doi.org/10.1787/d5fe6bd0-fr>
- OCDE. (2019). *Les grandes mutations qui transforment l'éducation 2019*. OECD. https://doi.org/10.1787/trends_edu-2019-fr
- Plan national de convergence pour le développement de l'intelligence artificielle - IA4Belgium(2022).https://bosa.belgium.be/sites/default/files/publications/documents/Plan_national_de_convergence_pour_le_developpement_de_lintelligence_artificielle.pdf
- Romero, M., Heiser, L., Lepage, A., Gagnebien, A., Bonjour, A., Lagarrigue, A., Palaude, A., Boulord, C., Gagneur, C.-A., Mercier, C., Caucheteux, C., Guidoni-Stoltz, D., Tressols, F., Alexandre, F., Céci, J.-F., Metral, J.-F., Camponovo, J., Henry, J., Fouché, L., ... Borgne, Y.-A. L. (2023). *Teaching and learning in the age of artificial intelligence*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2303.06956>
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169, 467-473. doi:10.7326/M18-0850
- Tricot, A. (2020). Quelles fonctions pédagogiques bénéficient des apports du numérique ? *CNESCO*. https://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2020/10/201015_Cnesco_Tricot_Numerique_Fonctions_pedagogiques-1.pdf
- Trocmé-Fabre, H. (1997). *Apprendre aujourd'hui, dans une Université apprenante* - Congrès de Locarno, 30 avril-2 mai 1997. <https://ciret-transdisciplinarity.org/locarno/loca5c8.php>
- Tuomi, I. (2020). Research for CULT Committee-The use of Artificial Intelligence (AI) in education. *European Parliament, Directorate-General for Internal Policies*, 2-6.
- Unesco. (2023). Rapport GEM 2023 : Les technologies dans l'éducation : Qui est aux commandes ? *Unesco Bibliothèque Numérique*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386165_fre
- Zhou, X., Shu, L., Xu, Z., & Padrón, Y. (2023). The effect of professional development on in-service STEM teachers' self-efficacy : A meta-analysis of experimental studies. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00422-x>