

Module de travail 3 :

Évaluation

Livrable D3.3

Rapport d'évaluation national

France



Titre du projet :	L'intelligence artificielle pour et par les enseignants
Acronyme du projet :	AI4T
Numéro de projet :	626154
Numéro de la convention de subvention	626154-EPP-1-2020-2-FR-EPPKA3-PI-POLICY
Numéro de livrable	D3.3
Module de travail	3 Évaluation
Responsable du module de travail	Centre national d'étude des systèmes scolaires – Conservatoire national des arts et métiers (Cnesco-Cnam)
Partenaires du module de travail	Dublin City University (DCU), Istituto Nazionale di Documentazione, per l'Innovazione e la Ricerca educativa (INDIRE), Pedagogoski Institut, Université du Luxembourg
Niveau de dissémination	public
Date de livraison	12-2023
Statut	Final
Version	1
Auteur(s)	Aurélie Paris, Aude Labetoulle
Liste des contributeurs	Simona Bezjak, Deirdre Butler, Pedro Cardoso-Leite, Jean-François Chesné, Christiane Kirsch, Sara Mori, Andrea Nardi, Paola Nencioni, Jessica Niewint, Lina Rivera, Francesca Rossi, Francesca Storai, Valentina Toci, Plamen Vladkov Mirazchiyski
Responsable du livrable	Cnesco-Cnam, France Éducation International

Avertissement

Ce projet a été financé avec le soutien de la Commission européenne. Cette publication reflète uniquement les opinions de ses auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation pouvant être faite des informations qu'elle contient.



RÉSUMÉ	<p>Ce rapport présente l'évaluation quantitative et qualitative de l'impact du parcours de formation continue AI4T, l'intelligence artificielle pour et par les enseignants, en France.</p> <p>Les premières parties décrivent le parcours de formation continue AI4T et le protocole expérimental, c'est-à-dire la sélection des participants et la procédure de randomisation, le cadre théorique utilisé pour l'évaluation, ainsi que les instruments d'évaluation. Elles sont suivies d'une description de l'échantillon. Enfin, les questions relatives à la validité interne et externe de l'expérimentation sont abordées.</p> <p>La présentation des résultats est organisée en trois parties : (i) enseignants, (ii) chefs d'établissement et (iii) élèves. Une attention particulière est portée aux résultats des enseignants, principale cible du projet AI4T. Après avoir détaillé leurs réactions à l'égard du parcours de formation continue, le rapport présente les trois dimensions principales sur lesquelles un impact a été mesuré, à savoir la connaissance de l'IA des enseignants, leurs perceptions de l'IA et leur utilisation de l'IA. Pour chaque résultat, l'état initial et l'impact de l'intervention sont présentés. Le rapport s'intéresse ensuite à la façon dont l'intervention affecte les enseignants de manière différenciée en fonction de leur implication dans le MOOC, de leur sentiment d'auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe et des matières qu'ils enseignent.</p> <p>La dernière partie met en lumière les principales conclusions de l'évaluation susceptibles d'influencer les futures politiques éducatives basées sur l'IA. Cette partie porte sur les besoins spécifiques en matière de formation, de développement d'outils et de garanties éthiques.</p>
MOTS-CLÉS	Intelligence artificielle, expérimentation, évaluation, étude d'impact, formation continue, enseignants

Niveau de dissémination		
PU	Public	X
PP	Limitée au partenaire du projet (dont la Commission)	
RE	Limitée à un groupe défini par le consortium (dont la Commission)	
CO	Confidentiel, uniquement pour les membres du consortium (dont la Commission)	

Table des matières

Introduction	8
1. Intervention	9
2. Protocole expérimental	11
2.1 Sélection des participants et randomisation	11
2.2 Cadre théorique	12
2.3 Instruments d'évaluation	16
3. Traitement des données	18
3.1 Caractéristiques de l'échantillon	18
3.2 Analyse des données	20
Nettoyage des données	20
Propriétés psychométriques des échelles	20
Équilibre des groupes et attrition	20
Conformité à la randomisation	21
Analyse des données qualitatives	21
4. Résultats concernant les enseignants	22
4.1 Réactions des enseignants à l'égard du parcours de formation continue	22
Attentes vis-à-vis de la formation	22
Suivi de la formation	22
Satisfaction vis-à-vis de la formation	23
4.2 Apprentissage des enseignants	26
Connaissance de l'IA au début de l'expérimentation	26
Impact	27
4.3 Perceptions des enseignants à l'égard de l'IA	30
Perceptions de l'IA au début de l'expérimentation	30
Impact	31
4.4 L'intention des enseignants d'utiliser l'IA et leur utilisation effective de l'IA	33
L'intention d'utiliser l'IA et l'utilisation effective de l'IA au début de l'expérimentation	33
Impact	34
4.5 Variabilité de l'impact	37
Implication dans le MOOC	37
Matière enseignée	41

	Sentiment d'auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe	45
5.	Résultats concernant les chefs d'établissement	50
5.1	Equipement numérique des établissements	50
5.2	Soutien à la formation continue	50
5.3	Leadership en matière d'IA.....	51
	Connaissances et utilisation de l'IA chez les chefs d'établissement.....	51
	Dynamique de l'établissement sur l'intégration de l'IA.....	52
6.	Résultats concernant les élèves.....	54
6.1	Connaissances des élèves sur l'IA.....	54
6.2	L'attitude des élèves envers l'IA	54
6.3	La connaissance des élèves des questions éthiques et leurs préoccupations liées à l'IA ...	55
6.4	Utilisation de l'IA par les élèves.....	56
7.	Principales conclusions	58
7.1	Sur la formation à l'IA	58
7.2	Sur le développement des outils d'IA	59
7.3	Sur les questions éthiques associées à l'IA	60
8.	Annexes.....	63
	Annexe A : Suivi du processus de nettoyage des données en France.....	63
	Annexe B : Résumé des propriétés psychométriques des échelles	64
	Annexe C : Comparaisons des variables de contrôle et des résultats lors de la phase initiale entre le groupe contrôle et le groupe intervention	66
	Annexe D : Exemple de codification des données quantitatives.....	68
9.	Bibliographie	69

Liste de figures

Figure 1	: Parcours de formation continue AI4T en France	9
Figure 2	: Cadre théorique de l'évaluation du parcours de formation continue AI4T	13
Figure 3	: <i>Technology Acceptance Model</i> développé par Davis <i>et al.</i> (1989)	15
Figure 4	: Calendrier de l'évaluation en France	17
Figure 5	: Participation des enseignants du groupe intervention aux différentes parties du parcours de formation continue	23
Figure 6	: Satisfaction des enseignants à l'égard du parcours de formation continue.....	25
Figure 7	: Niveau de connaissance de l'IA indiqué par les enseignants au début de l'expérimentation.....	27
Figure 8	: Perceptions des enseignants à l'égard de l'IA au début de l'expérimentation	30



Figure 9 : Réponses des enseignants concernant leur utilisation ou l'utilisation par leurs élèves des outils pédagogiques d'IA cette année	34
Figure 10 : Équipement de l'établissement	50
Figure 11 : Dynamique de l'établissement sur l'intégration de l'IA	53
Figure 12 : Attitude des élèves envers l'IA	55
Figure 13 : La connaissance et les préoccupations des élèves concernant les questions éthiques associées à l'IA	56
Figure 14 : Comparaison des déclarations des enseignants d'anglais et des élèves concernant l'utilisation d'outils d'IA pour les cours	57

Liste de tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques de l'échantillon	18
Tableau 2 : Taux de réponse pour chaque type de participant	21
Tableau 3 : Impact de l'intervention sur les connaissances des enseignants	28
Tableau 4 : Impact de l'intervention sur les perceptions des enseignants à l'égard de l'IA	31
Tableau 5 : Impact de l'intervention sur l'utilisation de l'IA par les enseignants	34
Tableau 6 : Impact de l'intervention sur les connaissances sur l'IA des enseignants en fonction du niveau d'implication à l'égard du MOOC	38
Tableau 7 : Impact de l'intervention sur l'utilisation de l'IA par les enseignants en fonction de leur niveau d'implication à l'égard du MOOC	40
Tableau 8 : Impact de l'intervention sur les connaissances sur l'IA des enseignants en fonction de la matière enseignée	42
Tableau 9 : Impact de l'intervention sur l'utilisation de l'IA par les enseignants en fonction de la matière qu'ils enseignent	44
Tableau 10 : Impact de l'intervention sur les connaissances sur l'IA des enseignants en fonction de leur sentiment d'auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe	45
Tableau 11 : Impact de l'intervention sur l'utilisation de l'IA par les enseignants en fonction de leur sentiment d'auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe	47

Introduction

Ces dernières années, le développement rapide des nouvelles technologies basées sur l'intelligence artificielle (IA) a suscité un débat crucial concernant ses implications pour l'éducation. Au niveau européen, le *Plan d'action en matière d'éducation numérique 2021-2027* met l'accent sur la nécessité de développer les compétences des élèves en matière d'IA et d'élaborer des lignes directrices éthiques sur le sujet.

Financé par la Commission européenne, le projet *l'Intelligence artificielle pour et par les enseignants (AI4T)* est une expérimentation de trois ans, destinée à explorer et soutenir l'utilisation de l'IA dans l'éducation. Il s'agissait de concevoir, de mettre en œuvre et d'évaluer des activités de formation continue en vue de familiariser les enseignants avec l'IA. Le projet a été mené dans cinq pays : en France, en Slovénie, en Italie, en Irlande et au Luxembourg. Dix-sept partenaires, dont des ministères de l'éducation, des évaluateurs et des centres de recherche, ont participé au projet sous la coordination de *France Éducation International (FEI)*.

L'intervention AI4T a été conçue autour de deux ressources en ligne élaborées pour le projet et communes aux cinq pays : le MOOC AI4T créé sous la coordination de l'Institut national de recherche en sciences et technologies du numérique (Inria) et le manuel *IA pour les enseignants : un manuel ouvert*, rédigé sous la coordination de l'*Université de Nantes*. Ces deux ressources ont reçu des contributions de la part des partenaires du consortium. Dans chaque pays, des parcours de formation continue ont été élaborés, avec des objectifs d'apprentissage communs mais des formats différents (p. ex. des plateformes en ligne, des webinaires, des sessions en présentiel).

Suite à une expérimentation pilote menée en 2021-2022 auprès d'un petit échantillon d'établissements, l'intervention a été mise en œuvre pendant l'année scolaire 2022-2023. L'expérimentation visait des enseignants de mathématiques, de sciences et de langues modernes ayant des élèves âgés de 15 à 17 ans. La moitié de l'ensemble des établissements participants a été choisie de manière aléatoire au sein de chaque pays pour prendre part à la formation pendant l'année d'expérimentation. Les enseignants des établissements restants constituaient le groupe contrôle. Ils ont eu accès aux ressources de formation AI4T seulement après la fin de l'expérimentation.

Les données ont été collectées à l'aide de questionnaires distribués aux enseignants, aux chefs d'établissement et aux élèves, ainsi que par le biais d'entretiens avec certains enseignants et chefs d'établissement. En outre, les résultats sont enrichis par l'analyse effectuée par un partenaire du projet, le *Laboratoire lorrain de recherche en informatique et ses applications (Loria)*, sur les traces d'apprentissage des enseignants sur le MOOC. En s'appuyant sur les données collectées, ce rapport entend répondre aux quatre questions d'évaluation suivantes :

- 1) *La formation a-t-elle favorisé l'apprentissage de l'IA par les enseignants ?*
- 2) *La formation a-t-elle favorisé l'évolution des perceptions des enseignants à l'égard de l'IA ?*
- 3) *La formation a-t-elle favorisé l'utilisation de l'IA ou l'intention d'utiliser l'IA par les enseignants ?*
- 4) *Quels sont les principaux facteurs pouvant expliquer l'impact de l'intervention ?*

1. Intervention

L'intervention AI4T est basée sur deux ressources en ligne communes, toutes deux traduites dans les cinq langues des pays participants. La première ressource est le MOOC AI4T (formation en ligne ouverte à tous) créé sous la coordination de l'Inria. La seconde ressource est un manuel intitulé *IA pour les enseignants : un manuel ouvert*, rédigé sous la coordination de l'Université de Nantes. Il a été proposé comme ressource complémentaire pour les formateurs et les participants plus expérimentés. Enfin, des objectifs d'apprentissage communs ont été définis pour les parcours de formation continue dans les cinq pays :

1. Être capable d'exprimer sa compréhension et son attitude à l'égard de l'IA et d'en discuter ;
2. Être capable de comprendre les principes fondamentaux des systèmes d'IA ;
3. Avoir connaissance des applications pédagogiques de l'IA et des éléments essentiels à prendre en compte pour identifier, évaluer et sélectionner un outil basé sur l'IA pour l'enseignement, l'apprentissage et l'évaluation ;
4. Avoir connaissance des considérations d'ordre juridique inhérentes à l'utilisation de l'IA dans un cadre scolaire ;
5. Avoir connaissance des considérations d'ordre éthique inhérentes à l'utilisation de l'IA dans un cadre scolaire ;
6. Avoir connaissance des outils génériques d'IA et être capable de réfléchir à leur impact sur l'éducation et d'envisager de manière critique les utilisations possibles des outils d'IA dans l'éducation ;

En France, le parcours de formation continue a été mis en œuvre de janvier à mars 2023 dans un format hybride.

Figure 1 : Parcours de formation continue AI4T en France



Les participants français ont accédé au MOOC AI4T sur la plateforme française Fun-Campus de janvier à mars 2023. Pendant ces trois mois, des représentants du ministère français de l'Éducation nationale et de l'équipe du MOOC (INRIA) étaient disponibles tous les jours pour aider les enseignants via le forum de Fun-Campus. Le lien vers le manuel était proposé dans le MOOC, comme ressource supplémentaire. Deux webinaires en ligne et une session en présentiel (une par académie participante)

ont eu lieu, en complément des outils pédagogiques fournis. Le premier webinaire a permis de présenter l'IA et les *learning analytics* dans le domaine de l'éducation. Pendant la session en présentiel, les enseignants ont pris part à des discussions et activités sur le thème de l'IA. Lors de ces sessions, les enseignants ont testé l'outil Vittascience afin de visualiser le fonctionnement d'un réseau neuronal profond. Ils ont également travaillé sur des activités à faire en classe incorporant de l'IA générative. Pour finir, ils ont réfléchi à la meilleure façon de prendre en compte les préoccupations d'ordre éthique entourant l'IA avant d'utiliser ces outils en classe. Le second webinaire consistait à présenter le manuel.

Les enseignants de mathématiques des groupes intervention et contrôle ont également reçu un accès gratuit à un outil pédagogique utilisant l'IA appelé Kwyk. Kwyk est une ressource en ligne comportant des exercices de mathématiques autocorrectifs correspondant au programme d'enseignement secondaire français. En outre, cette ressource propose aux enseignants des outils analytiques permettant de mieux évaluer les difficultés des élèves.



2. Protocole expérimental

2.1 Sélection des participants et randomisation

Entre mai et octobre 2022, 256 enseignants volontaires issus de 120 établissements dans sept Académies ont été sélectionnés par le ministère de l'Éducation français, pour participer au projet. L'échantillon était composé de 142 enseignants de mathématiques, 113 enseignants d'anglais et un enseignant d'une autre matière. La participation était initialement limitée aux enseignants de lycée, mais elle s'est ensuite étendue aux enseignants de collège ayant en charge une classe d'élèves de troisième. Pour pouvoir participer au projet, les enseignants devaient enseigner à des élèves âgés de 14 à 17 ans¹, et identifier chacun une classe, avant le processus de randomisation, avec laquelle ils conduiraient l'expérimentation.

L'échantillon n'est pas considéré comme représentatif de la population générale des enseignants. Cependant, le ministère de l'Éducation a sélectionné différents types d'établissements (lycée général, lycée professionnel, lycée polyvalent et collège²) situés dans des zones géographiques différentes, y compris les territoires d'outre-mer.

L'équipe d'évaluation a réalisé une randomisation de l'échantillon en deux groupes : un groupe intervention et un groupe contrôle. Le groupe intervention a bénéficié du parcours de formation continue AI4T pendant l'année d'expérimentation, tandis que le groupe contrôle a eu accès aux ressources pédagogiques en ligne uniquement à la fin de l'année d'expérimentation. Cette randomisation s'est faite au niveau de l'établissement et a été effectuée après l'administration du questionnaire initial auprès des enseignants. La méthode de la randomisation stratifiée, recommandée par Banerjee et Duflo (2017), a été utilisée. L'équipe d'évaluation a créé des strates de quatre établissements chacune. Lorsque le nombre d'établissements ne pouvait pas être divisé par quatre, des strates de trois ou deux lycées ou collèges ont été formées. Pour déterminer l'homogénéité au sein d'une strate, les critères de stratification ont été classés par ordre d'importance. Le premier critère, l'académie, a été utilisé comme critère strict de randomisation pour diviser l'échantillon d'origine en sous-échantillons. Les autres critères ont ensuite été utilisés pour créer des strates qui minimisaient les différences entre les établissements. Ces critères sont les suivants :

- Le type d'établissement,
- L'indice de position sociale de l'établissement,
- Le nombre d'enseignants volontaires dans l'établissement,
- Le pourcentage d'enseignants de mathématiques parmi les volontaires,
- Le pourcentage d'hommes parmi les volontaires.

Tandis que certains critères, tels que l'académie et le nombre d'enseignants volontaires dans l'établissement, ont été sélectionnés pour des raisons pratiques, d'autres ont été choisis, car des études ont montré qu'ils étaient susceptibles d'avoir un impact sur les perceptions et l'attitude vis-à-vis des technologies, c'est le cas du genre (Badia *et al.*, 2014 ; Céci, 2019 ; Poyet, 2015), de la matière enseignée (Perotta, 2013) et du profil socioéconomique de l'établissement (Perotta, 2013). Le type

¹ Pour obtenir un nombre suffisant de participants, des enseignants d'élèves âgés de 14 ans ont été ajoutés au groupe de participants, élargissant ainsi l'échantillon au-delà de la cible initiale des enseignants d'élèves âgés de 15 à 17 ans.

² Ces établissements accueillent des élèves ayant des profils scolaires différents. Les élèves de lycée général intègrent généralement ensuite un cursus universitaire, les élèves de lycée professionnel poursuivent généralement ensuite une formation professionnelle, tandis que les élèves de collège correspondent à une population d'élèves plus jeunes, habituellement âgés de 10 à 15 ans.



d'établissement a été pris en compte, car il est lié à la matière enseignée par l'enseignant et au profil socioéconomique de l'établissement.

Des chiffres ont ensuite été générés de manière aléatoire pour sélectionner les établissements à placer dans le groupe intervention. Lorsque la strate contenait trois établissements, le chiffre 1 ou 2 a d'abord été généré aléatoirement pour déterminer le nombre d'établissements dans la strate qui feraient partie du groupe intervention. Un tableau récapitulatif a ensuite été créé pour comparer les deux groupes en fonction des critères de stratification. Certains établissements du groupe intervention ont été échangés avec des établissements du groupe contrôle dans le but de réduire les différences entre les deux groupes.

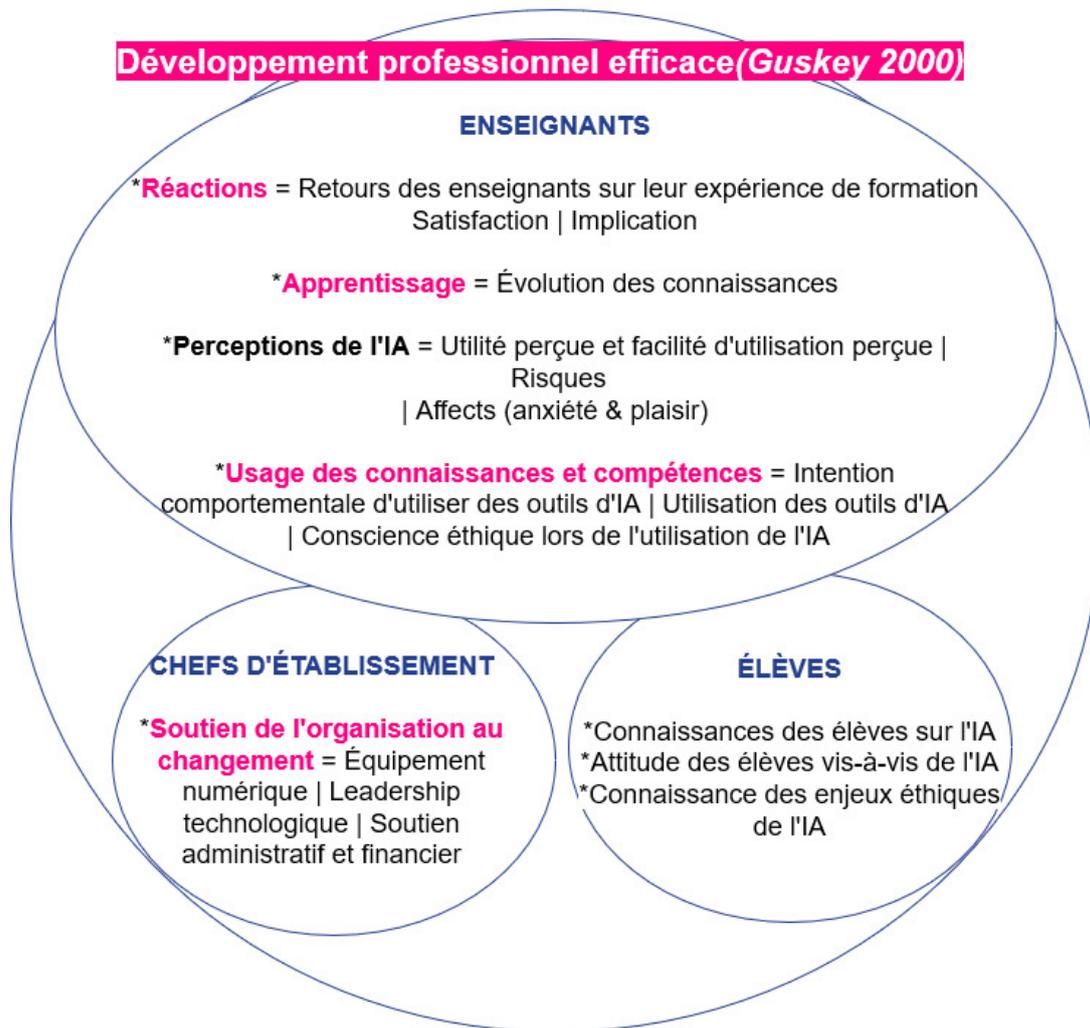
Un sous-ensemble d'établissements au sein du groupe intervention a ensuite été sélectionné pour l'évaluation qualitative. Nous avons d'abord sélectionné des établissements dans lesquels plusieurs enseignants avaient déjà donné leur consentement pour participer à des entretiens enregistrés au début du projet. Nous avons également cherché à sélectionner différents établissements en fonction des critères de randomisation.

2.2 Cadre théorique

AI4T est un projet pionnier sur l'IA dans l'éducation, sujet qui était encore relativement peu exploré aux prémices du projet. Pour définir les questions d'évaluation, l'équipe d'évaluation a adopté un cadre théorique basé sur différents domaines d'expertise, dont l'IA, mais aussi les technologies numériques et l'évaluation du développement professionnel. Plus précisément, nous nous sommes inspirés des travaux de Guskey (2000). Selon Guskey, l'évaluation efficace du développement professionnel nécessite la collecte et l'analyse de cinq niveaux essentiels d'information : (1) les réactions des participants, (2) l'apprentissage des participants, (3) le soutien et le changement organisationnel (4) l'utilisation par les participants de nouvelles connaissances et compétences, et (5) les acquis d'apprentissage des élèves.

Pour chaque niveau, nous avons créé des indicateurs, adaptés à partir d'échelles existantes, que nous avons testés pendant la phase pilote du projet. Les échelles étaient basées sur le format Likert et comprenaient généralement sept options de réponse pour les enseignants et cinq pour les élèves. Les options de réponse ont été choisies conformément aux recommandations de Casper *et al.* (2019) afin de garantir des intervalles égaux entre chaque option.

Figure 2 : Cadre théorique de l'évaluation du parcours de formation continue AI4T



Les réactions des participants ont été évaluées en mesurant l'implication et la satisfaction des participants à l'égard du parcours de formation continue. L'échelle **d'implication** a été adaptée à partir de Deng *et al.* (2020). Le niveau d'implication à l'égard du parcours de formation continue a été mesuré en se basant sur les liens comportementaux, cognitifs, sociaux et émotionnels que les participants ont noués avec le contenu de la formation, les formateurs et les autres participants. L'implication comportementale correspond aux actes observables des participants, comme la prise de note, tandis que l'implication cognitive correspond à l'investissement cognitif des participants dans le processus d'apprentissage. L'implication sociale fait référence à la fois aux interactions entre participant et formateur et entre les participants, tandis que l'implication émotionnelle porte sur les liens émotionnels avec le parcours de formation continue (plaisir, intérêt, etc.). L'échelle de satisfaction a été adaptée à partir de Yenneck (2014). Yenneck a identifié les dimensions clés de la satisfaction, telles que la satisfaction vis-à-vis de l'utilité perçue de la formation qui ont un impact sur les bénéfices de la formation et les changements dans la pratique de l'enseignement qui en découlent. Pour les deux échelles, il a été demandé aux participants d'indiquer s'ils sont d'accord ou non avec une liste d'affirmations sur une échelle de Likert allant de « pas du tout d'accord » à « tout à fait d'accord ». Les réponses ont ensuite été converties en scores de 1 à 7.

La mesure de l'apprentissage des participants s'est appuyée sur le contenu du MOOC AI4T et des rapports complémentaires sur l'IA (Commission européenne, 2019 ; Samoili et al., 2020 ; Fengchun et al., 2021). Des experts de l'IA dans l'éducation internes et externes au consortium ont été consultés pour examiner les questions et leur interprétation. Pour mesurer l'apprentissage des participants, nous leur avons demandé d'évaluer leurs propres connaissances de l'IA, d'indiquer leur niveau de familiarité avec les technologies d'IA, de répondre à des questions vrai/faux sur le fonctionnement de l'IA et de mentionner des outils contenant de l'IA. Nous leur avons également demandé, par le biais de questions ouvertes, de donner une définition de l'IA et de citer un outil basé sur l'IA qui pourrait être utilisé à des fins pédagogiques.

Des données sur le **soutien de l'organisation au changement** ont été collectées auprès des chefs d'établissement. Guskey recommande d'évaluer si les politiques et les caractéristiques de l'organisation sont compatibles avec la mise en œuvre des changements envisagés. Pour aborder l'intégration de l'IA, l'équipe d'évaluation s'est intéressée à l'équipement numérique et au leadership technologique au sein des établissements. L'accès à l'équipement numérique est parfois décrit comme la première barrière à l'intégration des technologies, tandis que les croyances des enseignants constituent une barrière de second-ordre (Ertmer *et al.*, 2012). L'infrastructure technologique est un prérequis pour intégrer les technologies dans les pratiques pédagogiques. La deuxième variable mesurée, le leadership technologique, a été développée par Anderson et Dexter (2005). Dans leur modèle de leadership technologique, Anderson et Dexter citent plusieurs indicateurs, comme l'utilisation des technologies par les chefs d'établissement eux-mêmes. Ils soulignent l'importance pour les chefs d'établissement de montrer l'exemple en utilisant eux-mêmes les technologies, afin d'encourager leur utilisation dans l'ensemble de l'établissement. Les indicateurs suivants sont le nombre de jours que les chefs d'établissement passent à la planification, la maintenance et l'administration des technologies, ainsi que l'existence de règles déontologiques relatives à l'utilisation des technologies au sein de l'établissement. Nous avons utilisé ces indicateurs pour évaluer si le contexte de l'établissement était favorable à l'intégration de l'IA. Shattuck (2009) mettant en avant l'importance pour les chefs d'établissement de soutenir une vision alignée sur celle des enseignants en matière d'intégration des technologies, nous avons également pris en compte dans nos mesures la vision du chef d'établissement quant à la priorité donnée à l'intégration de l'IA. Enfin, nous avons évalué le soutien administratif et financier accordé aux enseignants pour leur participation au parcours de formation continue.

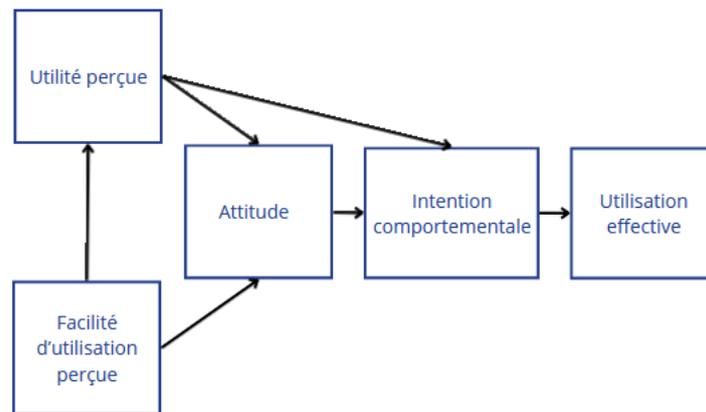
Étant donné le contexte spécifique du projet, qui vise à modifier les **perceptions des enseignants à l'égard de l'IA** et à encourager l'intégration des outils d'IA en classe, la mesure de **l'utilisation des connaissances et des compétences des participants** a été largement développée en incorporant au cadre le *technology acceptance model*³ (TAM) (Davis, 1989), décrit par Scherer et al. (2019, p. 4) de la manière suivante :

Dans la littérature, cette question revient à maintes reprises sur le devant de la scène : quelles variables déterminent l'intégration des technologies dans l'éducation ? Mesurer l'acceptation des technologies par l'utilisateur est une façon de déterminer les intentions des enseignants concernant l'utilisation des nouvelles technologies dans leur pratique pédagogique. Ces dernières décennies, une série de modèles a été proposée pour décrire le mécanisme sous-jacent et les facteurs affectant l'adoption des technologies. [...] Malgré la variété des modèles, le TAM domine le paysage de la recherche, étant le plus utilisé pour décrire les intentions d'utilisation et l'utilisation effective des technologies⁴.

³ Modèle d'acceptation des technologies

⁴ La citation a été traduite pour ce rapport.

Figure 3 : *Technology Acceptance Model* développé par Davis *et al.* (1989)



Ce modèle se fonde sur deux variables principales, « la facilité d'utilisation perçue » et « l'utilité perçue », qui déterminent l'intention comportementale d'utiliser et l'utilisation effective d'une technologie. L'équipe d'évaluation a adapté l'échelle originale de Davis *et al.* (1989) pour mesurer la « facilité d'utilisation perçue de l'IA ». Pour mesurer l'utilité perçue de l'IA, nous avons créé des items spécifiques à la profession d'enseignant, qui nous ont permis d'obtenir des informations sur les pratiques d'enseignement spécifiques (identifiées par Tricot, Cnesco, 2020) pour lesquelles les enseignants considéraient que l'IA était la plus utile. Afin de contrebalancer le concept positif « d'utilité perçue », nous avons également étudié les réponses des participants sur les « risques » posés par l'IA, en fonction d'éléments identifiés par Schiff (2021) et Remian (2019).

Certaines versions du TAM intègrent également le concept « d'attitude », dont la définition et la portée varient selon les auteurs (Njiku, 2019). Nous avons accordé un intérêt particulier à l'une des sous-dimensions de l'attitude, à savoir les « affects ». Les affects liés à l'IA occupent une place prépondérante dans la littérature sur l'IA (Wang et Wang, 2019 ; Cave *et al.*, 2019) ; ils présentent également un intérêt pour les partenaires du projet AI4T, et peuvent avoir un impact sur l'utilisation des technologies (Février *et al.*, 2011). Nous avons par conséquent mesuré l'anxiété liée à l'IA en adaptant les items de l'échelle de Wang et Wang portant sur cette thématique (2019), et le plaisir lié à l'IA en générant des items basés sur des échelles existantes sur le plaisir associé à l'utilisation des ordinateurs (Christensen & Knezek, 2009 ; Noiwan *et al.*, 2005).

Les **intentions comportementales d'utiliser l'IA** et **l'utilisation effective de l'IA** ont toutes deux été mesurées conformément au TAM. Nous avons en outre caractérisé les types d'utilisation en posant des questions sur la fréquence d'utilisation, les outils utilisés et les tâches réalisées avec les outils. Enfin, nous avons mesuré la conscience éthique des participants lors de l'utilisation de l'IA en employant des items issus de sous-échelles sur l'éthique dans l'échelle de maîtrise de l'IA de Wang *et al.* (2022).

En raison des caractéristiques du parcours de formation continue AI4T — objectifs, durée et contenu — et de la priorité donnée aux enseignants, nous n'avons pas mesuré les acquis d'apprentissage des **élèves**, mais nous avons recueilli à la place des informations contextuelles sur les connaissances, les attitudes et les préoccupations éthiques des élèves à l'égard de l'IA. Nous avons élaboré une échelle d'attitude à l'égard de l'IA, basée sur le concept d'attitude développé par Njiku *et al.* (2019) et sur des échelles existantes relatives à l'attitude à l'égard de l'IA (Shepman & Rodway, 2020 ; Suh & Ahn, 2022). Concernant l'échelle des préoccupations éthiques, nous avons passé en revue la littérature existante pour inclure les principales préoccupations mentionnées dans les recherches actuelles sur l'IA dans l'éducation (Akgun & Greenhow, 2021 ; Commission européenne, 2022 ; Holmes *et al.*, 2021 ; Jang *et al.*, 2022 ; Remian, 2019 ; Schiff, 2021).

2.3 Instruments d'évaluation

L'évaluation de l'intervention AI4T est à la fois quantitative et qualitative. Les données ont été collectées à l'aide de questionnaires et d'entretiens. L'évaluation s'appuie également sur l'analyse complémentaire réalisée par le Loria des traces d'activité des enseignants sur le MOOC. Le protocole et les instruments d'évaluation ont été validés par le Comité d'éthique, de déontologie et d'intégrité scientifique (CEDIS) de l'Université de Nantes.

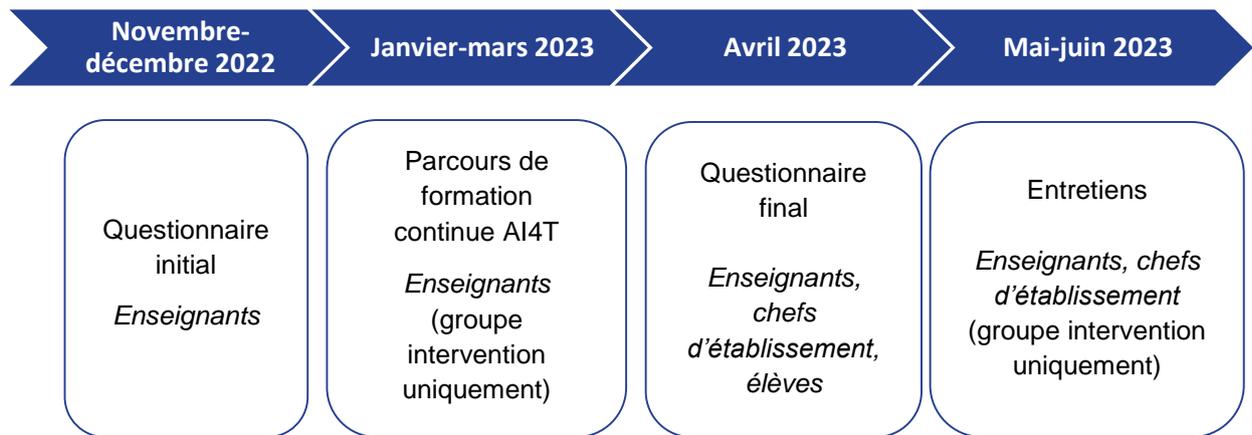
Les enseignants, les élèves et les chefs d'établissement ont répondu à des questionnaires en ligne. Pour mesurer l'impact du parcours de formation continue AI4T sur les enseignants, les enseignants participants ont répondu au questionnaire à deux reprises, une première fois au début et une autre fois à la fin de l'expérimentation. Les chefs d'établissement et les élèves n'ont répondu au questionnaire qu'une seule fois à la fin de l'expérimentation, dans le but de recueillir des informations contextuelles. Afin d'administrer les questionnaires, le ministère français de l'Éducation a envoyé des liens génériques dans les messageries des enseignants et des chefs d'établissement. Un numéro d'évaluation individuel leur a également été fourni, nécessaire pour accéder aux questionnaires. Enfin, les élèves ont répondu au questionnaire en classe, sous la supervision d'un membre du personnel de l'école. Les élèves d'une même classe ont utilisé le numéro d'évaluation attribué à leur enseignant.

Les questionnaires destinés aux enseignants portaient sur leurs connaissances, leurs perceptions et leur utilisation de l'IA. Dans le questionnaire initial, il a été demandé aux enseignants de fournir des informations personnelles telles que leur sexe ou leur nombre d'années d'expérience dans l'enseignement. Dans le questionnaire final, les enseignants qui avaient participé à l'intervention ont répondu à des questions relatives à leur implication et leur satisfaction à l'égard de la formation. Le questionnaire destiné aux chefs d'établissement a été utilisé pour fournir des données sur les caractéristiques générales et l'équipement numérique des établissements, ainsi que sur le soutien administratif et financier mis à disposition pour la formation des enseignants et l'intégration de l'IA en classe. Pour finir, les questionnaires destinés aux élèves abordaient la compréhension qu'ont les élèves de l'IA, leur attitude à l'égard de l'IA et leurs préoccupations éthiques vis-à-vis de l'IA.

Des entretiens en ligne ont été menés avec les enseignants et les chefs d'établissement d'un sous-ensemble d'établissements du groupe intervention. Les entretiens ont eu lieu après que le questionnaire final a été rempli, afin d'éviter de créer un biais chez les participants qui avaient participé aux entretiens.

Les entretiens se sont concentrés sur l'expérience des enseignants dans la formation et avec les outils d'IA. Ils ont abordé les dimensions déjà présentes dans les questionnaires, dans le but d'apporter une meilleure compréhension des réponses des participants. Les enseignants ont également partagé leurs attentes et des pistes de recommandations concernant les politiques relatives à l'IA.

Figure 4 : Calendrier de l'évaluation en France



Des traces d'apprentissage ont été collectées par le Loria. Elles correspondent aux traces numériques laissées par les utilisateurs du MOOC. Ces traces ont été utilisées pour évaluer les niveaux d'implication des utilisateurs à l'égard des supports en ligne (p. ex. via le nombre de clics ou la régularité de visionnage des tutoriels vidéo), et pour identifier des types d'apprenants par le biais d'une analyse par cluster. Un tableau de correspondance a permis d'associer les identifiants des traces d'apprentissage aux identifiants saisis dans l'enquête. Grâce à ce tableau, l'équipe d'évaluation a étudié en quoi l'implication à l'égard du MOOC modulait l'impact de la formation sur les connaissances, les perceptions et l'utilisation de l'IA des enseignants. Des informations complémentaires sur l'analyse des traces d'apprentissage peuvent être consultées dans le rapport *Methodological Framework For Data Collection and Learning Analysis*⁵ (livrable D1.3).

⁵ Cadre méthodologique pour la collecte des données et l'analyse de l'apprentissage.

3. Traitement des données

3.1 Caractéristiques de l'échantillon

La répartition des enseignants de sexes féminin et masculin dans l'échantillon de participants est relativement équilibrée. Par rapport à la population générale enseignante, les enseignantes étaient légèrement sous-représentées dans le présent échantillon, représentant 54,4 % des participants, contre 65,6 % dans l'ensemble des établissements français (Depp, 2022). En outre, l'échantillon était principalement constitué d'enseignants expérimentés. L'expérience moyenne dans l'enseignement dans l'échantillon est de 18,5 ans⁶. Par ailleurs, 55 % de l'échantillon est composé d'enseignants de mathématiques et 40,6 % d'enseignants d'anglais.

Le nombre d'élèves dans l'échantillon est estimé à N=956 par établissement, selon les données collectées à l'aide des questionnaires pour les chefs d'établissement. Cette estimation concorde avec les tailles d'établissement moyennes en France : 1055 élèves dans les lycées généraux, 406 dans les lycées professionnels et 501 dans les collèges⁷. L'indice de position sociale (IPS) permet d'appréhender le statut social des élèves de l'établissement. L'IPS moyen dans l'échantillon est 108, ce qui est légèrement supérieur aux moyennes signalées pour la population générale : 102 pour les élèves de lycées (Le Monde, 2023, 11 janvier) et 105 pour les élèves de collèges (Depp, 2023).

Comme il leur a été demandé, la plupart des enseignants (71,7 %) ont sélectionné une classe de seconde pour participer à l'expérimentation. Le nombre d'élèves par classe, N=27,2, est représentatif du nombre moyen d'élèves par classe dans la population générale⁸.

Tableau 1 : Caractéristiques de l'échantillon

<i>Profils des enseignants</i>		
Sexe	Féminin	54,4 %
	Masculin	43,3 %
	Préfère ne pas répondre	2,2 %
Expérience dans l'enseignement	Nombre moyen d'années d'expérience dans l'enseignement	18,5
Matière enseignée	Mathématiques	55,0 %
	Langues vivantes	40,6 %
	Autre	4,4 %
Caractéristiques des établissements		

⁶ À titre de comparaison, 75 % des enseignants de l'échantillon ont plus de 12 ans d'expérience dans l'enseignement, contre 43 % des enseignants de l'ensemble des lycées généraux en France (Repères et références statistiques, MENJ, 2022).

⁷ Repères et références statistiques, MENJ, 2022.

⁸ À titre de comparaison, le nombre moyen d'élèves par classe dans la population générale est N=30,7 dans les lycées généraux, N=18,3 dans les lycées professionnels et N=27,7 dans les collèges.

<i>Taille de l'établissement</i> ⁹	Estimation du nombre moyen d'élèves	956
<i>Population d'élèves</i>	Indice de position sociale (moyenne)	108
<i>Type d'établissement</i>	Général	61,7 %
	Professionnel	11,1 %
	Polyvalent	9,4 %
	Collège	17,8 %
Caractéristiques des classes		
<i>Classe des élèves</i>	Troisième	17,8 %
	Seconde	71,7 %
	Première	8,9 %
<i>Taille de la classe</i>	Nombre moyen d'élèves par classe	27,2
<i>Proportion d'élèves ayant des difficultés scolaires</i>	Proportion moyenne d'élèves ayant des difficultés scolaires par classe	35,4 %

Il convient de noter que l'échantillon d'enseignants est composé de volontaires. Par conséquent, les enseignants du projet AI4T ont potentiellement un plus grand intérêt pour les technologies numériques. En effet, ils déclarent un haut niveau d'auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe. Le score moyen pour cet indice est de 5,5, ce qui se situe à mi-chemin entre les réponses « généralement d'accord » et « d'accord » aux affirmations positives associées à leur capacité à intégrer les technologies numériques. De plus, 35,9 % des chefs d'établissement ont affirmé que leur établissement avait participé à d'autres études liées aux outils numériques au cours des cinq dernières années, et 9,4 % que leur établissement avait participé à d'autres études liées à l'intelligence artificielle dans les cinq dernières années.

Les 23 enseignants et les cinq chefs d'établissement qui ont participé aux entretiens étaient également des volontaires. Sur les 23 enseignants qui ont participé à l'entretien :

- Neuf sont des femmes et 14 sont des hommes
- Neuf sont des enseignants d'anglais et 14 sont des enseignants de mathématiques
- Neuf étaient en lycée général, quatre en lycée polyvalent et dix en lycée professionnel
- 21 enseignaient à des élèves de seconde et deux enseignaient à des élèves de première
- Tous appartenaient au groupe intervention
- Tous ont confirmé avoir suivi le MOOC, ou au moins une partie
- Tous ont participé aux sessions en présentiel et aux webinaires
- Deux enseignants avaient lu le manuel.

⁹ En raison de la méthode de collecte des données utilisée, le nombre moyen d'élèves a été calculé à partir de la base de données du chef d'établissement. Le taux de réponse des chefs d'établissement étant plus faible, nous ne pouvons donner qu'une estimation du nombre moyen d'élèves.

3.2 Analyse des données

Nettoyage des données

En raison de la méthode de collecte des données permettant qu'un seul participant donne plusieurs réponses, la première étape du processus de nettoyage des données a été d'enlever les doublons identifiés grâce aux numéros d'évaluation des participants. Lorsqu'un seul participant a répondu à un questionnaire plusieurs fois, la réponse la plus complète a été conservée, et si plusieurs réponses ont été données de manière tout aussi détaillée, la première a été conservée. Les réponses incomplètes ont été conservées à partir du moment où le participant avait complété au moins les premières pages. La synthèse du processus de nettoyage des données peut être consulté à l'[annexe A](#).

Les numéros d'évaluation des participants, spécifiques à leur pays, ont fait l'objet de références croisées avec le pays saisi par chaque participant. Très peu d'élèves ont indiqué un pays qui ne correspondait pas à leur numéro d'évaluation. Dans ce cas, le pays a été modifié par l'évaluateur. Aucune divergence entre le numéro d'évaluation et le pays correspondant n'a été détectée dans les questionnaires pour les enseignants et les chefs d'établissement.

Propriétés psychométriques des échelles

Avant de calculer les scores des échelles, les propriétés psychométriques des échelles ont été testées. Le coefficient alpha de Cronbach a été calculé sur l'ensemble des échelles, afin de mesurer la cohérence interne. Pour chaque item, l'équipe d'évaluation a calculé la corrélation entre le total et l'item et le coefficient *alpha si l'item est abandonné*. Les items ont été retirés de l'échelle lorsque leur corrélation avec le total était considérablement plus faible que les autres items et lorsque leur retrait améliorait le coefficient alpha. Une analyse factorielle a ensuite été menée pour chaque échelle. Nous avons utilisé le test de l'éboullis de Cattell pour identifier le nombre de facteurs. D'autres items ont été retirés lorsque nous avons identifié des coefficients de saturation croisés sur plusieurs facteurs. Une synthèse des propriétés psychométriques des échelles peut être consultée à l'[annexe B](#).

Pour calculer les scores, les échelles de Likert ont été converties en chiffres. Les scores de chaque item ont été additionnés, puis divisés par le nombre d'items. La standardisation a été opérée au niveau du pays, sur la base de la moyenne et de l'écart-type du groupe contrôle.

Équilibre des groupes et attrition

Avant de mener l'analyse d'impact, nous avons vérifié que la randomisation avait généré deux groupes comparables. Pour ce faire, nous avons réalisé un test *t* de Student sur les caractéristiques des enseignants et sur les principales variables mesurées au début de l'expérimentation. Des différences significatives entre les deux groupes sont courantes dans de petits échantillons comme c'est le cas ici. Elles n'invalident en rien le processus de randomisation, mais elles renforcent l'importance de prendre en compte des variables de contrôle dans les analyses de régression. Seules deux variables de contrôle ont fait apparaître des différences significatives (le genre et les difficultés scolaires des élèves) et deux variables principales (identification comme IA d'outils principalement basés sur l'IA ; intention d'utiliser l'IA). Les résultats de ces analyses peuvent être consultés à l'[annexe C](#).

La comparabilité des deux groupes dépend également de l'attrition tout au long de l'expérimentation. Une différence dans les taux de réponse entre les deux groupes pourrait conduire à des différences observables et non observables. Le Tableau 2 présente les taux de réponse pour chaque groupe.



Tableau 2 : Taux de réponse pour chaque type de participant

	Groupe contrôle	Groupe intervention
Taux de réponse des enseignants	69,6 %	71,5 %
<i>(Pourcentage d'enseignants ayant répondu aux deux questionnaires)</i>		
Taux de réponse des chefs d'établissement	57,4 %	48,3 %
Taux de réponse des classes	16 %	24,6 %

Pour les enseignants, l'attrition est d'environ 30 %. La différence d'attrition entre les deux groupes est faible (inférieure à 2 %). Ces chiffres confirment la comparabilité des deux groupes.

Le taux de réponse est faible pour le questionnaire destiné aux chefs d'établissement et très faible pour le questionnaire destiné aux élèves. Il est apparu que le recrutement avait été, pour une grande part, réalisé directement avec les enseignants. Le faible taux de réponse des chefs d'établissement peut être dû à une implication moindre dans le projet. Le faible taux de réponse des élèves peut être dû à des difficultés pratiques pour administrer le questionnaire en classe à la fin de l'année scolaire.

Conformité à la randomisation

Dans le questionnaire final (administré en mars 2023), les enseignants ont indiqué s'ils avaient eu accès à l'intervention AI4T. Les résultats montrent que la randomisation a été réussie, seuls 5 % des enseignants n'étaient pas dans le groupe qui leur avait été attribué à l'origine.

Des détails complémentaires sur leur implication effective dans le parcours de formation continue peuvent être consultés dans la partie [Suivi de la formation](#).

Analyse des données qualitatives

Les entretiens avec les enseignants et les chefs d'établissement ont été réalisés avec Microsoft Teams. Les participants ont donné leur consentement pour être interviewés et enregistrés. Le logiciel NVivo a été utilisé pour transcrire les enregistrements. Chaque enregistrement a ensuite été édité pour éliminer les erreurs.

L'équipe de recherche a élaboré deux grilles d'analyse, une pour les entretiens avec les enseignants et une autre pour les entretiens avec les chefs d'établissement. Ceci a été fait pour garantir la comparabilité des données issues des entretiens dans l'ensemble des pays participants. Les grilles s'appuyaient sur les objectifs de la recherche, le cadre théorique et les grilles de questions des entretiens. Elles ont été testées sur un petit échantillon d'entretiens et amendées le cas échéant.

À l'aide du logiciel NVivo, chaque transcription a ensuite été relue individuellement, en attribuant des étiquettes (ou des « codes ») à chaque bloc de données (voir [annexe D](#) pour des exemples).

Enfin, un résumé de chaque entretien a été sauvegardé dans un document Excel. Ces informations ont été utilisées pour illustrer, appuyer et expliquer les données du questionnaire, ainsi que pour leur apporter un nouvel éclairage.

Les questions ouvertes ont également été traitées comme des données qualitatives. Les grilles analytiques ont été élaborées conjointement avec les autres équipes d'évaluation.

4. Résultats concernant les enseignants

4.1 Réactions des enseignants à l'égard du parcours de formation continue

Attentes vis-à-vis de la formation

Dans le questionnaire de fin d'expérimentation, les enseignants ont indiqué leurs **attentes à l'égard du parcours de formation continue** par le biais d'entretiens et d'une question ouverte. Lors des entretiens, de nombreux participants ont exprimé leur enthousiasme initial pour participer à une formation sur l'IA et ont mentionné le fait qu'on parle beaucoup de l'IA dans la société actuelle, y compris dans les établissements scolaires :

Enseignant 0517_2 – extrait d'entretien : *On entend beaucoup parler d'intelligence artificielle depuis quelques temps donc ça tombait plutôt bien.*

Enseignant 0523 – extrait d'entretien : *J'étais très emballé de participer à cette expérience puisque j'enseigne aussi dans l'informatique, la nouvelle discipline NSI. Et donc j'étais emballé par l'intérêt de l'intelligence artificielle.*

Dans leur réponse à la question ouverte sur leurs attentes, **53,8 %** des enseignants ont mentionné qu'ils **s'attendaient à avoir de l'aide pour utiliser les outils d'IA**. Les enseignants ont affirmé vouloir « découvrir », « se familiariser avec » ou « tester » les outils d'IA. Nombre d'entre eux ont insisté sur la nécessité d'une aide « pratique » avec des « exemples d'utilisation ». Ils ont mentionné qu'ils voulaient des outils d'IA qui soient « directement utilisables en classe ».

40,7 % des enseignants ont mentionné s'attendre à en **apprendre davantage sur l'IA** et qu'ils voulaient « découvrir l'IA » ou « mieux comprendre ce qu'est véritablement l'IA ». De nombreuses réponses ont mentionné l'apprentissage de l'IA à des fins pédagogiques plus spécifiquement. Ils voulaient en savoir plus sur les « difficultés » et les « avantages » d'utiliser l'IA dans l'éducation. Quelques enseignants ont indiqué qu'ils s'attendaient à en apprendre sur les aspects techniques, notamment « comment l'IA fonctionne ». Les commentaires recueillis lors des entretiens illustrent ces deux attentes principales :

Enseignant 0608_1 – extrait d'entretien : *Celui-ci me semblait intéressant au départ, pas forcément pour les connaissances, mais plus pour savoir comment je pouvais être guidée, pour réussir à trouver des idées de pratiques pédagogiques pour utiliser cet outil-là.*

Enseignant 0530_2 – extrait d'entretien : *En fait, l'idée, c'était d'aller rechercher des informations que j'étais loin de détenir. L'intelligence artificielle pour moi, ce n'était pas forcément quelque chose de bien clair dans ma tête. Je voyais un peu ce que c'était, mais si vous voulez, je ne voyais pas forcément les possibilités d'exploitation dans notre métier.*

Les enseignants ont ensuite **indiqué si le parcours de formation continue avait répondu à leurs attentes**. **8,8 %** des enseignants ont répondu « complètement », **36,3 %** « en grande partie », **48,4 %** « un peu » et **5,5 %** « pas du tout ». Des éléments expliquant ces résultats sont fournis dans la partie sur la [Satisfaction](#).

Suivi de la formation

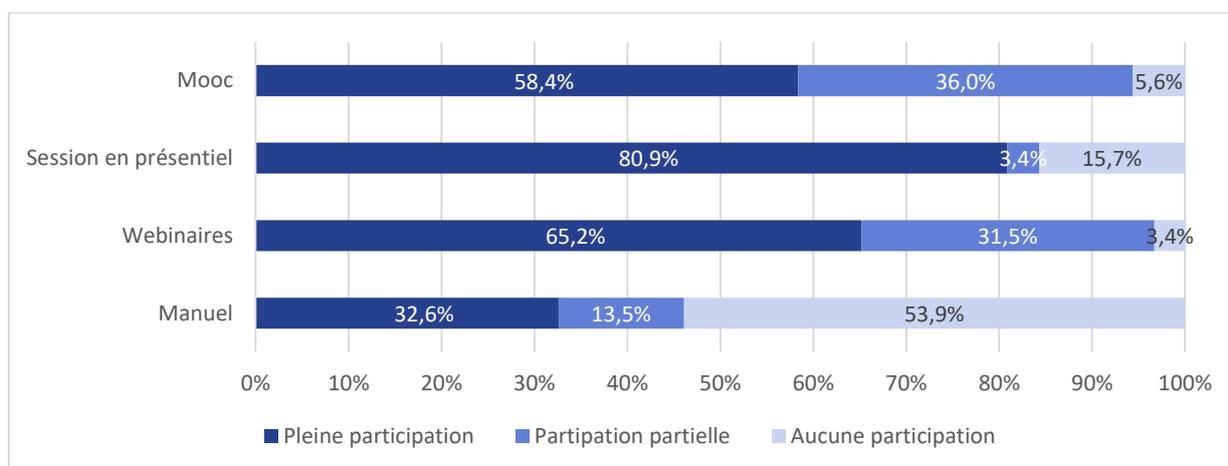
La plupart des enseignants ont participé au MOOC, aux webinaires et aux sessions en présentiel. En effet, 94,5 % des enseignants ont affirmé qu'ils avaient, au moins partiellement, suivi le MOOC, et 58,5 % qu'ils l'avaient suivi entièrement. Concernant les autres parties du parcours, 96,7 % des enseignants ont indiqué qu'ils avaient, au moins partiellement, participé aux webinaires, et 80,9 % qu'ils avaient entièrement participé à la session en présentiel. Toutefois, seuls 45,1 % des enseignants ont affirmé qu'ils avaient, au moins partiellement, lu le manuel. Il convient de noter que le manuel n'était pas un élément obligatoire du parcours de formation continue français. Par conséquent, le manuel n'a

été mis en avant que pendant les étapes initiales du projet. L'accès au manuel a été fourni par un lien dans le MOOC et il a été présenté comme une ressource complémentaire. Un webinaire pour présenter le manuel a été organisé au milieu du mois de mars, seulement une semaine avant le dernier questionnaire d'évaluation. Lors des entretiens, certaines personnes ont en effet confirmé qu'elles n'avaient pas entendu parler du manuel.

Enseignant 0524_2 – extrait d'entretien : *Le livret, ça me dit rien du tout. Donc bon, je sais pas quoi répondre là-dessus.*

Enseignant 0516_1 – extrait d'entretien : *Ça ne me parle plus. J'ai pas dû le regarder en profondeur... Je l'ai peut-être parcouru à un moment donné, mais là, comme ça, je n'en ai pas gardé trace*

Figure 5 : Participation des enseignants du groupe intervention aux différentes parties du parcours de formation continue



Peu de participants ont signalé des obstacles qui auraient entravé leur participation au parcours de formation continue : seuls **6,6 %** ont mentionné un manque d'équipement, **11 %** ont signalé un manque d'espace de travail pour suivre la formation en ligne, **11 %** ont mentionné des bugs au niveau des ressources en ligne, et **3,3 %** ont signalé un manque de soutien de la part de leur établissement.

Les participants ont fait preuve d'un **niveau modéré d'implication comportementale et cognitive** avec un score moyen respectif de **4,66** et **4,74** (sur une échelle de 1 à 7). Les participants ont également montré un **niveau d'implication sociale faible**, avec un score moyen de **3**, mais un **niveau d'implication émotionnelle plutôt élevé**, avec un score moyen de **5,55**.

Une analyse plus détaillée de l'implication des participants à l'égard du MOOC spécifiquement a été menée par le Loria. Le Loria a recensé 79 enseignants français qui ont laissé des traces d'apprentissage sur le MOOC et qui pouvaient être reliés à une réponse au questionnaire (à titre de comparaison, il y avait 93 enseignants dans le groupe intervention). Ils peuvent être classés en deux types de participants. Le premier type, comprenant 39 enseignants, présente en moyenne un niveau élevé d'achèvement de la formation (0,80) et de performance (0,77) et un niveau modéré d'implication (0,51). Le second type, comprenant 36 enseignants, présente en moyenne un niveau modéré à faible d'achèvement de la formation (0,45), un niveau faible d'implication (0,21) et un niveau modéré de performance (0,59). Les quatre utilisateurs restants n'ont pas pu être classés dans un des deux groupes (valeur aberrante).

Satisfaction vis-à-vis de la formation

Dans cette partie, nous présentons d'abord **les retours généraux des enseignants** sur le parcours de formation continue, avant de nous concentrer sur les **retours des enseignants sur chaque partie du parcours** (c'est-à-dire la session en présentiel, le MOOC, le manuel et les webinaires).

Les enseignants ont indiqué s'ils étaient d'accord avec des affirmations sur l'**utilité de la formation AI4T pour leur travail**. Les enseignants ont attribué un score moyen de **4**, qui correspond à la réponse « **ni d'accord ni pas d'accord** ». En effet, **51,6 %** des enseignants sont d'accord avec le fait que la formation AI4T leur a permis d'améliorer leurs compétences professionnelles et seuls **30,8 %** que cette expérience a eu une grande valeur pratique pour leur travail. Les commentaires généraux sur le parcours de formation continue dans les entretiens et les questions ouvertes ont montré que les enseignants ont trouvé le parcours **instructif**, mais **pas suffisamment orienté sur la pratique**. Lors des entretiens, les personnes interrogées ont indiqué être déçues par le fait que certains outils pédagogiques aient été décrits trop rapidement, n'étaient pas adaptés à leurs besoins ou n'étaient pas conformes au RGPD et que trop peu de temps avait été passé sur la manipulation des outils.

Enseignant 0608_1 – extrait d'entretien : *Il nous a même été présenté des projets, des embryons de projets, mais qui n'étaient pas encore réellement actifs et qu'on ne pouvait pas utiliser. [...] Mais on a aussi vu des choses que l'on n'avait pas vues, notamment les outils, etc. Mais c'est arrivé un petit peu tard en fait dans l'année. Ce que j'aurais trouvé plus intéressant, c'est d'avoir tout de suite des outils : 'aller tester ça et puis voyez un peu ce que ça donne'. Finalement, je me suis retrouvé à utiliser des choses que j'utilisais déjà.*

Enseignant 0523 – extrait d'entretien : *Donc, pour situer le premier webinaire, vous êtes en décembre et c'est là qu'on nous a présenté la plateforme Kwyk et puis Vocacoach pour les collègues d'anglais. Mais du coup, moi, j'ai commencé à utiliser cette plateforme début janvier, mais on n'avait pas de directives. En fait, c'était un peu débrouillez-vous.*

Enseignant 0524_3 – extrait d'entretien : *Mais du coup en termes d'outils à redonner aux élèves et pour s'en servir tous les jours, ou en tout cas d'outils autorisés par l'Education Nationale... On a parlé de ChatGTP, de choses comme ça, mais c'est un peu délicat de l'utiliser. On n'a pas vraiment découvert un outil qu'on peut bien utiliser, autorisé par tout le monde encore je crois.*

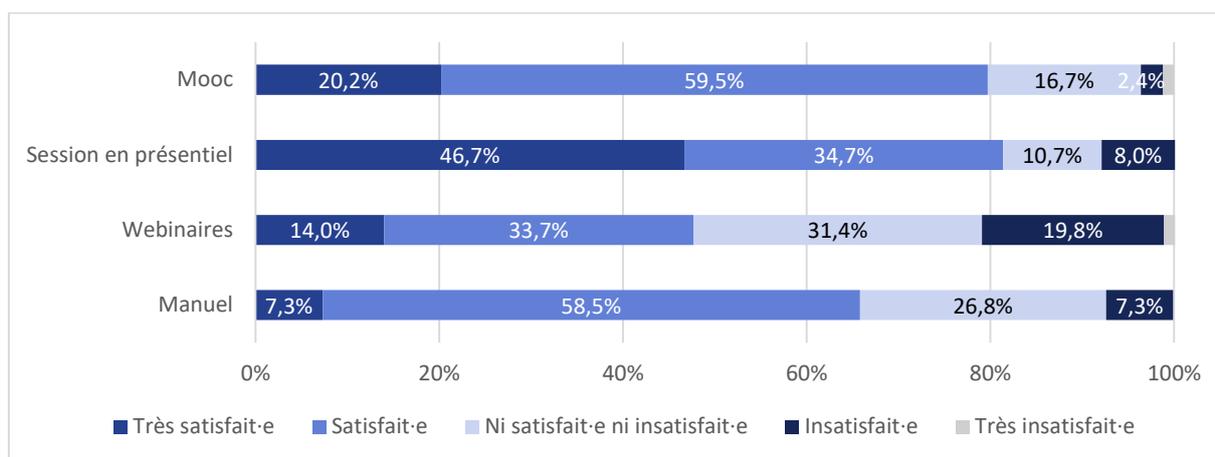
Enseignant 0612_2 – extrait d'entretien : *Je comprends tout à fait l'aspect 'initier' un petit peu sur ce qu'est l'IA et ainsi de suite, mais à un moment donné, ça devenait trop dense et trop d'informations pour la cible que je représente, à savoir l'enseignant qui lui, a la préoccupation de qu'est-ce que je peux mettre en place aujourd'hui au sein de ma classe afin de réduire l'hétérogénéité que je constate, afin de favoriser des parcours individualisés afin de répondre à des demandes concrètes*

Sur le sujet de la satisfaction, les enseignants ont également répondu à des questions sur leurs interactions au sein du parcours de formation continue. Il semble que les enseignants n'aient **pas eu suffisamment d'interactions avec les autres apprenants**. Seuls **47,3 %** sont au moins généralement d'accord avec le fait que « les activités et la façon dont le contenu était enseigné leur ont permis de partager leurs expériences professionnelles avec d'autres participants ». Ils ont en revanche paru **satisfaits de l'équipe pédagogique**, **80 %** des enseignants sont au moins généralement d'accord avec le fait que « **l'équipe pédagogique a été très réactive aux questions des participants** ». Enfin, les enseignants ont généralement **apprécié l'approche d'apprentissage hybride**.

Enseignant 0516_3 – extrait d'entretien : *Je suis plutôt pour l'hybride. [...] Je veux dire, le présentiel, il a des avantages, mais il a des inconvénients. Et le MOOC m'a permis de le faire à des moments complètement creux, personnels, quand je veux, je m'arrête un moment, etc. Oui, l'hybride c'est de loin la meilleure chose. Moi je suis convaincu.*

Si l'on s'intéresse aux différentes parties du parcours, nous observons une différence de satisfaction entre les sessions en présentiel et le MOOC d'un côté, pour lesquels les niveaux de satisfaction sont élevés — respectivement 80,8 % et 79,8 % sont « satisfaits » ou « très satisfaits » de ces éléments — et le manuel et les webinaires, de l'autre, pour lesquels des niveaux de satisfaction plus faibles ont été constatés — respectivement 64,4 % et 46,6 %.

Figure 6 : Satisfaction des enseignants à l'égard du parcours de formation continue



Les réponses aux questions ouvertes ont révélé que les enseignants ont **particulièrement apprécié les sessions en présentiel**, en raison des interactions avec leurs pairs et avec les formateurs. Selon de nombreuses personnes interrogées en entretien, les sessions en présentiel étaient également plus orientées sur la pratique, et mieux adaptées à la diversité des besoins des enseignants, même si certains participants auraient aimé qu'elles soient encore plus axées sur la pratique.

Enseignant 0612_1 – extrait d'entretien : *Après le présentiel était chouette aussi parce qu'il nous a permis de rencontrer des collègues et de discuter un petit peu.*

Enseignant 0628 – extrait d'entretien : *Alors avec une très nette préférence pour le présentiel, c'est vraiment ce qui était le plus enrichissant, le plus intéressant, le plus motivant. [...] Après, même dans le présentiel, on n'a pas fait d'activités qui étaient pour moi adaptables en classe.*

Les enseignants ont déclaré dans les questions ouvertes qu'ils étaient **satisfaits du MOOC**, car il était « pédagogique », « intéressant » et « très instructif ». Lors des entretiens, de nombreux participants ont également indiqué avoir apprécié la flexibilité du format, et seuls quelques participants n'ont pas aimé l'apprentissage autonome en ligne. Bien que certains participants aient apprécié l'aspect ludique de certains contenus, d'autres l'ont trouvé trop long.

Enseignant 0516_2 – extrait d'entretien : *Le MOOC, je l'ai trouvé intéressant [...]. Je trouvais ça assez ludique [...] c'était plaisant et bien fait.*

Enseignant 0516_1 – extrait d'entretien : *Quand on suit sur la plateforme en ligne, on a la possibilité de le faire à son rythme, de regarder les choses plusieurs fois.*

Enseignant 0530_2 – extrait d'entretien : *Suivre un cours devant un ordinateur, quelques fois j'ai un peu de mal. Quand c'est trop long, je décroche. Et c'est vrai aussi que dans ce MOOC, il y avait énormément d'informations à prendre. Donc j'en ai pris, mais à un moment donné, je pense qu'il y a une certaine forme de saturation.*

Peu d'enseignants ont lu le manuel et fait part de commentaires le concernant. Les quelques retours positifs sont liés aux exemples pratiques figurant dans le manuel, sa structure et les informations qu'il contient. D'autres enseignants ont été déçus que le manuel soit encore en cours d'élaboration.

Enseignant 0623 – extrait d'entretien : *Par contre, lui, je l'ai lu en long et en large [...]. Mais il y avait des parties qui étaient marquées en développement où des fois ça laisse entendre qu'il y avait comme des fiches de travail à destination des élèves. Je n'ai pas pu avoir accès à ça parce que soit ce n'était pas ouvert, ou soit c'est en cours de finalisation ou quelque chose comme ça*

Enfin, **la plupart des enseignants sont insatisfaits des webinaires.** Bien que certains enseignants aient fait l'éloge des webinaires parce qu'ils les ont trouvés instructifs et ont permis aux participants de

poser des questions, d'autres les ont jugés « redondants ». Les enseignants ont également critiqué le mauvais timing et le manque d'utilisation pratique.

Enseignant 0517_2 – extrait d'entretien : *J'ai trouvé un peu dommage le deuxième webinaire, en fait, parce que je trouvais que c'était une redite du MOOC.*

Enseignant 0522 – extrait d'entretien : *Les webinaires étaient vraiment animés par des gens qui étaient finalement plus des théoriciens de l'intelligence artificielle plutôt que des praticiens de terrain avec des élèves face à eux et qui auraient pu nous faire un retour sur comment ils s'en servent devant les élèves.*

Enseignant 0612_1 – extrait d'entretien : *C'était un peu difficile pour nous, c'était souvent en fin de journée. Déjà, il fallait pouvoir être là. Moi, je suis un établissement où, quand même je suis assez loin donc j'ai un peu de trajet, c'était un peu compliqué.*

Enseignant 0516_1 – extrait d'entretien : *Le fait d'avoir des webinaires sur ces sujets-là par la suite, ça nous permet d'avoir des informations supplémentaires et de poser des questions qu'on avait pu noter entre guillemets auparavant.*

L'équipe d'évaluation a observé que la plupart des enseignants étaient impliqués dans toutes les parties du parcours de formation continue, à l'exception du manuel qui a obtenu un niveau plus faible d'achèvement. Les enseignants ont fait l'éloge du format hybride, soulignant leur satisfaction à l'égard des sessions en présentiel, qui ont facilité les interactions et fourni des informations pratiques, ainsi que du MOOC qui a rendu possible l'apprentissage à son rythme. Ils ont été moins satisfaits des webinaires, qui ont été jugés redondants et trop théoriques. Malgré les sessions en présentiel, il semblerait qu'il y ait eu un manque général d'occasions d'interagir entre pairs. Par ailleurs, le parcours de formation continue n'a pas répondu pleinement aux attentes des enseignants. Alors que les enseignants ont globalement apprécié les supports qu'ils ont trouvés instructifs et de haute qualité, ils ont été déçus par le manque d'applications pratiques.

4.2 Apprentissage des enseignants

Connaissance de l'IA au début de l'expérimentation

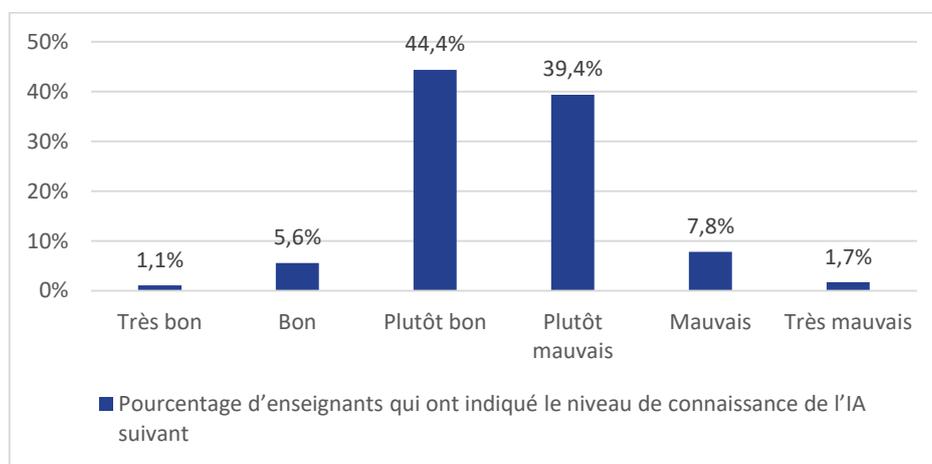
Au début de l'expérimentation, les enseignants ont évalué par eux-mêmes leur connaissance de l'IA. La plupart des enseignants ont indiqué avoir un **niveau moyen de connaissance**, avec **83,8 %** des enseignants répondant « plutôt mauvaise » ou « plutôt bonne ».

Il a été demandé aux enseignants de donner une définition de l'IA. De nombreuses réponses se fondent sur des notions comme « l'IA est un type de logiciel » (41,7 %) ou « l'IA répond à des objectifs » (32,8 %). Les propriétés spécifiques à l'IA, telles que « l'IA imite l'intelligence humaine » (20,6 %) ou « l'IA apprend » (21,1 %), sont moins fréquentes. Enfin, le type d'information le moins mentionné concerne le fonctionnement de l'IA, par exemple « l'IA collecte des données » (6,1 %), « l'IA traite des données » (16,7 %) et « l'IA prend des décisions (10,6 %) ». Peu d'enseignants ont fourni une réponse détaillée. Seuls 16,7 % ont mentionné plus de deux des éléments listés ci-dessus.

Le niveau de familiarité des enseignants avec les différentes technologies d'IA, comme « l'apprentissage machine » et les « réseaux de neurones », a été mesuré sur une échelle de 1 à 5. Les enseignants ont eu tendance à signaler un **faible niveau de familiarité avec les technologies contenant de l'IA**, avec un score moyen de **2,07**.

De nombreux enseignants semblaient ne pas connaître les outils d'IA conçus pour l'éducation. **45,6 %** des enseignants n'ont pas su **donner le nom d'un outil pédagogique d'IA** et seuls 12,8 % ont donné le nom d'un outil spécifique pouvant être considéré comme de l'IA. Cependant, **lorsque des outils d'IA leur ont été présentés et qu'il leur a été demandé (à l'aide de trois niveaux de confiance) s'ils pensaient que ces outils se basaient sur l'IA, la plupart des enseignants ont donné les bonnes réponses.** Sur une échelle de 1 à 6, le score moyen est de **4,65**, approchant le niveau de confiance « Je pense que oui ». Il a également été demandé aux enseignants de juger des outils qui ne sont pas principalement basés sur l'IA, comme les tableurs, les diaporamas, les quiz interactifs et les espaces numériques de travail. Cependant, en raison de l'évolution rapide des technologies, il n'a pas toujours été possible de déterminer si ces outils contenaient ou non de l'IA. Le questionnaire initial a montré qu'il était difficile pour les enseignants comme pour les experts de distinguer les outils numériques normaux des outils d'IA et, par conséquent, d'interpréter les résultats.

Figure 7 : Niveau de connaissance de l'IA indiqué par les enseignants au début de l'expérimentation



Impact

Le parcours de formation continue AI4T a eu un impact significatif sur plusieurs variables utilisées pour mesurer l'apprentissage des enseignants Il a eu un effet important sur :

- leur familiarité avec les technologies d'IA : **+124 % d'écart-type,**
- leur confiance dans leur capacité à reconnaître l'IA dans les outils d'IA : **+87 % d'écart-type,**
- l'auto-évaluation de leurs connaissances de l'IA : **+60 % d'écart-type.**

L'effet n'a en revanche pas été significatif sur les connaissances liées au fonctionnement de l'IA. Il n'est pas surprenant que l'impact ait été plus faible sur les connaissances liées au fonctionnement de l'IA, car cela nécessite un niveau d'expertise plus élevé. L'impact sur l'identification de l'IA dans des outils qui ne sont pas principalement basés sur l'IA n'a pas non plus été significatif. Comme expliqué précédemment, les changements sur cette variable seraient difficiles à interpréter en raison de la difficulté à identifier les bonnes et mauvaises réponses.

Tableau 3 : Impact de l'intervention sur les connaissances des enseignants

	<i>Auto-évaluation des connaissances sur l'IA</i>	<i>Connaissance du fonctionnement de l'IA</i>	<i>Familiarité avec les technologies d'IA</i>	<i>Identification de l'IA dans des outils principalement basés sur l'IA</i>	<i>Identification de l'IA dans des outils qui ne sont pas principalement basés sur l'IA</i>
<i>Randomisation</i>	-0,138 (0,128)	-0,217 (0,152)	-0,117 (0,143)	-0,485*** (0,162)	-0,147 (0,142)
<i>Temps</i>	0,108 (0,129)	0,213 (0,152)	0,134 (0,143)	0,206 (0,163)	0,044 (0,143)
<i>Genre (1=masculin)</i>	0,222** (0,105)	0,232* (0,124)	0,324*** (0,116)	0,311** (0,132)	-0,215* (0,116)
<i>Expérience dans l'enseignement</i>	-0,006 (0,005)	-0,012* (0,006)	-0,007 (0,006)	0,003 (0,007)	0,008 (0,006)
<i>Matière = langues vivantes</i>	0,0005 (0,231)	0,439 (0,273)	-0,204 (0,257)	0,405 (0,292)	0,226 (0,256)
<i>Matière = mathématiques</i>	0,079 (0,228)	0,426 (0,270)	0,087 (0,254)	0,067 (0,288)	-0,208 (0,253)
<i>Type d'établissement = collège</i>	-0,266** (0,129)	-0,144 (0,153)	-0,366** (0,144)	0,023 (0,163)	0,186 (0,143)
<i>Type d'établissement = autre type d'établissement</i>	-0,040 (0,160)	0,005 (0,189)	-0,056 (0,178)	0,172 (0,202)	0,275 (0,177)
<i>Type d'établissement = professionnel</i>	-0,141 (0,166)	0,120 (0,196)	0,008 (0,185)	0,006 (0,210)	0,496*** (0,184)
<i>Auto-efficacité pour intégrer les</i>	0,377*** (0,049)	0,091 (0,058)	0,384*** (0,055)	0,126** (0,062)	-0,120** (0,055)

technologies en classe					
IPS	-0,002 (0,003)	0,0003 (0,004)	0,002 (0,004)	0,003 (0,004)	0,004 (0,004)
Intervention	0,602*** (0,180)	0,323 (0,213)	1,241*** (0,201)	0,873*** (0,228)	0,320 (0,199)
Constante	-1,797*** (0,553)	-0,793 (0,653)	-2,205*** (0,616)	-1,459** (0,699)	0,061 (0,613)
Obs	352	352	352	352	352
R2	0,263	0,084	0,397	0,160	0,125
Ajusté	0,237	0,051	0,376	0,131	0,094

Note de lecture : Les enseignants qui ont participé à l'intervention ont eu un score significativement plus élevé en moyenne de 0,602 (60% d'écart-type) sur l'indicateur "auto-évaluation des connaissances sur l'IA" que les enseignants du groupe contrôle, toutes choses égales par ailleurs.

Pendant les entretiens, les enseignants ont confirmé qu'ils avaient acquis **des connaissances théoriques sur l'IA** grâce à la formation. Les personnes interrogées considéraient l'IA comme une notion complexe, et ont affirmé que la formation leur avait permis d'avoir une meilleure compréhension de l'IA, les avait encouragés à réfléchir davantage sur l'IA et avait renforcé leur confiance dans la compréhension du sujet. Certains ont également indiqué que leur expertise restait limitée, et qu'ils trouvaient encore difficile de juger si certains outils incorporent de l'IA.

Enseignant 0530_2 – extrait d'entretien : *En fait, je trouve même que c'est plutôt positif que ça me questionne plus que au départ. Si ça me questionne, ça veut dire qu'il y a eu des éléments qui sont venus alimenter ma connaissance.*

Enseignant 0517_2 – extrait d'entretien : *J'ai appris un peu comment c'était bâti, les histoires de données. Après, je vous avouerais qu'il y a des choses qui sont compliquées quand même. Tout ce qui est réseau de neurones... entre autres... je n'ai pas mes notes avec moi, je n'ai pas tout retenu, mais il y a des concepts qui sont un peu plus compliqués à comprendre. Après est ce qu'on a vraiment besoin de les comprendre... Bon, ça fait partie de l'outil, j'ai compris globalement le fonctionnement, pas forcément dans le détail.*

Enseignant 0608_1 – extrait d'entretien : *Quand il y avait des questions, 'est ce que vous êtes sûr que ça contient de l'IA ou pas ?', il y a des moments où je n'étais pas vraiment sûr et ça, ça m'a permis d'avoir plus de confiance et de pouvoir en parler, notamment au cours de SNT à mes élèves.*

Enseignant 0530_1 – extrait d'entretien : *Après on a du mal encore, même moi, à confondre IA et puis outils numériques. La frontière est un peu floue.*

Enfin, les réponses des personnes interrogées divergent sur la question de savoir s'ils ont acquis des connaissances sur le sujet des **questions éthiques**. Certains enseignants ne se souvenaient pas si ce sujet avait été abordé. D'autres pensaient qu'il n'avait pas été suffisamment abordé. D'autres encore ont indiqué avoir beaucoup appris sur le sujet.

Enseignant 0530_1 – extrait d'entretien : *Non, pas suffisamment à mon sens. Il m'a semblé que le point de vue des formateurs était plutôt le côté utilité avec nos élèves. Ça prenait largement le pas sur les questions éthiques que ça pouvait poser.*

Enseignant 0612_1 – extrait d'entretien : *Ça a été évoqué. C'est comme ça que j'ai appris que Duolingo avait ses limites. En fait, c'était privé et il n'y avait pas forcément encore les accords avec l'éducation nationale. [...] Ça a permis aussi d'alerter un petit peu sur toutes les ramifications qu'on pouvait avoir entre les différentes applications que l'on pense toutes sympa et puis en fin de compte, elles captent beaucoup de choses liées à notre quotidien. Ça a permis aussi de réfléchir un petit peu avant d'utiliser certaines applications et de les télécharger.*

4.3 Perceptions des enseignants à l'égard de l'IA

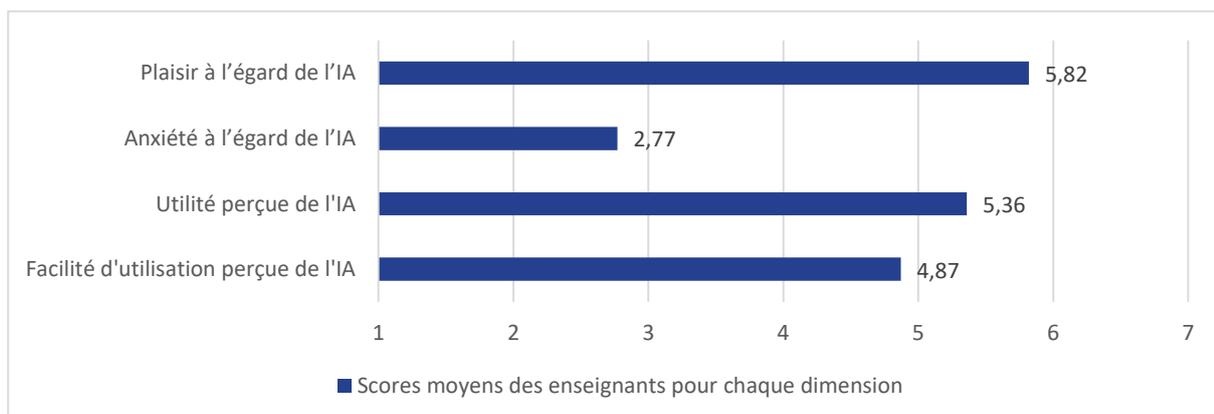
Perceptions de l'IA au début de l'expérimentation

Au début de l'expérimentation, nous avons observé une **attitude généralement positive à l'égard de l'IA**. Les enseignants ont rapporté un haut niveau de **plaisir** à l'égard de l'apprentissage et l'utilisation de l'IA dans leur travail, le score moyen étant de **5,82** sur une échelle où 7 est le score le plus élevé. Ils ont de plus indiqué que l'apprentissage et l'utilisation de l'IA leur causaient **peu d'anxiété** dans leur travail, le score étant de **2,77** en moyenne sur la même échelle. Dans une question ouverte, les enseignants ont également énuméré les **émotions** qu'ils associaient à l'IA. Ainsi, **41,7 %** des enseignants ont indiqué ressentir des émotions entrant dans la catégorie « **intéressé-e par l'IA** », comme la « curiosité », « l'enthousiasme » et « l'intérêt », et **21,7 %** des enseignants ont associé l'IA à des émotions de **plaisir**, comme la « facilité » et la « joie ». À l'inverse, **30 %** des enseignants ont fait mention d'émotions liées à l'**appréhension**, comme la « peur », « l'inquiétude » ou la « méfiance ».

L'**utilité perçue de l'IA pour l'éducation** est également **élevée** chez les enseignants, avec un score moyen de **5,36** sur une échelle de 1 à 7. Les pratiques pédagogiques pour lesquelles la plupart des enseignants s'accordent à dire que l'IA serait utile sont la correction du travail des élèves (87,2 %), le suivi de l'apprentissage et du comportement des élèves (87,8 %), l'analyse de leurs erreurs (87,2 %) et la création de contenus pour les cours (84,4 %). L'IA serait également utile pour motiver et intéresser les élèves (81,7 %). Les enseignants sont en outre particulièrement d'accord sur le fait qu'une utilisation accrue de l'IA dans le cadre scolaire permettrait d'offrir un enseignement plus personnalisé en fonction des besoins de chaque élève (82,2 %). Les enseignants ont moins tendance à être d'accord avec les affirmations négatives associées à l'IA. Cependant, environ la moitié d'entre eux estime que l'adoption de l'IA dans le cadre scolaire augmenterait l'influence des entreprises privées sur l'école (57,8 %), la surveillance à l'école (54,4 %) et le risque de divulgation et d'utilisation abusive des données personnelles des élèves (49,4 %). Seul un petit nombre d'enseignants s'accordent à dire qu'avec l'IA, les enseignants seraient progressivement remplacés (13,3 %), que l'IA appauvrirait les relations entre les enseignants et les élèves (14,4 %) ou encore que l'enseignement serait déshumanisé (20,6 %).

Enfin, la **facilité d'utilisation perçue de l'IA** par les enseignants est **modérée à élevée**, le score moyen étant de **4,87**.

Figure 8 : Perceptions des enseignants à l'égard de l'IA au début de l'expérimentation



Impact

Nous n'avons observé **aucun effet significatif de l'intervention sur les quatre variables mesurées relatives aux perceptions des enseignants à l'égard de l'IA, à savoir la facilité perçue de l'utilisation de l'IA, l'anxiété ou le plaisir associés à l'utilisation et à l'apprentissage de l'IA, et l'utilité perçue de l'IA pour l'éducation**. Il est néanmoins intéressant de noter que les perceptions des enseignants ont largement évolué au cours de l'expérimentation sans que ce ne soit lié à l'intervention (évolution également présente dans le groupe contrôle). Si l'on s'intéresse à la variable temps (comparaison entre novembre et mars), **l'anxiété** liée à l'apprentissage et à l'utilisation de l'IA a augmenté de **31 %** d'écart-type, tandis que le **plaisir a chuté de 35 %** d'écart-type et **l'utilité perçue de l'IA de 36 %**.

Tableau 4 : Impact de l'intervention sur les perceptions des enseignants à l'égard de l'IA

	<i>Facilité perçue d'utilisation de l'IA</i>	<i>Anxiété associée à l'utilisation et à l'apprentissage de l'IA</i>	<i>Plaisir associé à l'utilisation et à l'apprentissage de l'IA</i>	<i>Utilité perçue de l'IA pour l'enseignement</i>
<i>Randomisation</i>	-0,007 (0,153)	0,051 (0,149)	0,018 (0,159)	-0,264* (0,154)
Temps	0,300* (0,154)	0,308** (0,149)	-0,353** (0,159)	-0,364** (0,154)
<i>Genre (1=masculin)</i>	0,255** (0,125)	-0,100 (0,121)	-0,066 (0,129)	-0,004 (0,125)
<i>Expérience dans l'enseignement</i>	-0,026*** (0,006)	0,013** (0,006)	-0,009 (0,007)	-0,001 (0,006)
<i>Matière = langues vivantes</i>	0,413 (0,276)	0,377 (0,268)	0,379 (0,286)	0,321 (0,277)
<i>Matière = mathématiques</i>	0,388 (0,272)	0,077 (0,264)	0,188 (0,282)	0,101 (0,273)
<i>Type d'établissement = collège</i>	-0,107 (0,154)	0,044 (0,150)	0,125 (0,160)	-0,042 (0,155)
<i>Type d'établissement = autre type d'établissement</i>	-0,034 (0,191)	-0,094 (0,185)	0,316 (0,198)	0,180 (0,191)
<i>Type d'établissement = professionnel</i>	-0,027 (0,198)	0,324* (0,193)	0,244 (0,205)	-0,083 (0,199)
<i>Sentiment d'auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe</i>	0,488*** (0,059)	-0,333*** (0,057)	0,332*** (0,061)	0,262*** (0,059)
<i>IPS</i>	-0,001	0,007*	-0,004	-0,015***

	(0,004)	(0,004)	(0,004)	(0,004)
Intervention	-0,246	-0,187	-0,090	0,173
	(0,215)	(0,209)	(0,222)	(0,215)
Constante	-2,491***	0,630	-1,565**	0,030
	(0,660)	(0,641)	(0,683)	(0,661)
Obs	352	352	352	352
R2	0,238	0,170	0,158	0,152
Ajusté	0,211	0,141	0,129	0,122

Note de lecture : Les enseignants qui ont participé à l'intervention n'ont pas eu un score significativement plus élevé sur l'indicateur "facilité perçue de l'utilisation de l'IA" que les enseignants du groupe contrôle, toutes choses égales par ailleurs.

Lors des entretiens, de nombreux enseignants ont indiqué qu'ils étaient intéressés par l'IA au début de l'expérimentation, et certains ont ajouté que leur participation au projet AI4T avait **accru leur intérêt**. Seules quelques personnes interrogées ont dit qu'elles ne voyaient pas encore en quoi l'IA pouvait contribuer à l'éducation. Grâce au parcours de formation continue, de nombreux enseignants ont pu comprendre **le lien entre certains outils spécifiques basés sur l'IA et les pratiques pédagogiques**. Par exemple, les enseignants ont souligné l'aspect pratique de Twee ou ChatGPT pour planifier les cours, ainsi que celui de Kwyk pour mieux comprendre leurs élèves grâce des données objectives, et ils ont reconnu l'intérêt des fonctionnalités de Duolingo pour stimuler la motivation et la participation des élèves. De nombreux enseignants ont mis en relief l'utilité potentielle de l'IA en matière de personnalisation, bien que plusieurs enseignants aient indiqué ne pas avoir pu vraiment tester cette fonction avec Kwyk. Certains ont envisagé des utilités pédagogiques supplémentaires de l'IA, bien qu'ils n'aient pas connaissance d'outils d'IA spécifiques offrant ces services, comme les corrections et une aide aux élèves pour l'orientation.

Enseignant 0623 – extrait d'entretien : *Je suis allé voir dans d'autres plateformes... Je crois que ça s'appelle Twee. C'est une plateforme pour les enseignants. C'est pareil, vous rentrez votre thème, le niveau et puis alors il vous décline plein d'exercices. Ça tourne la tête parce que moi j'y vois un vrai intérêt. [...] Ce que je regrette, ce que j'ai pas encore exploité, c'est d'essayer de faire des parcours individualisés via l'intelligence artificielle. Ça, je n'en suis pas encore là. C'est ce que j'aimerais faire. [...] Je pense que là, l'intelligence artificielle pourrait me donner des clés pour gérer cette hétérogénéité-là.*

Enseignant 0608_2 – extrait d'entretien : *Clairement, oui, il y a un gain en temps de travail, c'est à dire qu'avant je mettais une demi-heure à faire un tableur pour récupérer les données d'un tableau sur classer les dix pays par leur PIB avec les différentes informations, c'est sûr quand je demande à ChatGPT, il le fait en trente secondes.*

Enseignant 0524_2 – extrait d'entretien : *Y a un moment, j'ai reçu des emails en faisant des bilans et je me suis dis ça, c'est génial. En fait, j'avais des bilans disant l'élève qui a le plus progressé, l'élève le plus méritant... Je l'ai utilisé une fois avec les élèves, je leur ai montré le résultat que ça donnait. C'est assez marrant parce que les élèves se reconnaissent et c'est un truc qui est chiffré, c'est objectif. On n'est pas dans le subjectif. C'est ça l'avantage de l'intelligence artificielle. C'est que moi, en tant qu'humain, quand j'analyse, on n'est pas non plus forcément dans l'objectif.*

Enseignant 0516_3 – extrait d'entretien : *Je pense à la correction en maths, parce que oui, ça fait partie des trucs qui me soule dans mon métier et qui je trouve, nous éloigne de l'objectif numéro un, c'est à dire aider quelqu'un. Quand on corrige des copies pendant des heures, on n'est pas en train d'aider nos élèves. On est en train de faire une tâche qui est nécessaire bien sûr, mais qui pourrait très bien être prise en charge par des IA de manière massive. Et en plus ça le ferait dix fois mieux que nous.*

Les entretiens ont permis aux personnes interrogées de donner des réponses plus variées aux questions relatives à leur niveau d'anxiété et à leur perception des risques associés à l'IA. Certains

enseignants ont affirmé que le parcours de formation continue les avait aidés à atténuer leurs craintes, tandis que d'autres ont déclaré avoir pris conscience que certains outils pourraient poser problème. La question de la protection des données est la préoccupation la plus souvent mentionnée par les personnes interrogées lors des entretiens, comme dans les réponses au questionnaire, bien que certaines d'entre elles aient exprimé une inquiétude limitée quant à cette question considérant qu'il y a de toute façon un manque général de confidentialité des données en dehors des établissements scolaires.

Enseignant 0516_3 – extrait d'entretien : *Le fait que la formation m'a donné des billes, m'a permis de lire au travers de ce qui se disait, et surtout de voir moi-même ChatGPT, de voir moi même que ce n'est pas forcément un danger.*

Enseignant 0523 – extrait d'entretien : *Voilà, on en revient à un problème crucial, c'est les données personnelles, donc un problème d'éthique forcément. D'ailleurs Kwyk, on a dû donner les noms d'élèves et tout pour les inscrire. Voilà donc, il y a ce problème qui est un des principaux.*

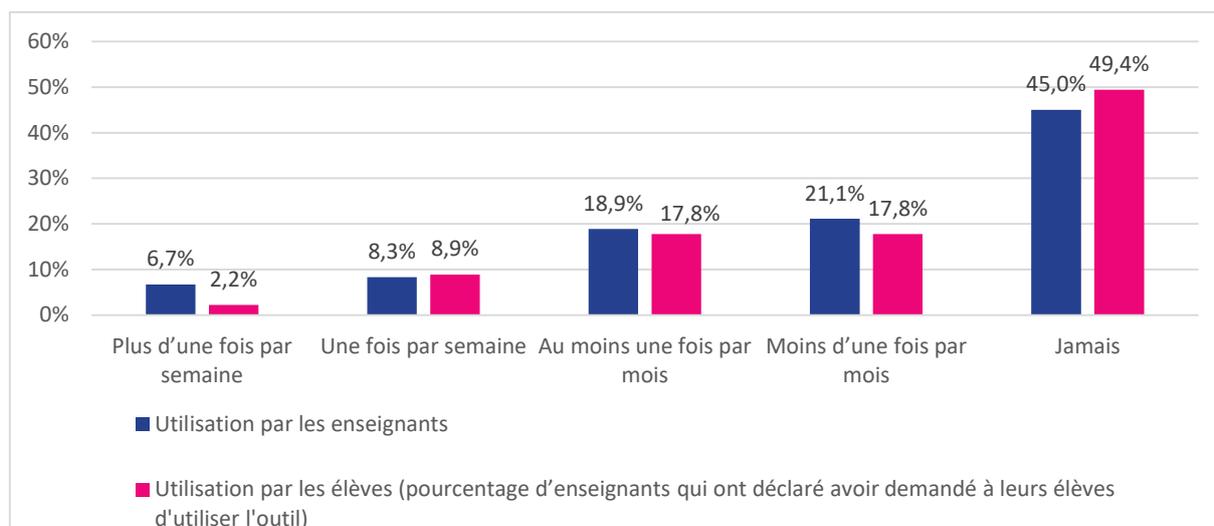
4.4 L'intention des enseignants d'utiliser l'IA et leur utilisation effective de l'IA

L'intention d'utiliser l'IA et l'utilisation effective de l'IA au début de l'expérimentation

En novembre 2022, **45 %** des enseignants affirmaient qu'ils **n'avaient jamais utilisé d'outils pédagogiques d'IA** depuis le début de l'année scolaire, tandis que **15 %** en avaient utilisé toutes les semaines. Les résultats concernant l'utilisation de l'IA avec les élèves sont sensiblement les mêmes, ce qui suggère que les outils disponibles à cette date, par exemple Kwyk ou Duolingo, sont propices à une utilisation avec les élèves.

Cependant, 63 % des enseignants d'anglais utilisaient des traducteurs automatiques et plus de 80 % des enseignants utilisaient des moteurs de recherche. De plus, 79 % des enseignants qui ont indiqué utiliser des outils d'IA ont précisé qu'ils les utilisaient pour créer, présenter et partager du contenu comme des leçons, des exercices, des devoirs et des examens. Les proportions d'enseignants qui ont affirmé les utiliser pour les corrections (38,7 %), le suivi de l'apprentissage et du comportement des élèves (36,3 %) ou l'analyse des erreurs des élèves (21 %) sont plus faibles. Les enseignants ont également été questionnés sur leur conscience éthique liée à l'utilisation des outils. Le score moyen observé sur ce sujet est de **4,72** sur une échelle de 1 à 7, indiquant un **niveau modéré de conscience éthique**. En effet, 52,4 % des enseignants déclarent avoir une bonne compréhension des questions éthiques liées à l'utilisation des outils d'IA. Enfin, bien que les enseignants aient affirmé peu utiliser l'IA, **96,7 %** ont répondu « oui » ou « probablement oui » lorsqu'on leur a demandé s'ils prévoyaient d'utiliser des outils basés sur l'IA en classe dans les cinq prochaines années.

Figure 9 : Réponses des enseignants concernant leur utilisation ou l'utilisation par leurs élèves des outils pédagogiques d'IA cette année



Impact

Deux indicateurs binaires ont été utilisés pour mesurer l'utilisation de l'IA. Le premier indicateur fait la distinction entre un profil d'utilisateur (au moins « une fois par mois ») et de non-utilisateur (« jamais »), tandis que le second fait la distinction entre une utilisation fréquente (au moins « une fois par semaine ») et l'utilisation occasionnelle ou la non-utilisation (moins d'« une fois par semaine »). Même si l'intervention est associée à une augmentation de « l'utilisation de l'IA » et de « l'intention d'utiliser l'IA », celle-ci est non significative au seuil de 5 %. La difficulté pour atteindre ce niveau de significativité peut être due à la petite taille de l'échantillon.

Tableau 5 : Impact de l'intervention sur l'utilisation de l'IA par les enseignants

	Utilisation de l'IA	Utilisation fréquente de l'IA	Conscience éthique lors de l'utilisation de l'IA	Intention d'utiliser l'IA	Utilisation de Kwyz	Utilisation de Vittascience	Utilisation de Duolingo
<i>Randomisation</i>	-0,108 (0,131)	-0,056 (0,146)	0,105 (0,171)	-0,358** (0,155)	-0,001 (0,077)	-0,133** (0,061)	-0,033 (0,082)
<i>Temps</i>	0,463*** (0,131)	0,134 (0,146)	0,163 (0,157)	-0,154 (0,156)	0,484*** (0,079)	0,023 (0,062)	-0,004 (0,080)
<i>Genre (1=masculin)</i>	-0,268** (0,106)	-0,233* (0,119)	0,022 (0,129)	-0,143 (0,127)	-0,144** (0,059)	0,035 (0,046)	0,013 (0,079)
<i>Expérience dans l'enseignement</i>	0,003 (0,005)	0,005 (0,006)	-0,011* (0,006)	0,003 (0,006)	0,001 (0,003)	-0,005* (0,003)	0,005 (0,003)
<i>Matière = langues vivantes</i>	0,473** (0,235)	0,790*** (0,262)	0,106 (0,314)	0,538* (0,280)			0,233* (0,118)

<i>Matière = mathématiques</i>	0,088 (0,232)	0,159 (0,259)	-0,265 (0,310)	0,242 (0,276)	0,087 (0,110)	0,101 (0,087)	0,068 (0,380)
<i>Type d'établissement = collège</i>	0,048 (0,132)	-0,076 (0,147)	-0,395** (0,155)	-0,082 (0,157)	-0,234*** (0,073)	-0,093 (0,058)	0,173* (0,097)
<i>Type d'établissement = autre type d'établissement</i>	-0,001 (0,163)	0,110 (0,181)	-0,302 (0,196)	0,368* (0,194)	-0,295*** (0,102)	-0,158* (0,080)	-0,167 (0,102)
<i>Type d'établissement = professionnel</i>	0,343** (0,169)	-0,125 (0,189)	-0,143 (0,197)	0,341* (0,201)	-0,161* (0,096)	0,202*** (0,076)	0,307*** (0,116)
<i>Auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe</i>	0,057 (0,050)	0,074 (0,056)	0,273*** (0,062)	0,157*** (0,060)	0,016 (0,030)	0,034 (0,024)	0,013 (0,032)
<i>IPS</i>	-0,002 (0,003)	-0,003 (0,004)	-0,002 (0,004)	-0,004 (0,004)	-0,005** (0,002)	0,0005 (0,002)	-0,001 (0,002)
<i>Intervention</i>	0,342* (0,183)	0,186 (0,204)	0,248 (0,222)	0,404* (0,218)	0,165 (0,108)	0,153* (0,085)	0,084 (0,116)
<i>Constante</i>	-0,316 (0,563)	-0,451 (0,627)	-0,860 (0,697)	-0,832 (0,670)	0,671** (0,332)	-0,121 (0,262)	-0,112 (0,347)
<i>Obs</i>	352	352	287	352	211	211	153
<i>R2</i>	0,210	0,151	0,165	0,098	0,419	0,147	0,152
<i>Ajusté</i>	0,182	0,121	0,128	0,066	0,387	0,100	0,079

Note de lecture : Il n'y a pas de différence significative au seuil de 5% entre les enseignants qui ont participé à l'intervention et ceux qui n'y ont pas participé, toutes choses égales par ailleurs, sur l'indicateur « utilisation de l'IA ».

Lors des entretiens, quelques personnes interrogées ont affirmé que le parcours de formation continue leur avait permis d'essayer de nouveaux outils d'IA. L'utilisation des outils d'IA a toutefois semblé limitée. Les enseignants de maths ont eu tendance à utiliser Kwyk, mais certains enseignants ont indiqué qu'ils ne l'avaient utilisé que quelques fois ou que la plateforme n'avait été utilisée fréquemment que par un petit nombre d'élèves. Ils se sont abstenus d'utiliser l'outil, car il ne serait accessible que pendant l'année d'expérimentation. Les enseignants d'anglais ont fait part d'un problème plus important, car ils ont déclaré ne pas avoir bénéficié d'un accès complet aux outils d'IA. Par conséquent, leur utilisation s'est limitée à recommander l'application Duolingo à quelques élèves ou à tester Vocacoach une seule fois. Les enseignants ont également mentionné avoir testé ChatGPT, mais qu'ils étaient limités par des questions éthiques concernant la conformité au RGPD.

Enseignant 0612_1 – extrait d'entretien : Mais en fait, ce qui était aussi très chouette, c'est qu'on nous a montré tout ce qui était lié à ChatGPT via Discord, l'application pour pouvoir créer du dessin. Effectivement, là c'était bluffant. Je l'aurais très certainement utilisé, mais pas dans le contexte aussi rapide.

Enseignant 0516_1 – extrait d'entretien : [Kwyk] a eu une réelle plus-value. Alors, c'est toujours pareil, pour les élèves qui souhaitent s'accrocher. Donc on va dire qu'on est sur les élèves qui sont entre 8 et 10, qui sont

pas forcément très à l'aise en mathématiques, mais qui ont envie de pas décrocher, de s'accrocher, de progresser, qui savent que c'est important et qu'ils travaillent pour eux et pour leur avenir. Ça ne fait pas beaucoup d'élèves sur nos classes, mais pour ces élèves là ça a vraiment été l'équivalent, certains ont dit, l'équivalent de pouvoir faire deux ou trois heures de soutien de maths dans la semaine parce qu'ils refaisaient, refaisaient, refaisaient.

Enseignant 0530_2 – extrait d'entretien : Oui, je pense d'avoir accès à la plateforme Kwyk, qui est une plateforme permettant de faire de l'entraînement à des exercices de la sixième jusqu'à la terminale, de créer des devoirs maison avec des options très intéressante en termes pédagogiques, notamment le fait de programmer le nombre de tentatives pour faire le devoir, ce qui permet de personnaliser un peu les choses. On peut penser qu'on peut donner une ou deux tentatives de plus à des élèves en difficulté. Donc j'ai beaucoup travaillé sur cette plateforme avec mes élèves et ça a été une très bonne expérience.

Enseignant 0516_2 – extrait d'entretien : Comme je suis en maths, on nous donne un site qui est payant [Kwyk]. Que l'année prochaine, si j'utilise ce site, c'est facile, je ne peux pas l'utiliser, sinon je dois faire payer mes élèves. Donc je ne vais pas l'utiliser et je vais essayer de trouver d'autres modèles. Mais le deuxième truc, c'est qu'ils ne sont pas adaptés au lycée professionnel. Je vais aller chercher des exercices qui sont liés au collège, la sixième à la cinquième. J'ai pas vraiment les exercices qui pourraient être liés à ce que je pourrais donner. Donc je vais l'utiliser pour faire du petit calcul, une entrée en matière, mais pas pour faire un chapitre ou comme pourraient faire les autres lycées ou les autres collèges. C'est pas un bon outil pour nous.

Enseignant 0612_2 – extrait d'entretien : Et dernièrement, juste à la fin de l'année, là j'ai eu une élève de première qui m'a dit qu'elle était en grande difficulté. Un jour, en discutant, je lui dis essaye [Duolingo], on m'en a parlé dans une formation, essaye pour voir si ça peut t'aider. Et tout fièrement, elle m'a dit 'Vous savez, j'en suis rendue à 100 jours d'affilés'. Voilà mais comme c'était quelque chose qui n'était pas... Parce que c'est vrai que j'étais dans l'attente qu'on me donne un outil à tester tel que ça avait été évoqué dans le descriptif de la formation... c'est vrai que je n'ai pas non plus répandu à tous mes élèves. Et je n'étais pas dans une observation de ce qui se passait pour les deux ou trois élèves à qui je l'avais suggéré. Parce que je pensais être plutôt dans la phase expérimentation avec un outil qui aurait été donné, qu'il fallait tester auprès de tout le monde.

Enseignant 0623 – extrait d'entretien : [J'ai testé Vocacoach avec] une classe, mais ça n'a pas été vraiment couronné de succès parce que j'ai dû créer des comptes individuels pour les élèves et ils n'ont eu droit d'y aller qu'une seule fois. Après, ça a bloqué l'accès. [...] En tout cas, j'ai testé.

Contrairement au questionnaire, où la plupart des participants ont indiqué avoir l'intention d'utiliser des outils d'IA, les enseignants interrogés lors des entretiens se sont montrés plus nuancés. Ils ont déclaré en général soit qu'ils n'étaient **pas certains** d'utiliser davantage les outils d'IA à l'avenir, car ils ne voyaient pas la valeur ajoutée des outils actuels, soit qu'ils **avaient l'intention d'utiliser des outils d'IA** à l'avenir, mais dans certaines conditions, par exemple à condition que les outils soient d'abord approuvés par les institutions nationales, qu'ils soient conformes au RGPD, gratuits pour les établissements scolaires et qu'ils répondent à leurs besoins professionnels.

Enseignant 0517_1 – extrait d'entretien : Pour moi, c'est un gros travail de préparation. Donc je peux pas vous dire maintenant aujourd'hui que je vais utiliser tel outil tant que je ne l'ai pas intégré dans une logique d'enseignement qui ne soit pas bancal parce que si c'est pour mettre de l'IA, pour mettre de l'IA, ça sert à rien.

Enseignant 0516_1 – extrait d'entretien : J'attends les outils que l'Éducation nationale me proposera. C'est vrai que j'ai eu la possibilité de profiter de la gratuité de la plateforme... C'est pas garanti qu'on puisse continuer, que je retravaille avec par la suite, étant donné le coût pour les établissements.

Enseignant 0614_2 – extrait d'entretien : Et dans ce cas-là, c'est vrai que si on a la possibilité, si notre gestionnaire veut bien qu'on ait des nouveaux manuels et éventuellement des logiciels comme Kwyk, je pense que c'est quelque chose que j'utiliserai avec plaisir. Mais on nous a dit qu'il n'y avait pas de sous. On n'est pas très confiant pour ça. Malheureusement.

Enseignant 0516_2 – extrait d'entretien : Bah si y'en a qui viennent oui. Pour l'instant, lesquels, je sais pas, pour l'instant je suis toujours sur mes logiciels classiques puisque c'est un véritable outil. S'il y en a un qui est plus en relation avec le lycée professionnel, je me pencherai dessus. Mais pour l'instant, je n'en vois pas et on ne m'en a pas montré.

Enseignant 0608_1 – extrait d'entretien : Si ChatGPT n'exige plus un numéro de téléphone, je me verrais bien le tester. En tout cas pour en voir les limites avec des élèves plus jeunes, avec des mineurs. Mais tant que les conditions d'utilisation sont les mêmes, c'est pas possible.

Au début de l'expérimentation, les enseignants avaient une compréhension modérée de l'IA et connaissaient mal les termes techniques et les exemples pratiques d'outils d'IA. Le parcours de formation continue a eu un impact significatif sur leurs connaissances. Par la suite, les enseignants sont devenus plus confiants dans leurs connaissances sur l'IA, ainsi que pour identifier l'IA dans les outils numériques, et ils sont devenus mieux familiarisés avec les termes techniques.

Au début du projet, les enseignants avaient une opinion positive de l'IA. Ils considéraient l'IA utile, plaisante et facile à utiliser, et ils indiquaient avoir un faible niveau d'anxiété associé à son utilisation. Aucun impact significatif du parcours de formation continue sur les perceptions des enseignants à l'égard de l'IA n'a été relevé.

En novembre 2022, la plupart des enseignants ont indiqué qu'ils n'utilisaient pas l'IA ou rarement, mais qu'ils prévoyaient de l'utiliser à l'avenir. À la fin de l'expérimentation, les groupes intervention et contrôle ont montré une plus grande utilisation de l'IA, généralement à l'aide de Kwik (fournie aux enseignants de maths) et peut-être également de ChatGPT. Cependant, les enseignants semblent n'avoir fait que tester les outils, plutôt que de les intégrer pleinement à leurs pratiques pédagogiques habituelles. En outre, l'équipe d'évaluation n'a pas constaté d'impact significatif du parcours de formation continue sur l'utilisation de l'IA par les enseignants. Les enseignants semblent avoir rencontré plusieurs difficultés qui les ont empêchés d'utiliser l'IA (p. ex. le coût de la licence, la non-conformité au RGPD ou dans certains cas le fait que ces outils sont peu adaptés à leurs besoins). Les enseignants interrogés à la fin de l'expérimentation ont indiqué qu'ils n'envisageraient d'utiliser des outils d'IA que si ces difficultés étaient résolues.

4.5 Variabilité de l'impact

Nous avons également cherché à comprendre si l'intervention avait le même impact en fonction de l'implication réelle des enseignants à l'égard du MOOC, des matières des enseignants et de leur sentiment d'auto-efficacité pour intégrer les technologies numériques en classe.

Implication dans le MOOC

Un examen des variables « auto-évaluation des connaissances sur l'IA », « familiarité avec les technologies d'IA » et « identification de l'IA dans des outils principalement basés sur l'IA » révèle un impact significatif de l'intervention chez les enseignants, tant pour ceux ayant un niveau d'implication faible qu'élevé à l'égard du MOOC. On observe, de façon cohérente, qu'une plus grande implication à dans le MOOC a abouti à un meilleur apprentissage, même si les différences entre les deux groupes sont non significatives. Lorsque nous n'avons pris en considération que les enseignants ayant un niveau plus élevé d'implication dans le MOOC, nous avons mesuré un effet significatif de l'intervention sur les connaissances liées au fonctionnement de l'IA, correspondant à une **hausse de +59 % de l'écart-type**.

Tableau 6 : Impact de l'intervention sur les connaissances sur l'IA des enseignants en fonction du niveau d'implication à l'égard du MOOC

	<i>Auto-évaluation des connaissances sur l'IA</i>	<i>Connaissance du fonctionnement de l'IA</i>	<i>Familiarité avec les technologies d'IA</i>	<i>Identification de l'IA dans des outils principalement basés sur l'IA</i>	<i>Identification de l'IA dans des outils qui ne sont pas principalement basés sur l'IA</i>
<i>Randomisation</i>	-0,116 (0,136)	-0,233 (0,160)	-0,164 (0,144)	-0,561*** 0,165	-0,253* 0,149
<i>Temps</i>	0,108 (0,130)	0,213 (0,153)	0,134 (0,138)	0,206 (0,159)	0,044 0,143
<i>Genre (1=masculin)</i>	0,223** (0,110)	0,188 (0,130)	0,343*** (0,117)	0,297** 0,134	-0,154 0,121
<i>Expérience dans l'enseignement</i>	-0,012** (0,006)	-0,015** (0,007)	-0,010* (0,006)	-0,0004 0,007	0,012* 0,006
<i>Matière = langues vivantes</i>	-0,015 (0,236)	0,442 (0,278)	-0,223 (0,250)	0,376 0,288	0,175 0,259
<i>Matière = mathématiques</i>	0,110 (0,232)	0,404 (0,273)	0,099 (0,246)	0,075 0,283	-0,239 0,255
<i>Type d'établissement = collège</i>	-0,280** (0,138)	-0,135 (0,163)	-0,395*** (0,146)	0,079	0,217 0,152
<i>Type d'établissement = autre type d'établissement</i>	-0,038 (0,169)	-0,025 (0,198)	-0,184 (0,179)	0,251 (0,205)	0,235 (0,185)
<i>Type d'établissement = professionnel</i>	-0,173 (0,178)	0,113 (0,210)	-0,131 (0,189)	0,081 0,217	0,438** 0,196
<i>Auto-efficacité pour intégrer les</i>	0,389*** (0,053)	0,090 (0,062)	0,386*** (0,056)	0,141** 0,064	-0,130** 0,058

<i>technologies en classe</i>					
<i>IPS</i>	-0,001 (0,003)	0,0005 (0,004)	-0,001 (0,004)	0,005 0,004	0,002 0,004
<i>Intervention auprès des enseignants ayant un niveau d'implication plus élevé à l'égard du MOOC</i>	0,658***	0,591**	1,485***	1,183***	0,346
	(0,214)	(0,252)	(0,227)	0,261	0,235
<i>Intervention auprès des enseignants ayant un niveau d'implication plus faible à l'égard du MOOC</i>	0,575***	0,156	1,206***	0,913***	0,399*
	(0,213)	(0,251)	(0,226)	0,259	0,234
<i>Constante</i>	-1,829*** (0,585)	-0,719 (0,689)	-1,812*** (0,620)	-1,669** 0,713	0,290 0,642
<i>Obs</i>	326	326	326	326	326
<i>R2</i>	0,267	0,093	0,432	0,197	0,114
<i>Ajusté</i>	0,237	0,055	0,409	0,164	0,077

Note de lecture : Les enseignants qui ont participé au MOOC avec un niveau d'implication élevé ont eu un score significativement plus élevé en moyenne de 0,658 (66% d'écart type) sur l'indicateur « auto-évaluation des connaissances sur l'IA », que les enseignants du groupe contrôle, toutes choses égales par ailleurs ; alors que ceux qui ont participé au MOOC avec un niveau d'implication faible ont eu un score significativement plus élevé en moyenne de 0,575 (58% d'écart-type) sur cet indicateur, que les enseignants du groupe contrôle, toutes choses égales par ailleurs.

Aucun effet significatif de l'intervention sur les perceptions de l'IA des enseignants n'a été relevé, même lorsque nous avons différencié les enseignants en fonction de leur niveau d'implication à l'égard du MOOC.

L'impact de l'intervention sur les variables liées au niveau d'utilisation est également resté non significatif dans cette analyse, à l'exception de l'utilisation de Vittascience. Une augmentation de 23 % de l'écart-type a en effet été observée pour l'utilisation de Vittascience par les enseignants de mathématiques ayant un niveau d'implication plus élevé à l'égard du MOOC. Pendant les sessions de formation en présentiel, du temps a été consacré au test de cet outil.

Tableau 7 : Impact de l'intervention sur l'utilisation de l'IA par les enseignants en fonction de leur niveau d'implication à l'égard du MOOC

	Utilisation de l'IA	Utilisation fréquente de l'IA	Conscience éthique lors de l'utilisation de l'IA	Intention d'utiliser l'IA	Utilisation de Kwyk	Utilisation de Vittascience	Utilisation de Duolingo
<i>Randomisation</i>	-0,174 (0,139)	-0,161 (0,151)	0,088 (0,183)	-0,346** (0,161)	-0,037 (0,078)	-0,148** (0,060)	-0,075 (0,088)
<i>Temps</i>	0,463*** (0,133)	0,134 (0,145)	0,170 (0,158)	-0,154 (0,155)	0,484*** (0,079)	0,022 (0,061)	-0,003 (0,078)
<i>Genre (1=masculin)</i>	-0,223** (0,113)	-0,228* (0,123)	-0,032 (0,135)	-0,161 (0,131)	-0,132** (0,061)	0,065 (0,047)	0,060 (0,085)
<i>Années d'expérience dans l'enseignement</i>	0,004 (0,006)	0,004 (0,006)	-0,009 (0,007)	-0,003 (0,007)	0,003 (0,004)	-0,005* (0,003)	0,005 (0,004)
<i>Matière = langues vivantes</i>	0,433* (0,241)	0,710*** (0,262)	0,157 (0,319)	0,526* (0,281)			0,212* (0,119)
<i>Matière = mathématiques</i>	0,074 (0,237)	0,130 (0,258)	-0,259 (0,313)	0,260 (0,276)	0,070 (0,110)	0,081 (0,085)	
<i>Type d'établissement = collège</i>	0,073 (0,141)	0,016 (0,154)	-0,369** (0,164)	-0,056 (0,165)	-0,211*** (0,077)	-0,056 (0,060)	0,173* (0,102)
<i>Type d'établissement = autre type d'établissement</i>	-0,015 (0,172)	0,164 (0,187)	-0,370* (0,208)	0,282 (0,201)	-0,245** (0,108)	-0,133 (0,084)	-0,143 (0,103)
<i>Type d'établissement = professionnel</i>	0,314* (0,182)	-0,057 (0,198)	-0,123 (0,212)	0,398* (0,212)	-0,117 (0,099)	0,231*** (0,076)	0,268** (0,128)
<i>Auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe</i>	0,048 (0,054)	0,063 (0,059)	0,284*** (0,066)	0,161** (0,063)	0,004 (0,032)	0,028 (0,025)	-0,006 (0,035)
<i>IPS</i>	-0,003 (0,004)	-0,003 (0,004)	-0,002 (0,004)	-0,004 (0,004)	-0,004* (0,002)	0,001 (0,002)	-0,001 (0,002)
Intervention auprès des enseignants	0,401*	0,431*	0,342	0,424*	0,182	0,234**	0,102

ayant un niveau d'implication plus élevé à l'égard du MOOC							
	(0,219)	(0,238)	(0,259)	(0,255)	(0,121)	(0,093)	(0,148)
Intervention auprès des enseignants ayant un niveau d'implication plus faible à l'égard du MOOC							
	0,382*	0,202	0,282	0,469*	0,240*	0,095	0,111
	(0,218)	(0,237)	(0,257)	(0,254)	(0,125)	(0,096)	(0,135)
Constante							
	-0,172	-0,443	-1,029	-0,781	0,584*	-0,148	0,033
	(0,598)	(0,651)	(0,739)	(0,697)	(0,346)	(0,267)	(0,362)
Obs	326	326	264	326	201	201	137
R2	0,199	0,148	0,167	0,100	0,424	0,174	0,156
Ajusté	0,165	0,113	0,123	0,063	0,387	0,121	0,067

Note de lecture : Les enseignants qui ont participé au MOOC quel que soit leur niveau d'implication n'ont pas eu un score significativement plus élevé au seuil de 5% sur l'indicateur « utilisation de l'IA » que les enseignants du groupe contrôle, toutes choses égales par ailleurs.

Matière enseignée

Nous avons d'abord analysé si la variabilité du niveau d'implication des enseignants dans le MOOC est liée à la matière qu'ils enseignent. Nous avons trouvé que 50 enseignants de mathématiques avaient laissé des traces d'apprentissage sur le MOOC, contre seulement 27 enseignants d'anglais. Les enseignants de mathématiques présentent également un niveau d'implication significativement plus élevé à l'égard du MOOC, de 0,42 pour les enseignants de mathématiques contre 0,30 pour les enseignants d'anglais.

L'effet de l'intervention est resté significatif à la fois pour les enseignants de mathématiques et d'anglais sur les trois types de résultats où un impact a été observé dans l'échantillon général, à savoir l'auto-évaluation des connaissances sur l'IA, la familiarité avec les technologies d'IA et l'identification de l'IA dans des outils principalement basés sur l'IA. Nous avons réalisé des tests de significativité sur les différences d'impact de la formation entre les deux groupes. L'analyse n'a pas révélé de différences significatives entre les effets observés dans ces groupes concernant les résultats en matière de connaissances.

Tableau 8 : Impact de l'intervention sur les connaissances sur l'IA des enseignants en fonction de la matière enseignée

	Auto-évaluation des connaissances sur l'IA	Connaissance du fonctionnement de l'IA	Familiarité avec les technologies d'IA	Identification de l'IA dans des outils principalement basés sur l'IA	Identification de l'IA dans des outils qui ne sont pas principalement basés sur l'IA
<i>Randomisation</i>	-0,135	-0,219	-0,121	-0,486***	-0,149
	(0,129)	(0,152)	(0,143)	0,163	(0,142)
<i>Temps</i>	0,108	0,213	0,134	0,206	0,044
	(0,129)	(0,153)	(0,144)	0,163	(0,143)
<i>Genre (1=masculin)</i>	0,224**	0,238*	0,324***	0,299**	-0,225*
	(0,105)	(0,125)	(0,117)	0,133	(0,117)
<i>Années d'expérience dans l'enseignement</i>	-0,006	-0,012*	-0,007	0,003	0,008
	(0,005)	(0,006)	(0,006)	0,007	(0,006)
<i>Matière = langues vivantes</i>	0,010	0,365	-0,248	0,513	0,302
	(0,264)	(0,312)	(0,294)	0,334	(0,293)
<i>Matière = mathématiques</i>	0,042	0,372	0,110	0,206	-0,082
	(0,264)	(0,312)	(0,294)	0,333	(0,292)
<i>Type d'établissement = collège</i>	-0,265**	-0,144	-0,367**	0,022	0,185
	(0,130)	(0,153)	(0,144)	0,164	(0,143)
<i>Type d'établissement = autre type d'établissement</i>	-0,036	0,003	-0,062	0,171	0,272
	(0,160)	(0,189)	(0,178)	0,202	(0,177)
<i>Type d'établissement = professionnel</i>	-0,143	0,121	0,011	0,007	0,498***
	(0,167)	(0,197)	(0,185)	0,211	(0,184)
	0,376***	0,092	0,385***	0,125	-0,121**

Auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe	(0,050)	(0,059)	(0,055)	0,063	(0,055)
IPS	-0,002 (0,003)	0,0001 (0,004)	0,002 (0,004)	0,003 0,004	0,004 (0,004)
Intervention auprès des enseignants d'autres matières	0,534 (0,517)	0,087 (0,611)	1,223** (0,575)	1,354** 0,653	0,721 (0,572)
Intervention auprès des enseignants d'anglais	0,493** (0,226)	0,394 (0,267)	1,406*** (0,251)	0,913*** 0,285	0,412 (0,250)
Intervention auprès des enseignants de mathématiques	0,674*** (0,200)	0,297 (0,236)	1,139*** (0,223)	0,812*** 0,253	0,232 (0,221)
Constante	-1,791*** (0,572)	-0,719 (0,676)	-2,181*** (0,636)	-1,589** 0,722	-0,041 (0,632)
Obs	352	352	352		352
R2	0,264	0,084	0,400	0,162	0,128
Ajusté	0,234	0,046	0,375	0,128	0,091

Note de lecture : Les enseignants d'anglais qui ont participé à l'intervention ont eu un score significativement plus élevé en moyenne de 0,493 (49% d'écart-type) sur l'indicateur « auto-évaluation des connaissances sur l'IA » que les enseignants d'anglais du groupe contrôle, toutes choses égales par ailleurs.

Comme dans l'analyse d'impact général, on constate que l'intervention n'a eu aucun effet sur les perceptions de l'IA chez les enseignants, qu'ils enseignent les mathématiques ou l'anglais.

L'équipe d'évaluation a également mesuré l'effet de l'intervention pour les enseignants de mathématiques et d'anglais séparément concernant les indicateurs liés au niveau d'utilisation de l'IA. Nous avons relevé un effet significatif de la formation sur l'utilisation de l'IA pour les enseignants de mathématiques uniquement. La participation au parcours de formation continue a entraîné une hausse de l'utilisation de l'IA de **45 %** d'écart-type pour les enseignants de mathématiques. En revanche, aucun effet significatif n'a été constaté sur l'utilisation de l'IA par les enseignants d'anglais. Les enseignants de mathématiques sont les seuls à avoir obtenu de nouveaux outils d'IA qu'ils pouvaient utiliser en classe, ce qui peut expliquer le contraste présent entre les enseignants de mathématiques et ceux d'anglais.

Tableau 9 : Impact de l'intervention sur l'utilisation de l'IA par les enseignants en fonction de la matière qu'ils enseignent

	<i>Utilisation de l'IA</i>	<i>Utilisation fréquente de l'IA</i>	<i>Conscience éthique lors de l'utilisation de l'IA</i>	<i>Intention d'utiliser l'IA</i>
<i>Randomisation</i>	-0,100 (0,130)	-0,047 (0,145)	0,117 (0,171)	-0,353** (0,155)
<i>Temps</i>	0,463*** (0,131)	0,134 (0,146)	0,173 (0,157)	-0,154 (0,156)
<i>Genre (1=masculin)</i>	-0,284*** (0,107)	-0,239** (0,119)	0,041 (0,130)	-0,162 (0,127)
<i>Expérience dans l'enseignement</i>	0,003 (0,005)	0,005 (0,006)	-0,011* (0,006)	0,003 (0,006)
<i>Matière = langues vivantes</i>	0,690** (0,267)	0,925*** (0,298)	-0,119 (0,399)	0,758** (0,319)
<i>Matière = mathématiques</i>	0,223 (0,267)	0,178 (0,298)	-0,585 (0,401)	0,424 (0,319)
<i>Type d'établissement = collège</i>	0,049 (0,131)	-0,074 (0,146)	-0,396** (0,154)	-0,082 (0,156)
<i>Type d'établissement = autre type d'établissement</i>	0,007 (0,162)	0,120 (0,181)	-0,307 (0,196)	0,373* (0,194)
<i>Type d'établissement = professionnel</i>	0,339** (0,169)	-0,131 (0,188)	-0,146 (0,197)	0,339* (0,201)
<i>Auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe</i>	0,053 (0,050)	0,071 (0,056)	0,276*** (0,062)	0,154** (0,060)
<i>IPS</i>	-0,002 (0,003)	-0,003 (0,004)	-0,003 (0,004)	-0,004 (0,004)

<i>Intervention auprès des enseignants d'autres matières</i>	0,987*	0,441	-0,433	1,159*
	(0,523)	(0,583)	(0,645)	(0,624)
<i>Intervention auprès des enseignants d'anglais</i>	0,086	-0,122	0,100	0,249
	(0,228)	(0,255)	(0,267)	(0,273)
<i>Intervention auprès des enseignants de mathématiques</i>	0,452**	0,359	0,376	0,444*
	(0,202)	(0,226)	(0,243)	(0,242)
<i>Constante</i>	-0,527	-0,558	-0,600	-1,061
	(0,578)	(0,645)	(0,746)	(0,690)
<i>Obs</i>	352	352	287	352
<i>R2</i>	0,220	0,161	0,173	0,103
<i>Ajusté</i>	0,188	0,126	0,130	0,066

Note de lecture : Les enseignants de maths qui ont participé à l'intervention ont eu un score significativement plus élevé en moyenne de 0,452 (45% d'écart-type) sur l'indicateur « utilisation de l'IA » que les enseignants de maths du groupe contrôle, toutes choses égales par ailleurs.

Sentiment d'auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe

Nous avons ensuite examiné l'effet de l'intervention sur deux groupes – les enseignants se situant au-dessus du niveau médian d'auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe et les enseignants se situant en dessous du niveau médian. Nous avons remarqué que, de façon générale, les enseignants qui ont commencé avec un sentiment d'auto-efficacité plus faible pour intégrer les technologies ont fait preuve d'un plus grand apprentissage, ce qui suggère que le parcours était bien adapté à ce type de participant. La différence est particulièrement importante concernant l'identification de l'IA dans des outils principalement basés sur l'IA. Cependant, les différences entre les deux groupes sur tous les indicateurs liés à la connaissance n'ont pas atteint le seuil de significativité fixé à 5 %.

Tableau 10 : Impact de l'intervention sur les connaissances sur l'IA des enseignants en fonction de leur sentiment d'auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe

	<i>Auto-évaluation des connaissances sur l'IA</i>	<i>Connaissance du fonctionnement de l'IA</i>	<i>Familiarité avec les technologies d'IA</i>	<i>Identification de l'IA dans des outils principalement basés sur l'IA</i>	<i>Identification de l'IA dans des outils qui ne sont pas principalement basés sur l'IA</i>
<i>Randomisation</i>	-0,139	-0,217	-0,117	-0,486	-0,147
	(0,128)	(0,152)	(0,143)	(0,162)	(0,142)

<i>Temps</i>	0,108	0,213	0,134	0,206	0,044
	(0,129)	(0,152)	(0,144)	(0,162)	(0,143)
<i>Genre (1=masculin)</i>	0,222**	0,232*	0,324***	0,312	-0,215*
	(0,105)	(0,124)	(0,117)	(0,132)	(0,116)
<i>Expérience dans l'enseignement</i>	-0,006	-0,013**	-0,007	0,003	0,008
	(0,005)	(0,006)	(0,006)	(0,007)	(0,006)
<i>Matière = langues vivantes</i>	-0,004	0,437	-0,207	0,397	0,230
	(0,231)	(0,274)	(0,258)	(0,291)	(0,256)
<i>Matière = mathématiques</i>	0,073	0,422	0,083	0,054	-0,201
	(0,228)	(0,270)	(0,254)	(0,287)	(0,253)
<i>Type d'établissement = collège</i>	-0,259**	-0,141	-0,361**	0,037	0,179
	(0,129)	(0,153)	(0,144)	(0,163)	(0,143)
<i>Type d'établissement = autre type d'établissement</i>	-0,061	-0,006	-0,070	0,128	0,297*
	(0,161)	(0,190)	(0,179)	(0,202)	(0,178)
<i>Type d'établissement = professionnel</i>	-0,140	0,121	0,009	0,008	0,495***
	(0,166)	(0,197)	(0,185)	(0,209)	(0,184)
<i>Auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe</i>	0,403***	0,105	0,401***	0,182	-0,148**
	(0,055)	(0,065)	(0,061)	(0,069)	(0,060)
<i>IPS</i>	-0,002	0,001	0,002	0,004	0,004
	(0,003)	(0,004)	(0,004)	(0,004)	(0,004)
<i>Intervention auprès des enseignants ayant un sentiment d'auto-</i>	0,500**	0,270	1,173***	0,658**	0,426*

<i>efficacité plus élevée pour intégrer les technologies</i>					
	(0,201)	(0,238)	(0,224)	(0,253)	(0,223)
<i>Intervention auprès des enseignants ayant un sentiment d'auto-efficacité plus faible pour intégrer les technologies</i>	0,729***	0,390	1,324***	1,142***	0,187
	(0,212)	(0,251)	(0,237)	(0,267)	(0,235)
<i>Constante</i>	-1,977***	-0,887	-2,323***	-1,837	0,249
	(0,575)	(0,680)	(0,641)	(0,724)	(0,637)
<i>Obs</i>	352	352	352		352
<i>R2</i>	0,266	0,084	0,398	0,169	0,128
<i>Ajusté</i>	0,237	0,049	0,375	0,137	0,094

Note de lecture : Les enseignants avec un sentiment d'auto-efficacité élevé pour intégrer les technologies ont eu un score plus élevé de 0,500 (50% d'écart-type) sur l'indicateur « auto-évaluation des connaissances sur l'IA » que les enseignants du groupe contrôle, toutes choses égales par ailleurs.

Comme c'était le cas dans l'analyse d'impact général, aucun effet de la formation sur les perceptions de l'IA par les enseignants n'a été observé, même lorsque nous avons différencié les enseignants en fonction de leur niveau d'auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe.

Les mêmes analyses ont été réalisées sur les indicateurs liés à l'utilisation. Nous avons relevé un effet significatif de l'intervention sur l'utilisation de Kwyk et Vittascience chez les enseignants de mathématiques qui affichaient des niveaux plus élevés d'auto-efficacité pour intégrer les technologies, tandis qu'aucun effet significatif n'a été observé chez les enseignants ayant un sentiment d'auto-efficacité plus faible. Les enseignants avec des niveaux plus élevés d'auto-efficacité ont pu expérimenter les outils, mais la formation n'était pas suffisante pour les enseignants avec des niveaux d'auto-efficacité plus faibles.

Tableau 11 : Impact de l'intervention sur l'utilisation de l'IA par les enseignants en fonction de leur sentiment d'auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe

	<i>Utilisation de l'IA</i>	<i>Utilisation fréquente de l'IA</i>	<i>Conscience éthique lors de l'utilisation de l'IA</i>	<i>Intention d'utiliser l'IA</i>	<i>Utilisation de Kwyk</i>	<i>Utilisation de Vittascience</i>	<i>Utilisation de Duolingo</i>
<i>Randomisation</i>	-0,108 (0,131)	-0,056 (0,145)	0,106 (0,171)	-0,358** (0,156)	0,002 (0,077)	-0,131** (0,061)	-0,032 (0,082)
<i>Temps</i>	0,463*** (0,131)	0,134 (0,146)	0,164 (0,157)	-0,154 (0,156)	0,483*** (0,079)	0,022 (0,062)	-0,003 (0,080)

<i>Genre</i> (1=masculin)	-0,268** (0,106)	-0,233** (0,118)	0,022 (0,129)	-0,143 (0,127)	-0,146** (0,058)	0,034 (0,046)	0,010 (0,080)
<i>Expérience dans l'enseignement</i>	0,003 (0,005)	0,005 (0,006)	-0,011* (0,006)	0,003 (0,007)	0,002 (0,003)	-0,005 (0,003)	0,005 (0,003)
<i>Matière = langues vivantes</i>	0,475** (0,235)	0,796*** (0,262)	0,102 (0,315)	0,540* (0,280)			0,235** (0,119)
<i>Matière = mathématiques</i>	0,091 (0,232)	0,168 (0,258)	-0,270 (0,311)	0,245 (0,277)	0,096 (0,109)	0,105 (0,087)	0,066 (0,380)
<i>Type d'établissement = collège</i>	0,045 (0,132)	-0,086 (0,147)	-0,393** (0,155)	-0,085 (0,157)	-0,242*** (0,073)	-0,096* (0,058)	0,176* (0,097)
<i>Type d'établissement = autre type d'établissement</i>	0,009 (0,164)	0,142 (0,182)	-0,311 (0,199)	0,378* (0,195)	-0,281*** (0,101)	-0,152* (0,081)	-0,180* (0,103)
<i>Type d'établissement = professionnel</i>	0,343** (0,169)	-0,127 (0,188)	-0,143 (0,197)	0,340* (0,202)	-0,156 (0,096)	0,205*** (0,076)	0,317*** (0,116)
<i>Auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe</i>	0,044 (0,056)	0,035 (0,062)	0,282*** (0,071)	0,145** (0,066)	-0,012 (0,033)	0,021 (0,027)	0,025 (0,036)
<i>IPS</i>	-0,002 (0,003)	-0,004 (0,004)	-0,002 (0,004)	-0,004 (0,004)	-0,005*** (0,002)	0,0003 (0,002)	-0,001 (0,002)
<i>Intervention auprès des enseignants ayant un sentiment d'auto-efficacité plus élevé pour intégrer les technologies</i>	0,391* (0,205)	0,337 (0,228)	0,221 (0,246)	0,452* (0,244)	0,263** (0,119)	0,199** (0,094)	0,038 (0,130)
<i>Intervention auprès des enseignants ayant un sentiment d'auto-efficacité plus faible pour</i>	0,280	-0,003	0,281	0,345	0,041	0,094	0,146

intégrer les technologies							
	(0,216)	(0,240)	(0,255)	(0,257)	(0,125)	(0,099)	(0,141)
Constante	-0,230 (0,586)	-0,185 (0,651)	-0,918 (0,733)	-0,748 (0,697)	0,838** (0,341)	-0,042 (0,271)	-0,208 (0,369)
Obs	352	352	287	352	211	211	153
R2	0,211	0,156	0,165	0,098	0,429	0,153	0,155
Ajusté	0,180	0,124	0,125	0,063	0,395	0,101	0,076

Note de lecture : Il n'y a pas de différence significative au seuil de 5% sur l'indicateur « utilisation de l'IA » entre les enseignants avec un sentiment d'auto-efficacité élevé pour intégrer les technologies et les enseignants du groupe contrôle, toutes choses égales par ailleurs.

On observe, de façon cohérente, que les enseignants ayant un niveau d'implication plus élevé à l'égard du MOOC ont fait preuve d'un meilleur apprentissage sur toutes les variables. Pour ces derniers, l'équipe d'évaluation a observé un impact significatif de l'intervention sur les connaissances liées au fonctionnement de l'IA des enseignants. Ce résultat confirme que l'intervention a apporté aux enseignants des connaissances techniques sur l'IA.

En opérant une distinction entre les enseignants en fonction de leur niveau d'auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe, il est apparu que les enseignants ayant un sentiment d'auto-efficacité plus élevé ont eu tendance à faire preuve d'un apprentissage plus important sur toutes les variables. Ces résultats suggèrent que le parcours de formation continue était particulièrement bien adapté à ces enseignants ayant besoin d'acquérir des connaissances théoriques.

Malgré le fait que les enseignants de mathématiques aient fait preuve d'une plus grande implication à l'égard du MOOC, nous n'avons pas observé un meilleur apprentissage dans ce groupe de participants. Par conséquent, nous ne pouvons pas tirer de conclusions définitives quant à savoir si les supports d'apprentissage étaient mieux adaptés aux besoins de ce groupe. En revanche, nous avons relevé un impact significatif de l'intervention sur l'utilisation de l'IA par les enseignants de mathématiques uniquement. Nous avons également observé un impact significatif sur l'utilisation de Vittascience par les enseignants de mathématiques ayant un niveau d'implication élevé à l'égard du MOOC et sur l'utilisation de Vittascience et de Kwyk par les enseignants de mathématiques ayant un niveau élevé d'auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe. Ces résultats sont concordants avec notre connaissance des conditions expérimentales. Les enseignants de mathématiques ont bénéficié de davantage d'opportunités d'expérimenter des outils d'IA, soit en obtenant un accès gratuit à Kwyk ou en ayant eu l'occasion de tester Vittascience, un outil qui pouvait être utilisé pour leur matière, lors des sessions en présentiel. Ces résultats montrent que l'intervention a bien eu un effet sur l'utilisation de l'IA, mais uniquement pour les enseignants qui avaient un haut niveau d'implication à l'égard du MOOC ou d'auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe et auxquels de réelles opportunités de tester des outils d'IA ont été données.

5. Résultats concernant les chefs d'établissement

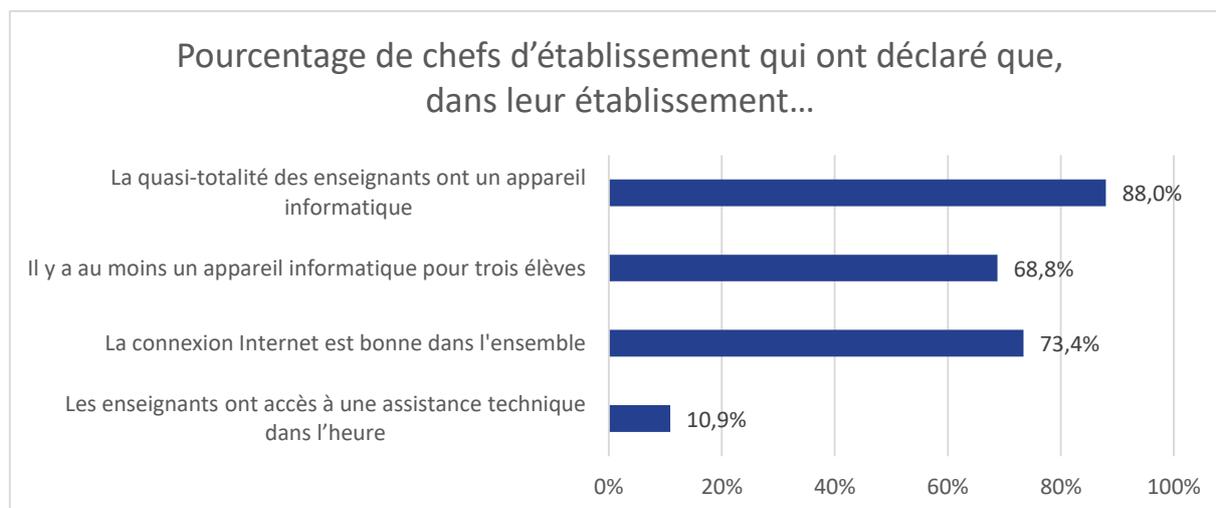
5.1 Equipement numérique des établissements

Globalement, les chefs d'établissement ont indiqué disposer d'un bon niveau d'équipement numérique. En effet, 68,8 % des établissements ont indiqué disposer d'au moins un appareil informatique (p. ex. ordinateur portable, tablette ou ordinateur fixe) pour trois élèves. Dans 96,9 % des établissements, les élèves ont accès à des appareils informatiques mis à disposition par l'établissement directement dans la salle de classe. De plus, 88 % des chefs d'établissement ont déclaré que la quasi-totalité des enseignants dans leurs établissements était équipée d'un appareil informatique (p. ex. ordinateur de bureau, tablette ou ordinateur fixe) qu'ils peuvent utiliser en classe. La plupart des chefs d'établissement (73,4 %) ont également indiqué avoir une bonne connexion Internet dans les salles de classe. Bien que les établissements soient généralement bien équipés, les retours issus des entretiens ont montré que certains **problèmes concrets** sont susceptibles de gêner l'utilisation des outils numériques dans le contexte scolaire.

Chef d'établissement 0627 – extrait d'entretien : L'ordinateur, il faut qu'il soit chargé. Le problème quand on a 35 élèves, si on a la moitié qui arrive avec un ordinateur batterie déchargée, comment on fait ? Ça paraît idiot, mais ça ne l'est pas à l'échelle d'un établissement de presque 2000 élèves.

Concernant les problèmes techniques, tous les chefs d'établissement ont indiqué que les enseignants pouvaient bénéficier d'une assistance technique. Toutefois, seuls 10,9 % ont mentionné que cette assistance était disponible dans l'heure.

Figure 10 : Équipement de l'établissement



5.2 Soutien à la formation continue

73,4 % des chefs d'établissement ont indiqué avoir **encouragé les enseignants à participer au projet AI4T**. Dans les établissements du groupe intervention, **73,8 %** ont également précisé qu'ils avaient **fourni aux enseignants des informations** sur le parcours de formation continue. Ces chiffres montrent que certains chefs d'établissement ont activement participé au processus de sélection des participants. Cependant, les discussions avec le ministère français de l'Éducation nationale laissent penser que le processus de sélection des participants a été, en majeure partie, réalisé directement auprès des enseignants. Par ailleurs, toutes les informations relatives au projet n'ont pas été systématiquement communiquées aux chefs d'établissement, ce qui a entraîné une **faible prise en main du projet dans les établissements scolaires**. Il est possible que les chefs d'établissement qui

ont répondu au questionnaire et aux entretiens étaient davantage impliqués dans le projet AI4T que les autres chefs d'établissement de l'échantillon. L'extrait suivant illustre le cas d'un chef d'établissement qui a initié la participation de l'établissement au projet, mais qui n'a pas été tenu informé de sa progression.

Chef d'établissement 0627 – extrait d'entretien : Moi, ça m'a tout de suite intéressé. Je me suis dit, tiens, il y a peut-être quelque chose à creuser, des outils à récupérer, des bonnes idées qui peuvent être déployées dans les établissements pour les élèves. Et donc moi, j'ai souhaité qu'on se porte candidat et j'ai commencé à aller voir quelques enseignants et j'ai tout de suite eu des réponses. Voilà, je vais vous dire que les quatre réponses, ce doit être dans les cinq six premiers que j'ai contactés. [...] J'ai compris qu'on était retenu au mois d'avril. Oui, entre novembre et avril, on a eu zéro info. Y a rien qui est arrivé. J'ai juste mes enseignants qui m'ont dit bah, on a été en formation une journée. [...] Il aurait fallu un mail nous disant oui écoutez, vous êtes dans le panel, vous allez avoir telle info, vous avez telle formation, etc. Et là, je vous avoue, j'aurais suivi un peu plus près, j'aurais probablement lancé un peu plus les enseignants.

De plus, 50 % des chefs d'établissement ont discuté de la satisfaction des enseignants à l'égard du parcours de formation continue avec les enseignants eux-mêmes, mais très peu de chefs d'établissement (**14,3 %**) ont indiqué que **du temps avait été consacré à la dissémination entre pairs**. Un chef d'établissement a également mentionné que le projet n'a pas impulsé une nouvelle dynamique en faveur de l'intégration de l'IA, car **trop peu d'enseignants ont été impliqués** dans le projet, ou ont eu accès à des outils d'IA, ou les ont utilisés et en ont été satisfaits. Un autre chef d'établissement a toutefois mentionné qu'il voulait **élargir la portée** du parcours de formation continue pour inclure un plus grand nombre d'enseignants l'année suivante.

Chef d'établissement 0601 – extrait d'entretien : La seule expérience satisfaisante à cet égard a été celle du prof de math. Donc ça a touché un prof. Donc on n'a pas un effet de catalyseur ou d'entraînement qui s'est mis en place.

Chef d'établissement 0530 – extrait d'entretien : J'aimerais l'an prochain, si ce type de projet est reconduit, j'aimerais pouvoir le généraliser à plus de personnel.

La majorité des enseignants qui ont participé au projet AI4T **n'étaient pas payés** pour les heures consacrées au projet (**76,2 %**). Dans la majorité des cas, **ils n'étaient pas remplacés** lorsqu'ils prenaient part au parcours de formation continue pendant leurs heures de cours (**69 %**). Presque la moitié des chefs d'établissement **ignoraient si les dépenses des enseignants** liées à l'expérimentation AI4T ont été remboursées (**45,2 %**), **et certains ont affirmé que les enseignants n'ont eu aucune dépense (23,8 %)**. Ces constats sont en accord avec l'expérience habituelle des enseignants du secondaire en France participant à des actions de formation continue en France et ils ne semblent pas avoir constitué un problème pour les enseignants.

Chef d'établissement 0530 – extrait d'entretien : Je n'ai pas eu à m'investir et/ou à mettre en place des choses dérogatoires pour qu'ils puissent suivre cette formation. Tout s'est bien passé correctement. Justement, ça a été un retour très positif qu'ils nous ont fait. C'est-à-dire qu'ils ont trouvé que cette participation à ce projet n'était pas n'était pas, comment dirais-je, ni intrusive, ni ne mettait la pression sur les personnels, laissait une certaine liberté aux enseignants qui étaient engagés. Donc il n'y a pas eu de souci particulier à ce niveau-là.

5.3 Leadership en matière d'IA

Connaissances et utilisation de l'IA chez les chefs d'établissement

Le niveau de **connaissances sur l'IA** des chefs d'établissement est apparu légèrement plus faible que celui des enseignants impliqués dans le projet AI4T. En effet, 64,1 % des chefs d'établissement ont évalué eux-mêmes leur niveau de connaissances sur l'IA comme étant « plutôt mauvais » ou encore plus faible. De plus, 71,9 % ont indiqué ne connaître le nom d'aucun outil d'IA conçu pour l'enseignement et l'apprentissage. Enfin, 81,2 % des chefs d'établissement ont également déclaré ne pas utiliser d'outils d'IA dans leur travail. Parmi les 5 chefs d'établissement interrogés, les deux qui

utilisent des outils d'IA dans leur travail ont parlé de ChatGPT. Un chef d'établissement a mentionné qu'il avait simplement essayé ChatGPT, tandis qu'un autre a indiqué l'utiliser fréquemment.

Chef d'établissement 0601 – extrait d'entretien : *Je l'utilise beaucoup, beaucoup, assez souvent, assez fréquemment sur des aides à la rédaction de documents. Alors ça va de présenter un sujet, enfin, avoir une présentation synthétique sur un sujet, à m'aider à rédiger un mail sur tel ou tel sujet, ou un discours, ou une convention de stage, ou une convention de partenariat ou des statuts d'association. Donc voilà, c'est vraiment pratique pour ça, parce que voilà, on n'a pas besoin de réinventer l'eau tiède.*

Dynamique de l'établissement sur l'intégration de l'IA

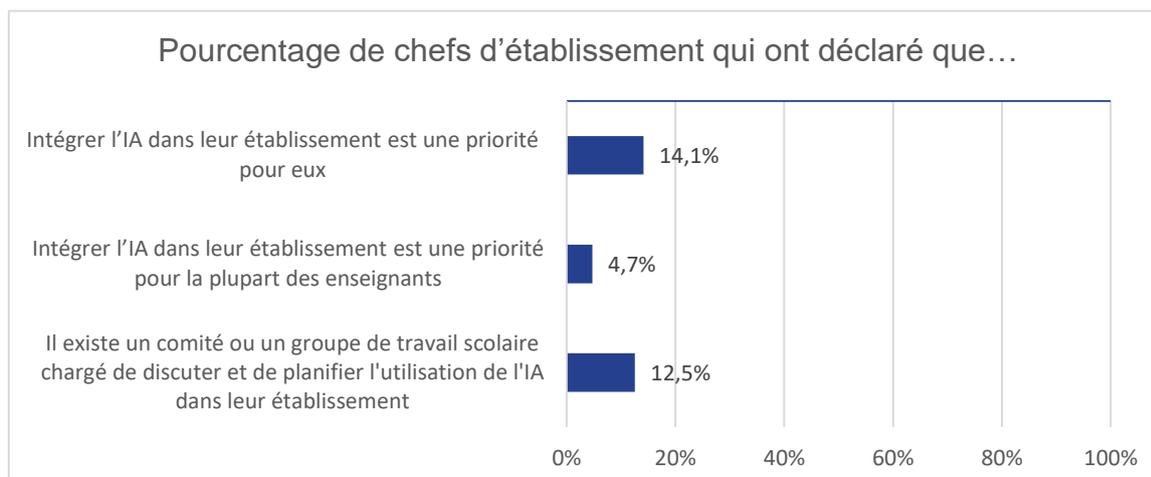
Nous **avons observé un manque général de leadership en matière d'IA dans les établissements scolaires**. Seuls 14,1 % des chefs d'établissement considéraient l'intégration de l'IA dans leur établissement comme une priorité et 12,5 % ont déclaré qu'un comité ou un groupe de travail avait été mis en place pour discuter de l'utilisation de l'IA. 71,9 % des chefs d'établissement ne consacraient pas de temps du tout à la planification, à la maintenance et à la gestion de l'utilisation de l'IA dans leur établissement. En outre, **la plupart des chefs d'établissement (59,4 %) ignoraient si les enseignants de leur établissement avaient accès à des outils pédagogiques d'IA**. Lorsqu'il y avait une dynamique en faveur de l'intégration de l'IA, elle semblait être le fait d'un petit groupe d'enseignants. 53,1 % des chefs d'établissement ont indiqué que l'IA était une priorité dans leur établissement pour « quelques enseignants uniquement ».

Parmi les cinq chefs d'établissement qui ont été interrogés, trois d'entre eux ont mentionné que l'utilisation de l'IA par les enseignants était le résultat d'un intérêt personnel. Seul un chef d'établissement a indiqué avoir encouragé les enseignants à utiliser des outils d'IA. Un autre chef d'établissement a affirmé que l'utilisation des outils numériques était une priorité dans l'établissement et qu'un groupe de travail y était consacré, mais il n'a pas mentionné de politique particulière relative à l'utilisation de l'IA.

Chef d'établissement 0525 – extrait d'entretien : *La première partie de la question, est-ce que je veux qu'ils l'utilisent, je dirais, personnellement, j'ai pas d'idée là-dessus. C'est à chaque enseignant, c'est pareil pour le numérique, de savoir, si je fais une séance numérique, est ce que... ce que j'interroge, c'est quelle est l'efficacité pédagogique. Et donc ça c'est à l'enseignant de l'évaluer avec son inspecteur pédagogique.*

Chef d'établissement 0530 – extrait d'entretien : *Oui, bien sûr, je leur dis d'utiliser, moi, quand j'en parle. D'abord, il faut l'utiliser parce que les élèves peuvent l'utiliser aussi à leur niveau, donc il faut savoir ce qu'il y a derrière. Donc ils seront incités à l'utiliser, bien sûr. En tout cas, ça fait partie du paysage maintenant.*

Figure 11 : Dynamique de l'établissement sur l'intégration de l'IA



Même si les chefs d'établissement considèrent généralement que les **préoccupations éthiques** sont un sujet important dans l'intégration de l'IA dans les établissements — 53,1 % ont affirmé qu'elles jouaient un rôle majeur ou étaient le facteur le plus important à prendre en compte pour l'intégration de l'IA —, seuls 34,4 % ont transmis des directives éthiques relatives à l'IA et à la protection des données à leurs personnels et seulement 9,4 % aux parents des élèves. L'IA semble être toujours considérée comme un phénomène nouveau par les chefs d'établissement et les enseignants, même si la protection des données est déjà abordée dans certains établissements.

Chef d'établissement 0627 – extrait d'entretien : *[Enquêteur : Est ce que l'IA fait déjà l'objet d'une réflexion dans votre établissement ?] Pas du tout. Pas du tout en fait. Je pense qu'il y a pas grand monde qui maîtrise, même si là on entend de plus en plus parler de ChatGTP, et c'est celui qui circule le plus en salle des professeurs. Même s'il a pas forcément bonne presse. Il circule avec plutôt un aspect négatif des choses. Mais sinon, à part ces quatre enseignants-là qui sont modestement investis dans cet aspect-là des choses, les autres, non à part ce qu'on entend dans les médias ou ce qu'on pourrait entendre dans certains échanges sur Internet, je pense qu'il y a pas grand monde qui est très investi dans ce domaine. Ça reste encore un petit peu de la science-fiction.*

Chef d'établissement 0525 – extrait d'entretien : *On essaie d'orienter les élèves et les professeurs vers l'utilisation d'outils qui sont compatibles au RGPD. Le référent aux usages numériques et pédagogiques envoie régulièrement des informations.*

Les données collectées auprès des chefs d'établissement montrent que, dans l'ensemble, les établissements scolaires de l'échantillon ont un bon niveau d'équipement numérique. Par conséquent, l'accès aux équipements n'est pas un obstacle significatif à l'utilisation de l'IA.

Nous avons observé que certains chefs d'établissement avaient encouragé les enseignants à participer à l'expérimentation et leur avaient fournis des informations sur le sujet. Les enseignants ne semblent pas avoir eu besoin d'un soutien particulier pour participer à la formation, car ils n'ont pas rencontré de difficulté majeure.

Cependant, il semble qu'il n'y a pas de véritable dynamique dans les établissements encourageant l'utilisation de l'IA. La plupart des chefs d'établissement ne considèrent pas l'intégration de l'IA dans leur établissement comme une priorité. En outre, plus de la moitié d'entre eux ignorent totalement si les enseignants de leur établissement ont accès à des outils pédagogiques d'IA.

6. Résultats concernant les élèves

6.1 Connaissances des élèves sur l'IA

Lorsqu'il leur a été demandé s'ils savaient ce qu'est l'intelligence artificielle, 41 % des élèves ont indiqué qu'ils le savaient « un peu » et 37,3 % qu'ils savaient « plutôt bien ». Cependant, la plupart des élèves ont identifié correctement qu'il y avait de l'IA dans les traducteurs automatiques (80,6 % des élèves), dans les systèmes de reconnaissance d'images (88 %) et dans les moteurs de recherche (67,1 %).

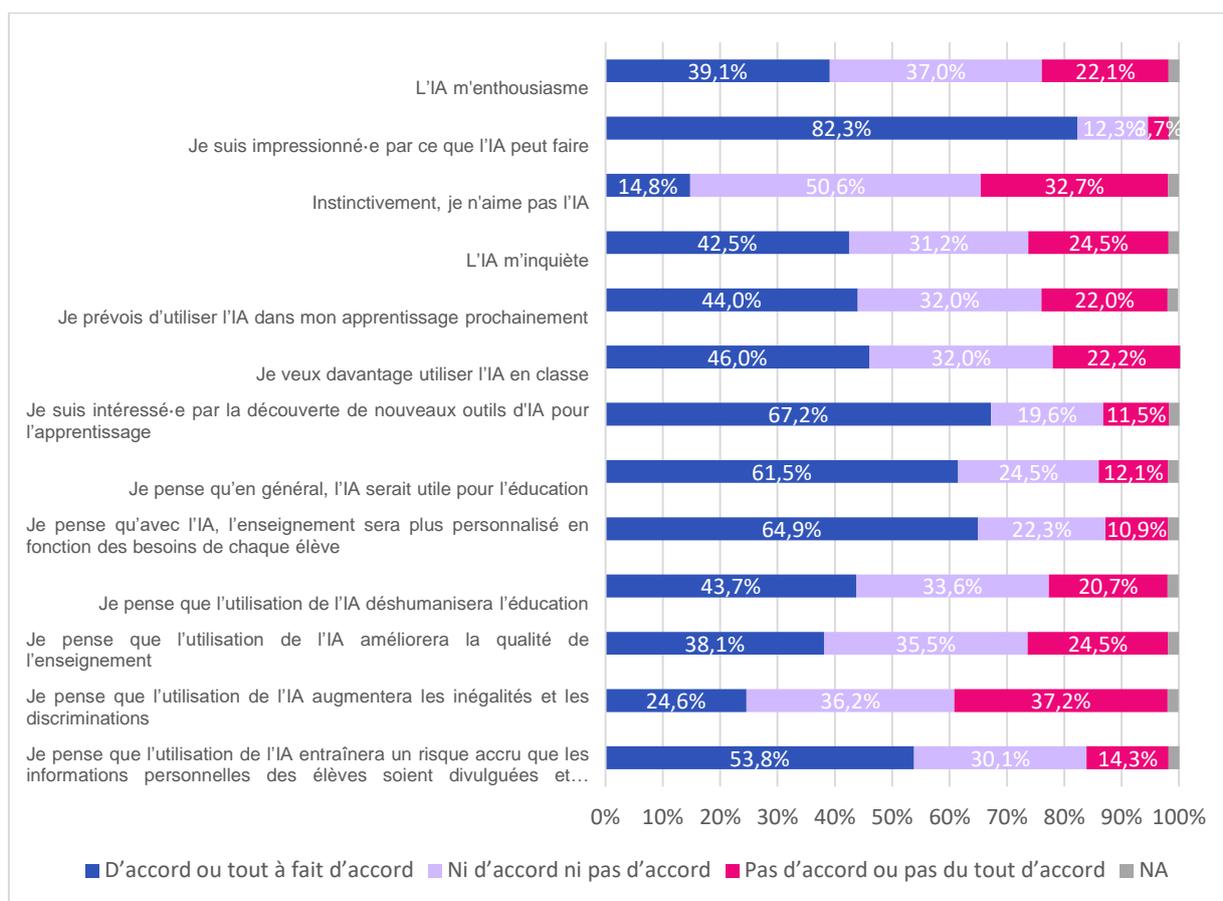
6.2 L'attitude des élèves envers l'IA

L'attitude des élèves envers l'IA a été mesurée en utilisant des affirmations positives et négatives. En moyenne, l'attitude générale des élèves penche vers la neutralité, même si les affirmations positives recueillent un niveau d'accord légèrement plus élevé parmi ce groupe. Sur une échelle de 1 à 5, les scores moyens sont de 3,57 sur l'échelle d'attitude positive et de 3,1 sur l'échelle d'attitude négative.

Les élèves sont généralement impressionnés par ce que l'IA peut faire (82,3 % sont d'accord ou tout à fait d'accord), tandis que les réponses sont divisées sur la question de savoir si l'IA les enthousiasme. Ils se disent également globalement intéressés par la découverte de nouveaux outils d'IA pour l'apprentissage (67,2 %), mais seulement environ la moitié des élèves indique vouloir davantage utiliser l'IA en classe (46 %) ou prévoit d'utiliser l'IA pour apprendre très prochainement (44 %). Enfin, ils considèrent en général que l'IA serait utile pour l'éducation (61,5 %) et qu'elle aiderait à personnaliser l'enseignement en fonction des besoins de chaque élève (64,9 %), mais ils restent divisés sur la question de savoir si cela améliorerait la qualité de l'enseignement.

Les réponses des élèves sont divisées sur les affirmations négatives, p. ex. « l'IA m'inquiète », « je pense que l'utilisation de l'IA va conduire à une déshumanisation de l'éducation », ou « je pense que l'utilisation de l'IA va augmenter les inégalités et les discriminations », tandis que plus de la moitié des élèves (53,8 %) associe l'IA à des risques accrus en matière de confidentialité des données.

Figure 12 : Attitude des élèves envers l'IA

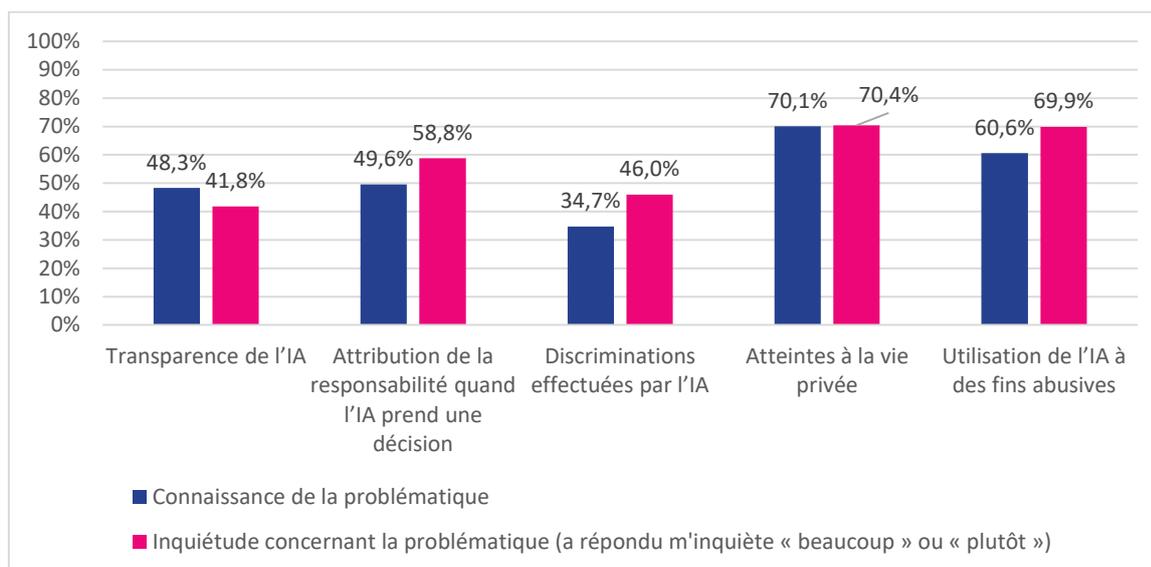


6.3 La connaissance des élèves des questions éthiques et leurs préoccupations liées à l'IA

Les élèves ont également indiqué s'ils étaient **au courant des débats éthiques sur l'IA**. Tandis que la plupart des élèves ont entendu parler de problèmes comme « les possibles atteintes à la vie privée dues à la collecte de données par des outils d'IA » (70,1 %) et « l'utilisation possible de l'IA à des fins abusives » (60,6 %), seule la moitié des élèves a entendu parler du débat sur la transparence de l'IA (48,3 %) ou sur l'attribution de la responsabilité quand l'IA prend des décisions pour les humains (49,6 %). Le débat sur les possibles discriminations effectuées par des outils d'IA est le sujet le moins connu des élèves (34,7 %).

Les élèves sont plus préoccupés par les **possibles atteintes à la vie privée** dues à la collecte de données par des outils d'IA., et l'utilisation potentielle de l'IA à des **fins abusives**. Concernant ces deux préoccupations, 70,0 % et 69,9 % des élèves ont répondu qu'elles les inquiétaient « beaucoup » ou « plutôt ». La difficulté d'attribuer la responsabilité quand l'IA prend des décisions pour les humains inquiète également « beaucoup » ou « plutôt » 58,8 % des élèves.

Figure 13 : La connaissance et les préoccupations des élèves concernant les questions éthiques associées à l'IA

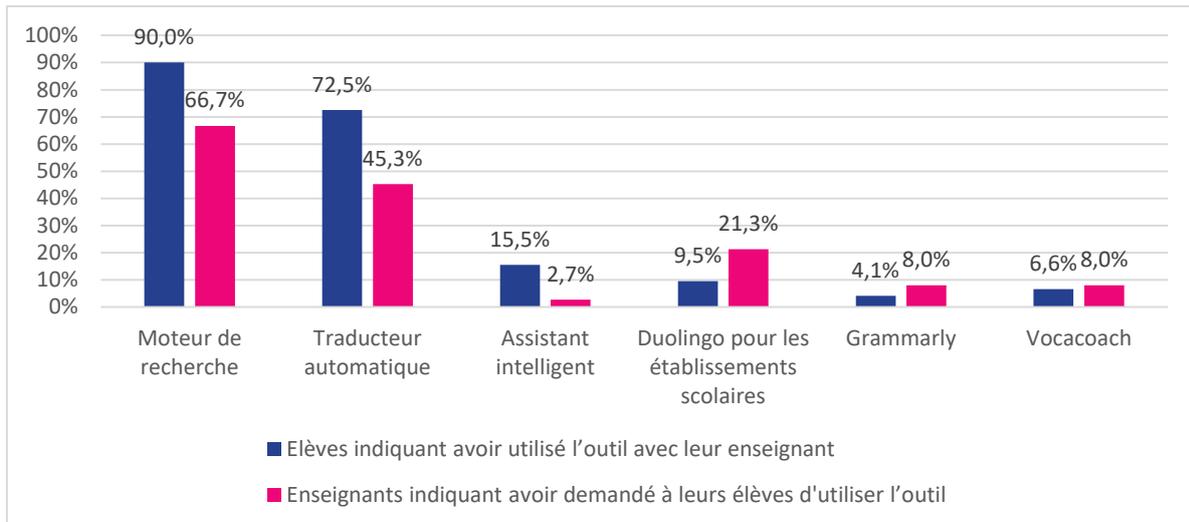


6.4 Utilisation de l'IA par les élèves

Les données des élèves concordent avec les retours des enseignants En avril, 87 % des élèves ont affirmé qu'ils avaient utilisé des outils pédagogiques d'IA avec leur enseignant impliqué dans le projet (81 % des enseignants avaient affirmé qu'ils avaient fait utiliser des outils pédagogiques d'IA à leurs élèves). La concordance des réponses suggère que les élèves étaient **conscients** que les outils qui leur ont été présentés contenaient de l'IA. Une même tendance est également observée chez les **élèves des enseignants de mathématiques** – 62,7 % d'entre eux ont indiqué avoir utilisé Kwyk, tandis que 60,6 % des enseignants ont donné la même réponse.

Les élèves des enseignants d'anglais ont déclaré utiliser davantage les outils génériques d'IA par rapport aux déclarations faites par leurs enseignants à la même époque (mars 2023). En effet, 90 % des élèves ont affirmé avoir utilisé des moteurs de recherche avec leur enseignant participant à l'expérimentation, 72,5 % ont utilisé des traducteurs automatiques et 15,5 % des assistants intelligents. À titre de comparaison, 66,7 % des enseignants d'anglais ont déclaré que leurs élèves avaient utilisé des moteurs de recherche, 45,3 % des traducteurs automatiques et 2,7 % des assistants intelligents. Ces données montrent que les élèves utilisent les outils d'IA plus souvent que leurs enseignants le leur demandent.

Figure 14 : Comparaison des déclarations des enseignants d'anglais et des élèves concernant l'utilisation d'outils d'IA pour les cours



Globalement, les élèves ont indiqué avoir une certaine compréhension de ce qu'est l'IA, même si près de la moitié d'entre eux a affirmé ne comprendre le concept que partiellement.

La plupart des élèves sont d'accord avec les affirmations positives concernant l'IA, indiquant qu'ils sont impressionnés par l'IA ou que l'IA serait utile à des fins pédagogiques. D'un autre côté, près de la moitié d'entre eux est d'accord pour dire que l'IA est une source d'inquiétude. En outre, il convient de noter qu'une part significative d'élèves, environ un tiers, semble n'avoir aucune opinion tranchée sur l'utilité pédagogique de l'IA (ni d'accord ni pas d'accord).

Alors que la plupart des élèves font preuve d'une certaine connaissance des questions relatives à la confidentialité des données et aux utilisations abusives de l'IA, ils semblent avoir peu conscience des autres préoccupations, comme la transparence de l'IA, les pratiques discriminatoires générées par l'IA ou l'attribution de la responsabilité quand l'IA prend des décisions pour les humains.

Enfin, les affirmations des élèves concernant l'utilisation de l'IA en classe, sont en accord avec les affirmations des enseignants, sauf concernant les outils d'IA qui ne sont pas spécifiquement destinés à l'éducation, comme les traducteurs automatiques ou les moteurs de recherche. Les élèves semblent utiliser ces outils plus fréquemment que leurs enseignants le leur demandent.

7. Principales conclusions

7.1 Sur la formation à l'IA

De nombreux enseignants et chefs d'établissement qui ont participé au projet ont exprimé le **besoin de suivre une formation sur l'IA**. Certains ont souligné que l'IA est une technologie actuelle très utilisée dans la société, plutôt qu'une innovation futuriste, et ils ont mis l'accent sur l'urgence de se former à l'IA. Ils ont expliqué avoir besoin d'une assistance professionnelle pour pouvoir répondre aux questions des élèves, les guider et utiliser l'IA intelligemment avec eux. Les enseignants ont jugé qu'il était important d'avoir une bonne compréhension de l'IA et des questions liées à l'IA avant d'utiliser cette technologie avec leurs élèves.

Enseignant 0516_3 – extrait d'entretien : *Je pense qu'il y a quand même pas mal de profs qui, à cause de ChatGTP, commencent à avoir peur ou envie de se former eux-mêmes parce qu'ils sentent que ça devient urgent. Il y a une augmentation de la vitesse du besoin.*

Enseignant 0530_2 – extrait d'entretien : *Tout à l'heure, vous avez parlé éventuellement des éventuels dangers de l'IA. Alors ça, c'est quelque chose que je pense qu'il est important de signaler aux élèves. Mais pour en parler, il faut bien maîtriser le sujet et en général, quand je parle d'un sujet, j'aime bien le maîtriser et là je suis un peu dans le doute. C'est même pas je suis dans le doute, c'est que je maîtrise pas encore et je ne me vois pas en parler, si je maîtrise pas.*

Les connaissances des enseignants sur l'IA au début de l'expérimentation montrent que la plupart de ceux qui ont participé au projet avaient déjà une certaine compréhension de l'IA, mais qu'ils ne connaissaient pas la technologie sous-jacente. Par exemple, ils jugeaient difficile de dire quand l'IA était présente dans un outil ou pas. Le parcours de formation continue AI4T s'est révélé efficace pour améliorer les connaissances des enseignants sur l'IA. De nombreux enseignants ont affirmé avoir trouvé les ressources très instructives et certains ont souligné la qualité de l'expertise. Il serait par conséquent utile de **mettre à disposition les ressources d'apprentissage élaborées pendant le projet AI4T pour répondre au besoin des enseignants de mieux comprendre l'IA**.

Toutefois, les enseignants ont déclaré que les ressources AI4T manquaient de praticité. Tandis que certains enseignants ont utilisé les vidéos du MOOC comme ressources à montrer à leurs élèves, d'autres ont souligné que, pour transmettre des connaissances sur l'IA aux élèves, ils auraient besoin d'une **formation plus spécifique axée sur la pédagogie**.

Surtout, le parcours de formation continue AI4T n'était pas suffisant pour aider les enseignants à utiliser l'IA. Le faible niveau de satisfaction des enseignants concernant l'utilité du parcours dans leur travail témoigne de cette lacune, et il n'y a pas eu d'impact mesurable de la formation sur l'utilisation de l'IA, à l'exception du cas des enseignants de mathématiques présentant un niveau élevé d'auto-efficacité pour intégrer l'IA en classe ou d'implication à l'égard du MOOC. Les enseignants ont souligné la nécessité d'avoir une aide pratique avec des exemples concrets de pratiques pédagogiques intégrant l'IA en classe. Ils s'attendaient à une formation professionnelle qui leur expliquerait comment utiliser l'IA, afin de faciliter les pratiques professionnelles, comme la gestion des différences de niveaux parmi les élèves et la différenciation de l'enseignement. Pour de nombreux enseignants, la partie théorique du parcours a été trop approfondie par rapport à la partie pratique et applicable. **Une formation professionnelle qui intègre des apports théoriques plus concis et met fortement l'accent sur la pratique semblerait mieux correspondre aux attentes des enseignants**.

Chef d'établissement 0523 – extrait d'entretien : *Ils n'ont pas su tout de suite comment pouvoir appliquer en classe. Concrètement, ils ont pas su les usages pratiques à faire avec les élèves.*

Enseignant – réponse à question ouverte : *[J'attendais de la formation] des exemples d'utilisation concrète en classe devant élèves, et du temps de manipulation des outils disponibles pour me familiariser, étape indispensable avant d'envisager une pratique régulière devant et avec mes élèves.*



Enseignant 0612_2 – extrait d'entretien : *Je comprends tout à fait l'aspect 'initier' un petit peu sur ce qu'est l'IA et ainsi de suite, mais à un moment donné, ça devenait trop dense et trop d'informations pour la cible que je représente, à savoir l'enseignant qui lui, a la préoccupation de qu'est-ce que je peux mettre en place aujourd'hui au sein de ma classe afin de réduire l'hétérogénéité que je constate, afin de favoriser des parcours individualisés afin de répondre à des demandes concrètes.*

Enfin, de nombreux enseignants ont exprimé leur satisfaction à l'égard de l'apprentissage hybride. Ils ont souligné les avantages et les limites des ressources en ligne, et ils ont accordé beaucoup d'importance aux interactions pendant les sessions en présentiel. Quelques enseignants n'ont pas aimé l'apprentissage autonome en ligne. Ces commentaires suggèrent que **l'utilisation des ressources d'apprentissage en ligne d'AI4T devrait être intégrée à un parcours formation qui permette davantage d'interactions et un soutien continu.**

Les chefs d'établissement pourraient également bénéficier d'une formation professionnelle sur l'IA. Nombre d'entre eux ont déclaré que leurs connaissances sur l'IA étaient « plutôt mauvaises » et qu'ils ne consacraient pas beaucoup de temps à soutenir les enseignants essayant d'intégrer l'IA en classe.

Chef d'établissement 0530 – extrait d'entretien : [Enquêteur : Et vous pensez que ça pourrait être pertinent que les chefs d'établissement aussi reçoivent une formation à l'IA ?] Bien sûr. Bien sûr, ça peut être très pertinent parce qu'on manque d'information sur ce sujet. On peut éventuellement avoir des informations dans la presse, mais une information précise, concrète, ça paraît utile, voire nécessaire.

7.2 Sur le développement des outils d'IA

La plupart des enseignants de l'échantillon considèrent que l'IA présente une utilité pédagogique. Il est par conséquent important d'**investir dans cette technologie**. De nombreux enseignants s'attendaient à obtenir des outils dans le cadre du projet, qu'ils pourraient utiliser avec leurs élèves. Globalement, les enseignants ont été déçus de ne pas avoir plus d'outils à disposition. Dans leurs retours, les enseignants mentionnent les différents obstacles à l'accès aux outils d'IA. De nombreux outils pédagogiques sont payants. Même si les enseignants de mathématiques ont bénéficié d'un accès gratuit à l'outil pédagogique Kwyk, ils auraient souhaité conserver cet accès après la fin du projet. Les outils génériques d'IA comme ChatGPT ont soulevé d'autres questions, comme la non-conformité au RGPD. Il a donc été déconseillé aux enseignants d'utiliser cet outil avec leurs élèves. **Pour soutenir l'utilisation des outils d'IA par les enseignants, il est important de s'assurer au préalable qu'ils connaissent et qu'ils aient accès à des outils d'IA gratuits (ou payés sur le long terme) et conformes au RGPD.**

Chef d'établissement 0627 – extrait d'entretien : Je crois qu'il y a une petite déception par rapport aux outils. Ils pensaient avoir accès à une banque d'outils, une banque d'applications. Bon, voilà des choses qui étaient peut-être un peu plus exploitables directement avec les élèves et je pense qu'ils ont grappillé quelques éléments, mais je pense qu'ils s'attendaient à plus que ça.

Enseignant 0516_2 – extrait d'entretien : Comme je suis en maths, on nous donne un site qui est payant [Kwyk]. Que l'année prochaine, si j'utilise ce site, c'est facile, je ne peux pas l'utiliser, sinon je dois faire payer mes élèves. Donc je ne vais pas l'utiliser.

Chef d'établissement 0601 – extrait d'entretien : Les personnes de AI4T ont dit que c'était pas utilisable dans le cadre de l'exercice pédagogique puisque pas conforme au RGPD.

Les participants ont également souligné que les **outils devraient répondre à des besoins professionnels spécifiques**. Ces besoins peuvent varier en fonction de la matière enseignée par l'enseignant, mais également en fonction du niveau académique des élèves et du profil des élèves. Le fait d'impliquer les enseignants dans la conception de ces outils aiderait à répondre plus spécifiquement à ces besoins.

Enseignant 0516_2 – extrait d'entretien : *Que ce soit plus spécifique au métier de chacun, c'est à dire moi qui suis en maths/sciences qu'on m'aide un peu plus là-dessus, qu'on nous donne un peu plus d'outils, on sait qu'ils bougent beaucoup [...] Donc si d'autres outils étaient faits, par exemple pour les lycées pros, certainement ils se diraient là avant de réviser leurs devoirs pour être plus près quoi.*

Chef d'établissement 0627 – extrait d'entretien : *Je pense que si on veut que l'outil soit utilisé par les enseignants, il faut que l'idée vienne des enseignants. C'est à dire que je pense que si c'est une entreprise, une association qui développe un outil quel qu'il soit, s'appuyant sur de l'intelligence artificielle sans consulter les enseignants, il y a peu de chances que l'outil soit adapté et soit utilisé. C'est à dire qu'il faut assurément qu'il y est des enseignants dans l'équipe de développement ou à titre de test ou qu'ils expérimentent pour voir parce que c'est très compliqué.*

Afin de déterminer les besoins professionnels que l'IA pourrait satisfaire, les enseignants ont répondu à une question ouverte sur les superpouvoirs qu'ils souhaiteraient avoir pour les aider à faire leur travail. Les résultats ont montré qu'ils voulaient **de l'aide pour les corrections** (38,3 %), **personnaliser l'enseignement** (34,4 %), **comprendre leurs élèves et analyser leurs difficultés** (22,8 %) et **créer du contenu de cours et des exercices** (20,6 %). Il leur a également été demandé à la fin de l'expérimentation s'ils pensaient que l'IA était utile pour des pratiques pédagogiques spécifiques. Les pratiques pédagogiques pour lesquelles la plupart des enseignants pensent que l'IA serait utile sont la création de contenu de cours (91,1 %), les corrections (81,7 %), le suivi de l'apprentissage et du comportement des élèves (82,8 %) et l'analyse des erreurs des élèves (83,9 %). **69,4 % des enseignants estiment qu'avec l'IA, l'enseignement sera plus personnalisé en fonction des besoins de chaque élève.**

Enseignant 0524_3 – extrait d'entretien : *[La correction], c'est la partie qui nous prend du temps et qui est intéressante pour comprendre un peu les erreurs des élèves et voir leur niveau. Je pense qu'il faut continuer un peu à le faire, mais parfois on va peut-être se freiner à leur donner des évaluations, même formatives, parce que ça va nous prendre du temps à les corriger. Alors que justement avec des outils d'assistance comme ça, qui proposent des exercices, qui les corrigent, qui nous font un état des lieux, un peu de leur niveau, ben je trouve que ça c'est intéressant dans notre métier.*

Enseignant 0516_1 – extrait d'entretien : *Donc, on va dire globalement être capable de construire une planche d'exercices sur un thème donné, c'est quelque chose qui va intéresser tous les enseignants.*

Enseignant 0524_2 – extrait d'entretien : *Si je crée des outils, des évaluations numériques ou que je commence à mettre des choses dedans et que derrière il y a là de l'intelligence artificielle qui essaye d'analyser un peu ce qui se passe, ça m'intéresse.*

Chef d'établissement 0627 – extrait d'entretien : *On sait très bien, dans une classe, il y a des niveaux diverses et variés, et encore plus qu'il y a 20 ans. Et donc l'enseignant fait parfois le grand écart entre des élèves qui ont des niveaux très très très très opposés. On pourrait avoir de très bons élèves qui travaillent un peu plus en autonomie et l'enseignant pourrait se consacrer un peu plus aux élèves en difficulté et avec des outils adaptés. Parce que le problème c'est qu'il faut pas que certains élèves s'ennuient. [...] Je pense qu'on pourrait gagner sur la gestion, l'hétérogénéité d'une classe, quelle que soit la discipline, grâce à un outil comme une application avec de l'IA derrière.*

Par conséquent, **le fait de fournir aux enseignants des outils d'IA qui effectuent les corrections, la planification des cours et qui aident à personnaliser et suivre/analyser le travail de l'élève serait particulièrement utile.**

7.3 Sur les questions éthiques associées à l'IA

Les enseignants et les chefs d'établissement ont exprimé **la nécessité que les pouvoirs publics s'emparent du sujet et veillent à ce que les considérations d'ordre éthique soient prises en compte lors de l'utilisation d'outils d'IA dans un environnement scolaire.** Certains participants ont mentionné la nécessité que les pouvoirs publics développent des outils d'IA éthiques dédiés à l'éducation. D'autres participants ont demandé à ce que les outils d'IA soient approuvés par les

institutions nationales. Il est essentiel de disposer de directives cohérentes pour favoriser l'utilisation de l'IA. Pendant l'année d'expérimentation, des outils, comme ChatGPT, ont été présentés aux enseignants, mais les inspecteurs leur ont demandé de ne pas les utiliser avec des élèves.

Chef d'établissement 0530 – extrait d'entretien : *L'investissement. Tout ce qui existe actuellement, ce sont des outils soit asiatiques, soit qui proviennent des États-Unis. Les outils qui se développent maintenant sur le sujet, comme on dirait, pour le grand public. Mais c'est vrai qu'on aimerait bien que l'Éducation nationale puisse s'en saisir.*

Enseignant 0608_1 – extrait d'entretien : *Moi, en tant que professeur, je me sens pas forcément les connaissances et la carrure pour dire ok là je valide. Moi je peux valider le côté pédagogique, mais je ne suis pas sûr de pouvoir valider autre chose. En fait, j'ai pas la prétention sur un outil comme ça. J'aurais besoin d'avoir des gens qui soient compétents d'un point de vue informatique pour pouvoir valider cet aspect.*

Enseignant 0606 – extrait d'entretien : *Il faudrait qu'on nous présente cet outil et que ce soit validé par les inspecteurs. Pour être sûr qu'on reste dans les clous, je pense*

Les résultats de l'enquête auprès des chefs d'établissement montrent qu'il manque un leadership en matière d'IA au niveau des établissements scolaires. Bien que les chefs d'établissement pensent que les questions éthiques soient une préoccupation importante pour intégrer l'IA dans le milieu scolaire, seuls quelques-uns ont fourni à leur personnel des directives éthiques concernant l'IA et la protection des données (34,4 %). Encore moins de chefs d'établissement ont communiqué à ce sujet avec les parents d'élèves (9,4 %). Étant donné la croissance rapide de l'IA, les participants ont proposé que **les chefs d'établissement jouent un rôle actif pour communiquer avec le personnel et les parents d'élèves sur l'utilisation de l'IA dans l'établissement.**

Chef d'établissement 0627 – extrait d'entretien : *Par rapport à l'intelligence artificielle, non, puisque c'est pas beaucoup utilisé encore pour l'instant. Il faudra qu'on y vienne effectivement, quand ça se développera, quand on aura des outils avec de l'intelligence artificielle, il faudra effectivement qu'on informe.*

Enseignant 0628 – extrait d'entretien : *Il y a peut-être à discuter ou à faire signer ou à rajouter peut-être dans les règlements intérieurs, des consentements écrits des élèves et des parents, sur le fait qu'on va utiliser dans le cadre de la classe l'intelligence artificielle, pour que ce soit une utilisation qui soit validée, en tout cas qui soit annoncée comme une utilisation pédagogique et qui soit acceptée de fait par la signature, par les parents, les familles et par les élèves.*

Nous avons constaté que la **préoccupation principale des participants concernait la protection des données.** En effet, 62,2 % des enseignants ont estimé qu'avec le développement de l'IA dans l'éducation, les informations personnelles des élèves auront plus de risque d'être divulguées et utilisées à leurs dépens. De plus, 70,4 % des élèves ont également répondu que les atteintes possibles à la vie privée dues à la collecte de données par des outils d'IA les inquiétaient « beaucoup » ou « plutôt ». Les participants interrogés en entretien ont généralement mentionné la protection des données en premier, et certains ont souligné qu'il s'agissait d'une exigence absolue pour l'intégration de l'IA dans les établissements scolaires. L'importance de la confidentialité des données est généralement liée à la question de la **transparence** relative à la manière dont les données collectées sont utilisées. 64,7 % des enseignants pensent que l'intégration de l'IA impliquerait une surveillance accrue dans les établissements scolaires, et 67,9 % d'entre eux estiment que cela augmenterait l'influence des entreprises privées sur l'école. De plus, l'utilisation possible de l'IA à des fins abusives inquiète « beaucoup » ou « plutôt » 69,9 % des élèves.

Chef d'établissement 0627 – extrait d'entretien : *Les enseignants, ils vont claquer la porte s'il n'y a pas de protection de leurs données à eux et des données des élèves, ça c'est une certitude. On voit, les parents sont de plus en plus vigilants sur le droit à l'image par exemple. Donc vous pouvez être sûr qu'au niveau de l'intelligence artificielle, ils vont aussi être très, très vigilants.*

Chef d'établissement 0627 – extrait d'entretien : *Les données où vont-elles ? Que va-t-on en faire ? Elles sont stockées ? Quelle utilité elles ont ? Voilà, il y a pas mal de choses. Nous, on travaille sur des élèves qui sont*

on va dire fragiles, qu'on peut modeler assez facilement, et donc si on a des mauvaises intentions, on peut aussi les déformer et ça c'est des choses qui attirent l'attention des enseignants et ils sont vigilants par rapport à ça. Donc oui, il y a une petite méfiance quand même.

Enfin, les élèves n'ont souvent pas connaissance du débat sur la transparence de l'IA, sur l'attribution de la responsabilité et sur les discriminations résultant de l'utilisation de l'IA. Cela indique qu'ils pourraient être **mieux informés sur les questions éthiques liées à l'IA.**



8. Annexes

Annexe A : Suivi du processus de nettoyage des données en France

	Questionnaire initial enseignants	Questionnaire final enseignants	Questionnaire chefs d'établissement	Questionnaire élèves
Nombre de réponses (non vides)	272	201	78	1 143
Nombre de réponses sans doublons	240	188	64	1 143
Nombre de réponses ayant terminé au moins le premier module de résultats	239	185	64	1134
Nombre de réponses ayant terminé les deux questionnaires	180	180	x	x

Annexe B : Résumé des propriétés psychométriques des échelles

Tableau 1 : Résumé des propriétés psychométriques des échelles pour le questionnaire destiné aux enseignants

Nom de l'échelle	Propriétés psychométriques
<i>Contexte</i>	
Sentiment d'auto-efficacité pour intégrer les technologies en classe	L'échelle comprend cinq items. Le coefficient alpha de Cronbach est 0,93. Les corrélations item/total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,76 et 0,78. Un facteur sous-jacent explique 72 % de la variance. Les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,84 et 0,86.
<i>Réactions l'égard du parcours de formation continue</i>	
Implication de l'apprenant	L'échelle comprend onze items. Le coefficient alpha de Cronbach est 0,86. Les corrélations item-total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,41 et 0,55. Il y a quatre facteurs sous-jacents. Le premier facteur explique 21 % de la variance. Pour le premier facteur, les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,66 et 0,94. Le deuxième facteur explique 18 % de la variance. Sur le deuxième facteur, les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,69 et 0,79. Le troisième facteur explique 16 % de la variance. Sur le troisième facteur, les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,57 et 0,84. Le quatrième facteur explique 14 % de la variance. Sur le quatrième facteur, les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,69 et 0,94.
Satisfaction à l'égard de l'utilité du parcours de formation continue	L'échelle comprend trois items. Le coefficient alpha de Cronbach est 0,92. Les corrélations item-total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,82 et 0,87. Un facteur sous-jacent explique 79 % de la variance. Les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,85 et 0,94.
<i>Apprentissage des enseignants</i>	
Connaissance du fonctionnement de l'IA	L'échelle comprend cinq items. Le coefficient alpha de Cronbach est 0,68. Les corrélations item-total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,48 et 0,61. Un facteur sous-jacent explique 33 % de la variance. Les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,42 et 0,75.
Familiarité avec les technologies d'IA	L'échelle comprend cinq items. Le coefficient alpha de Cronbach est 0,87. Les corrélations item-total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,65 et 0,72. Un facteur sous-jacent explique 58 % de la variance. Les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,70 et 0,82.
Capacité à identifier les outils d'IA	L'échelle comprend huit items. Le coefficient alpha de Cronbach est 0,77. Les corrélations item/total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,31 et 0,59. Il y a deux facteurs sous-jacents. Le premier facteur explique 31 % de la variance. Pour le premier facteur, les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,67 et 0,89. Le deuxième facteur explique 21 % de la variance. Pour le deuxième facteur, les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,49 et 0,72.
<i>Perceptions de l'IA</i>	

Facilité d'utilisation perçue de l'IA	L'échelle comprend quatre items. Le coefficient alpha de Cronbach est 0,91. Les corrélations item/total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,73 et 0,81. Un facteur sous-jacent explique 72 % de la variance. Les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,77 et 0,88.
Anxiété associée à l'utilisation de l'IA et à l'apprentissage de l'IA	L'échelle comprend trois items. Le coefficient alpha de Cronbach est 0,90. Les corrélations item/total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,74 et 0,83. Un facteur sous-jacent explique 69 % de la variance. Les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,73 et 0,91.
Plaisir associé à l'utilisation et l'apprentissage de l'IA	L'échelle comprend quatre items. Le coefficient alpha de Cronbach est 0,90. Les corrélations item/total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,79 et 0,85. Il y a un facteur sous-jacent. Les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,74 et 0,96.
Utilité perçue de l'IA pour l'éducation	L'échelle comprend dix items. Le coefficient alpha de Cronbach est d 0,88. Les corrélations item/total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,86 et 0,87. Un facteur sous-jacent explique 45 % de la variance. Les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,57 et 0,73.
Utilisation de l'IA	
Utilisation de l'IA	L'échelle comprend quatre items. Le coefficient alpha de Cronbach est 0,9. Les corrélations item/total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,79 et 0,82. Un facteur sous-jacent explique 69 % de la variance. Les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,77 et 0,88.
Utilisation fréquente de l'IA	L'échelle comprend quatre items. Le coefficient alpha de Cronbach est 0,84. Les corrélations item/total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,69 et 0,82. Un facteur sous-jacent explique 58 % de la variance. Les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,75 et 0,83.
Conscience éthique lors de l'utilisation de l'IA	L'échelle comprend trois items. Le coefficient alpha de Cronbach est 0,75. Les corrélations item/total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,70 et 0,76. Un facteur sous-jacent explique 56 % de la variance. Les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,53 et 0,94.
Intention d'utiliser l'IA	L'échelle comprend trois items. Le coefficient alpha de Cronbach est 0,88. Les corrélations item/total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,82 et 0,86. Un facteur sous-jacent explique 74 % de la variance. Les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,69 et 0,95.

Tableau 2 : Résumé des propriétés psychométriques des échelles pour le questionnaire destiné aux élèves

Nom des échelles	Propriétés psychométriques
Attitude envers l'IA dans l'éducation	L'échelle comprend huit items. Le coefficient alpha de Cronbach est d0,82. Les corrélations item/total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,31 et 0,60. Il y a deux facteurs sous-jacents. Le premier facteur explique 31 % de la variance. Pour le premier facteur, les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,53 et 0,77.

	Le deuxième facteur explique 12 % de la variance. Sur le deuxième facteur, les saturations factorielles pour chaque item sont comprises entre 0,53 et 0,64.
Inquiétude concernant les questions éthiques soulevées par l'IA dans l'éducation	L'échelle comprend cinq items. Le coefficient alpha de Cronbach est 0,82. Les corrélations item/total (tau de Kendall) sont comprises entre 0,58 et 0,68. Il y a un facteur sous-jacent qui explique 48 % de la variance. Les saturations factorielles sont comprises entre 0,61 et 0,75.

Annexe C : Comparaisons des variables de contrôle et des résultats lors de la phase initiale entre le groupe contrôle et le groupe intervention

Tableau 1 : Comparaison des variables de contrôle dans le groupe contrôle et le groupe intervention

Variable de contrôle	Groupe contrôle	Groupe intervention	valeur p
Genre <i>(Pourcentage d'hommes)</i>	37 %	49 %	0,02**
Expérience dans l'enseignement <i>(Nombre moyen d'années d'expérience dans l'enseignement)</i>	18,94	18,26	0,45
Taille de la classe <i>(Nombre d'élèves dans la classe participant à l'expérience)</i>	27,38	27	0,55
Difficultés scolaires des élèves <i>(Pourcentage d'élèves ayant des difficultés scolaires dans la classe)</i>	33,11	37,57	0,01**

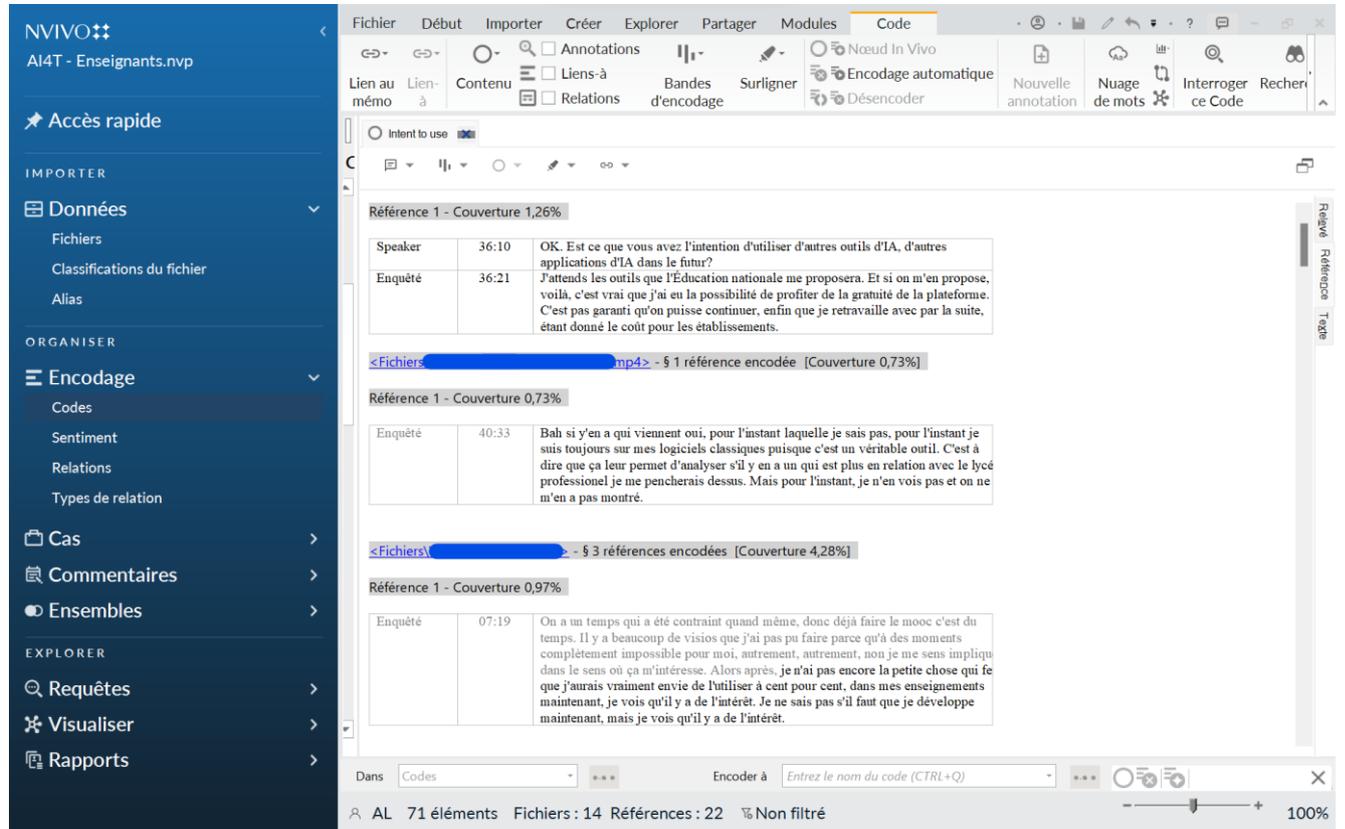
Tableau 2 : Comparaison des moyennes dans les principaux résultats au début de l'expérimentation dans le groupe contrôle et le groupe expérimentation

Résultat	Groupe contrôle	Groupe intervention	valeur p
Connaissances			

Connaissance autoévaluée de l'IA	0,00	-0,01	0,66
Connaissance du fonctionnement de l'IA	0,00	-0,16	0,31
Familiarité avec les technologies d'IA	0,00	-0,03	0,83
Identification de l'IA dans des outils principalement basés sur l'IA	0,00	-0,45	0,01***
Identification de l'IA dans des outils qui ne sont pas principalement basés sur l'IA	0,00	-0,21	0,13
Perception			
Facilité d'utilisation perçue	0,00	0,04	0,83
Anxiété associée à l'utilisation et à l'apprentissage de l'IA	0,00	0,00	0,97
Plaisir associé à l'utilisation et à l'apprentissage de l'IA	0,00	-0,02	0,93
Utilité perçue de l'IA pour l'éducation	0,00	-0,25	0,11
Utilisation			
Utilisation de l'IA	0,00	-0,14	0,36
Utilisation fréquente de l'IA	0,00	-0,12	0,40
Conscience éthique lors de l'utilisation de l'IA	0,01	0,12	0,57
Intention d'utiliser l'IA	0,00	-0,39	0,01***

Annexe D : Exemple de codification des données quantitatives

Dans l'extrait montré ci-dessous, le code intention d'utilisation a été attribué à 22 blocs de texte dans les entretiens avec les enseignants.



The screenshot shows the NVIVO software interface. On the left is a navigation sidebar with sections like 'Accès rapide', 'IMPORTER', 'ORGANISER', and 'EXPLORER'. The main window displays a list of transcripts under 'Référence 1 - Couverture 1,26%'. Below this, there are three more transcripts with their respective coverage percentages: 0,73%, 4,28%, and 0,97%. The bottom transcript is expanded, showing a table with columns for 'Speaker', 'Time', and 'Text'. The text in the expanded transcript is: 'On a un temps qui a été contraint quand même, donc déjà faire le mooc c'est du temps. Il y a beaucoup de visios que j'ai pas pu faire parce qu'à des moments complètement impossible pour moi, autrement, autrement, non je me sens impliquée dans le sens où ça m'intéresse. Alors après, je n'ai pas encore la petite chose qui fe que j'aurais vraiment envie de l'utiliser à cent pour cent, dans mes enseignements maintenant, je vois qu'il y a de l'intérêt. Je ne sais pas s'il faut que je développe maintenant, mais je vois qu'il y a de l'intérêt.'

At the bottom of the interface, a status bar shows: 'AL 71 éléments Fichiers : 14 Références : 22 % Non filtré'.

9. Bibliographie

- Akgun, S., & Greenhow, C. (2021). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 1-10.
- Anderson, R. E., & Dexter, S. (2005). School Technology Leadership: An Empirical Investigation of Prevalence and Effect. *Educational Administration Quarterly*, 41(1), 49-82. <https://doi.org/10.1177/0013161X04269517>
- Badia, Antoni, Julio Meneses, Carles Sigalés, et Sergi Fàbregues. « Factors Affecting School Teachers' Perceptions of the Instructional Benefits of Digital Technology ». *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 141 (août 2014): 357-62. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.063>.
- Banerjee, A. V., & Duflo, E. (2017). An introduction to the "Handbook of Field Experiments." *Handbook of economic field experiments*, 1, 1-24.
- Casper, Wm, Bryan Edwards, Craig Wallace, Ronald Landis, et Dustin Fife. « Selecting response anchors with equal intervals for summated rating scales ». *Journal of Applied Psychology* 105 (15 août 2019). <https://doi.org/10.1037/apl0000444>.
- Cave, S., Coughlan, K., & Dihal, K. (2019). 'Scary Robots': Examining public responses to AI. <https://doi.org/10.17863/CAM.35741>
- Céci, Jean-François. « Analyse des pratiques numériques des enseignants, du collège à l'université, au prisme du genre ». *IJARTEch (International Journal of Applied Research and Technology)*, Articles JIP2018, 1 (janvier 2019). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01994895>.
- Christensen, R. W., & Knezek, G. A. (2009). Construct validity for the teachers' attitudes toward computers questionnaire. *Journal of computing in Teacher Education*, 25(4), 143-155.
- Commission Européenne. (2022). *Plan d'action en matière d'éducation numérique (2021-2027)*. <https://education.ec.europa.eu/fr/focus-topics/digital-education/action-plan>
- Davis, F., Bagozzi, R., & Warshaw, P. (1989). User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, 35, 982-1003. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982>
- Deng, R., Benckendorff, P., & Gannaway, D. (2020a). Learner engagement in MOOCs: Scale development and validation. *British Journal of Educational Technology*, 51(1), 245-262. <https://doi.org/10.1111/bjet.12810>
- Deng, R., Benckendorff, P., & Gannaway, D. (2020b). Linking learner factors, teaching context, and engagement patterns with MOOC learning outcomes. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(5), 688-708. <https://doi.org/10.1111/jcal.12437>
- Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance, Ministère de l'Éducation nationale de la jeunesse et des sports et de l'enseignement supérieur, de la recherche. (2022). *Repères et références statistiques*. <https://www.education.gouv.fr/reperes-et-references-statistiques-2022-326939>
- Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance, Ministère de l'Éducation nationale de la jeunesse et des sports et de l'enseignement supérieur, de la recherche. (2023). *L'indice de position sociale (IPS) un outil statistique pour décrire les inégalités sociales entre établissements, focus sur les collèges*. <https://www.education.gouv.fr/l-indice-de-position-sociale-ips-un-outil-statistique-pour-decrire-les-inegalites-sociales-entre-377738>



European Commission, Directorate-General for Education, Youth. *Final Report of the Commission Expert Group on Artificial Intelligence and Data in Education and Training: A Executive Summary*. LU: Publications Office of the European Union, 2022. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/65087>.

« A Definition of AI: Main Capabilities and Scientific Disciplines ». European Commission, High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, 2019. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/definition-artificial-intelligence-main-capabilities-and-scientific-disciplines>.

Ertmer, Peggy A., Anne T. Ottenbreit-Leftwich, Olgun Sadik, Emine Sendurur, et Polat Sendurur. « Teacher Beliefs and Technology Integration Practices: A Critical Relationship ». *Computers & Education* 59, n° 2 (1 septembre 2012): 423-35. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.02.001>.

Fengchun, Miao, Wayne Holmes, Huang Ronghuai, et Zhang Hui. « AI and education: guidance for policy-makers ». UNESCO, 2021. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>.

Février, F., Gauducheau, N., Jamet, É., Rouxel, G., & Salembier, P. (2011). The study of affects in human-computer interactions: Theories, methods and benefits. *Le travail humain*, 74(2), 183-201.

Guskey, T. R. (2000). *Evaluating professional development*. Corwin press.

Jang, Y., Choi, S., & Kim, H. (2022). *Development and validation of an instrument to measure undergraduate students' attitudes toward the ethics of artificial intelligence (AT-EAI) and analysis of its difference by gender and experience of AI education*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-022-11086-5>

Manon Romain , Romain Imbach , Violaine Morin et Sylvie Lecherbonnier (2023, 11 January). Au lycée, de nouvelles données révèlent l'ampleur du « tri social » entre les voies générale et professionnelle. *Le Monde*. https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2023/01/11/au-lycee-les-indices-de-position-sociale-revelent-l-ampleur-du-tri-social-entre-les-voies-generale-et-professionnelle_6157366_4355770.html

Njiku, J., Maniraho, J. F., & Mutarutinya, V. (2019). Understanding teachers' attitude towards computer technology integration in education: A review of literature. *Education and Information Technologies*, 24(5), 3041-3052. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09917-z>

Noiwan, J., Piyawat, T., & Norcio, A. F. (2005). *Computer Attitude and Computer Self-Efficacy: A Case Study of Thai Undergraduate Students*. 11.

Perrotta, Carlo. « Do School-Level Factors Influence the Educational Benefits of Digital Technology? A Critical Analysis of Teachers' Perceptions: The Educational Benefits of Digital Technology Use ». *British Journal of Educational Technology* 44, n° 2 (mars 2013): 314-27. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01304.x>.

Poyet, Françoise. « Perception de l'utilité et usages pédagogiques d'environnements numériques de travail par des enseignants du second degré ». *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation* 22, n° 1 (2015): 45-64. <https://doi.org/10.3406/stice.2015.1686>.

Remian, D. (2019). Augmenting Education: Ethical Considerations for Incorporating Artificial Intelligence in Education. *Instructional Design Capstones Collection*. https://scholarworks.umb.edu/instruction_capstone/52

Samoili, Sofia, COBO Montserrat Lopez, Blagoj Delipetrev, Fernando Martinez-Plumed, GUTIERREZ Emilia Gomez, et PRATO Giuditta De. « AI Watch. Defining Artificial Intelligence 2.0 », 29 octobre 2021. <https://doi.org/10.2760/019901>.



- Schepman, A., & Rodway, P. (2020). Initial validation of the general attitudes towards Artificial Intelligence Scale. *Computers in Human Behavior Reports*, 1, 100014. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2020.100014>
- Scherer, R., Siddiq, F., & Tondeur, J. (2019). The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers & Education*, 128, 13-35.
- Schiff, D. (2021). Out of the laboratory and into the classroom: The future of artificial intelligence in education. *AI & SOCIETY*, 36(1), 331-348. <https://doi.org/10.1007/s00146-020-01033-8>
- Shattuck, G. (2009). Understanding School Leaders' Role in Teachers' Adoption of Technology Integration Classroom Practices. *Educational Media and Technology Yearbook*, 7-28.
- Suh, W., & Ahn, S. (2022). Development and Validation of a Scale Measuring Student Attitudes Toward Artificial Intelligence. *SAGE Open*, 12, 215824402211004. <https://doi.org/10.1177/21582440221100463>
- Tricot, A. (2020). [Report] Quelles fonctions pédagogiques bénéficient des apports du numérique. Numérique et apprentissages scolaires. https://ecogestion-caen.second-degre.ac-normandie.fr/IMG/pdf/201015_cnesco_tricot_numerique_fonctions_pedagogiques-1.pdf
- Wang, B., Rau, P.-L. P., & Yuan, T. (2022). Measuring user competence in using artificial intelligence: Validity and reliability of artificial intelligence literacy scale. *Behaviour & Information Technolog.* <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0144929X.2022.2072768?journalCode=tbit20>
- Wang, Y.-Y., & Wang, Y.-S. (2019). Development and validation of an artificial intelligence anxiety scale: An initial application in predicting motivated learning behavior. *Interactive Learning Environments*, 0(0), 1-16. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1674887>
- Yennek, N. (2014). Contribution de l'intérêt situationnel à une reconsidération de la satisfaction dans la formation pour adultes [Thesis, Theses.fr]. In *Theses.fr*. <https://www.theses.fr/2014PA100122>

