

HAUTE ÉCOLE DE LA FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES CHARLEMAGNE

Département pédagogique I

Rue des Rivageois, 6

4000 Liège

Section AESI Sciences

***ChatGPT* peut-il être intégré dans un
processus de remédiation au cours
de sciences ?**

Karl Musick

3^e année

Promoteur : G. Evrard

Lecteur : L. Braine

Année Académique 2022 - 2023

*"Si ce que vous demandez à vos élèves peut être
remplacé par une machine, c'est que ce que vous
faites n'est peut-être pas si terrible que ça."*

Amélie Cordier, docteure en intelligence artificielle à l'université de Lyon

HAUTE ÉCOLE DE LA FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES CHARLEMAGNE

Département pédagogique I

Rue des Rivageois, 6

4000 Liège

Section AESI Sciences

***ChatGPT* peut-il être intégré dans un
processus de remédiation au cours
de sciences ?**

Karl Musick

3^e année

Promoteur : G. Evrard

Lecteur : L. Braine

Année Académique 2022 - 2023

Remerciements

Avant toute chose, je souhaite remercier les personnes qui, par leurs conseils, leur soutien, leur patience ou leur simple présence, m'ont aidé à réaliser ce mémoire de fin d'études.

Merci à l'équipe pédagogique des Rivageois et en particulier à ma promotrice, Mme Evrard. Bien avant le début de ce travail, c'est elle qui a attisé l'intérêt tout particulier que je porte aujourd'hui à l'environnement numérique dans l'enseignement. Au fil de ses précieux conseils, elle est parvenue à canaliser toutes mes idées pour arriver à cette version aboutie du travail que vous tenez entre vos mains. Sans sa bienveillance, sa disponibilité et sa réactivité, ce mémoire serait certainement de bien moindre qualité.

Merci à la Direction de l'Athénée d'Evere pour leur temps, leur intérêt et leur confiance. Sans leur complicité, ce travail n'aurait jamais pu voir le jour.

Merci à Florent, Bastien, Julien et mes collègues d'Evere pour les discussions que nous avons pu avoir et qui ont fait aboutir les dispositifs que vous allez découvrir.

Merci à Eloïse pour son soutien et sa confiance inébranlables depuis un an déjà, mais surtout lors des longues journées de rédaction et de relecture de ces dernières semaines.

Merci à Cheyenne, Valentin et Damien sans qui ce cursus aux Rivageois se serait certainement passé tout autrement.

Sommaire

I. Introduction	11
II. Analyse théorique	14
A. La remédiation.....	14
B. L'intelligence artificielle	20
C. ChatGPT.....	31
D. Conclusion	46
III. Démarche Pratique.....	48
A. Introduction.....	48
B. Les hypothèses.....	48
C. Le contexte	49
D. Mise en place du dispositif.....	51
E. Présentation de la démarche pédagogique	53
F. Présentation du dispositif de recherche	58
G. Analyse générale des résultats obtenus	65
H. Analyse détaillée de l'utilisation de la conversation libre	67
I. Analyse détaillée de l'utilisation du « <i>questionnement par l'IA</i> ».....	74
J. Conclusion générale de la partie pratique	79
IV. Analyse réflexive	83
A. Analyse réflexive du dispositif expérimental	83
B. Les difficultés rencontrées	84
C. Le statut des erreurs de ChatGPT	86
D. Les apports professionnels et personnels du travail	87
E. Quelques pistes pour une exploitation de ChatGPT dans le cadre professionnel.....	88
F. Prolongements possibles – autres perspectives pour le travail	97
V. Conclusion.....	101
VI. Bibliographie.....	104
VII. Annexes.....	113

Table des matières

I. Introduction	11
II. Analyse théorique	14
A. La remédiation	14
1. Remédiation et différenciation	14
2. Définition de la remédiation	16
3. Dispositifs et stratégies	17
4. Remédiation immédiate et remédiation différée	18
5. Les limites de la remédiation	18
6. La remédiation dans l'enseignement individualisé	19
7. Remédiation et numérique	20
B. L'intelligence artificielle	20
1. Définition	21
2. Historique	22
3. Comment l'IA apprend-elle ?	27
C. ChatGPT	31
1. ChatGPT par ChatGPT : Interview	31
2. Qu'est-ce qu'un chatbot ?	32
3. ChatGPT : définition	33
4. ChatGPT un chatbot unique en son genre	34
5. Les limites générales de ChatGPT	36
6. ChatGPT : des opportunités pour l'enseignement	38
7. Considérations concernant les compétences des élèves et des professeurs	40
8. Pistes d'utilisation	41
9. Quels sont les problèmes potentiels que l'utilisation de ChatGPT peut créer au niveau des élèves ?	42
10. Les enseignants sont indispensables	43
11. Pistes de réflexion sur l'avenir de ChatGPT	45
D. Conclusion	46
III. Démarche Pratique	48
A. Introduction	48
B. Les hypothèses	48
C. Le contexte	49
1. Description du contexte	49

2.	Présentation de l'échantillon.....	50
D.	Mise en place du dispositif.....	51
E.	Présentation de la démarche pédagogique	53
1.	Présentation simplifiée sous forme de diagramme	53
2.	Description détaillée de la première séance.....	53
3.	Deuxième séance	57
F.	Présentation du dispositif de recherche	58
1.	Diagramme des dispositifs expérimentaux.....	59
2.	Présentation des outils d'évaluation de la maîtrise de la matière.....	59
3.	Google Forms pour recueillir les perceptions des élèves.....	61
4.	ChatGPT : outils de remédiation	61
5.	Dispositif concernant la conversation libre	62
6.	Dispositif concernant le questionnement de l'élève par ChatGPT	63
G.	Analyse générale des résultats obtenus	65
H.	Analyse détaillée de l'utilisation de la conversation libre	67
1.	Maîtrise de la matière.....	67
2.	Interaction	69
3.	Conclusion et réponse hypothèse I.....	72
I.	Analyse détaillée de l'utilisation du « questionnement par l'IA ».....	74
1.	Maîtrise de la matière.....	74
2.	Interaction	77
3.	Conclusion et réponse hypothèse II.....	78
J.	Conclusion générale de la partie pratique	79
IV.	Analyse réflexive	83
A.	Analyse réflexive du dispositif expérimental	83
B.	Les difficultés rencontrées	84
C.	Le statut des erreurs de ChatGPT	86
D.	Les apports professionnels et personnels du travail	87
E.	Quelques pistes pour une exploitation de ChatGPT dans le cadre professionnel.....	88
1.	Du côté des élèves	88
2.	Pour les enseignants de sciences	91
F.	Prolongements possibles – autres perspectives pour le travail	97

V. Conclusion	101
VI. Bibliographie	104
VII. Annexes	113
Annexe 1 : prétest et post-test Quizizz masse et poids	113
Annexe 2 : prétest et post-test Quizizz UAA3 : la cellule et ses composants.....	116
Annexe 3 : prétest et post-test UAA2	122
Annexe 4 : prétest et post-test UAA8	124
Annexe 5: Google Forms perception des élèves conversation libre	126
Annexe 6: Google Forms perception des élèves questionnement par l'IA	129
Annexe 7: limites éthiques de <i>ChatGPT</i>	134
Annexe 8 : capacité de <i>ChatGPT</i> à résumer ses réponses	135
Annexe 9: un élève répond aux questions de <i>ChatGPT</i>	136
Annexe 10: un élève demande à <i>ChatGPT</i> de lui faire un résumé de la matière	137
Annexe 11 : un élève répond de manière inattendue à <i>ChatGPT</i>	137
Annexe 12: utilisation pas très efficace et élève	138
Annexe 13: utilisation efficace de <i>ChatGPT</i> par l'élève pour se faire questionner	139
Annexe 14: limites de l'IA par rapport à la subjectivité et aux données à disposition mises en évidence par un élève	140
Annexe 15: <i>ChatGPT</i> valide la réponse de l'élève alors qu'elle est « <i>fausse</i> ».....	141
Annexe 16: manque de contexte	142
Annexe 17: dérive de l'utilisation de <i>ChatGPT</i> par des adolescents.....	143
Annexe 18: <i>ChatGPT</i> permet aux élèves curieux de trouver des réponses facilement	144
Annexe 19: un élève utilise un prompt où il demande de lui expliquer comme à un enfant	146
Annexe 20: fiche outil <i>ChatGPT</i>	147

INTRODUCTION

I. INTRODUCTION

L'histoire industrielle peut être divisée en trois grandes révolutions. La première a commencé au Royaume-Uni à la fin du XVIII^e siècle, avec l'extraction massive du charbon qui a permis l'invention de la machine à vapeur et l'émergence de nouvelles industries, en particulier dans le domaine textile. La deuxième révolution industrielle a eu lieu entre 1890 et 1910, en Allemagne et sur la côte est des États-Unis. Elle a été rendue possible grâce à l'extraction du pétrole et à l'invention de l'électricité, ce qui a permis l'adaptation de matériaux tels que l'acier et l'aluminium à des industries de pointe. La troisième révolution industrielle s'est produite entre 1970 et 2000, sur la côte ouest des États-Unis et au Japon. L'essor de l'électricité d'origine nucléaire a stimulé la recherche et a conduit à l'émergence de nouveaux matériaux révolutionnaires tels que les résines, les silicones et les céramiques. Cette période a également été marquée par la diffusion mondiale de nouveaux moyens de communication (principalement informatiques) et de transmission de données, comme Internet. Nous sommes actuellement en train de vivre la quatrième révolution industrielle, qui est portée par l'intelligence artificielle et le big data. Cette nouvelle ère est caractérisée par des avancées technologiques significatives, qui sont en passe de transformer la société dans son ensemble. (Teigens et al., 2020)

À l'aube de cette quatrième révolution industrielle et alors que l'enseignement à distance, forcé par la pandémie de covid-19, a accéléré l'adoption de technologies éducatives - y compris d'outils d'enseignement assistés par l'IA - il nous semble primordial d'étudier les enjeux liés à l'IA lorsqu'il s'agit des pratiques professionnelles des enseignants.

En effet, aujourd'hui, certains enseignants invitent leurs élèves à se tourner vers des Systèmes de Tutorat Intelligents (STI) (ex : Wallangues, Lalilo, Kwik, etc.) pour s'évaluer et s'exercer. Ces systèmes utilisent des algorithmes d'apprentissage automatique pour évaluer le niveau de connaissances d'un élève dans un domaine particulier et fournir des commentaires personnalisés et des recommandations pour améliorer sa compréhension. Ces systèmes peuvent également être utilisés pour surveiller la progression des élèves et adapter les tâches d'apprentissage en fonction de leur niveau de compétence.

L'IA peut également être utilisée pour soutenir l'enseignement des langues étrangères. Des systèmes de traduction automatique en temps réel peuvent être utilisés pour aider les élèves à communiquer dans une langue étrangère (ex : Deepl, Google Translate, Reverso, etc.).

De plus, l'IA peut être utilisée pour aider les enseignants à évaluer plus efficacement les travaux des élèves et à fournir des commentaires plus détaillés et plus précis. Les systèmes d'analyse de

texte peuvent être utilisés pour détecter les erreurs de grammaire ou d'orthographe dans les essais des élèves (ex : Forms, Antidote, Scribbr, etc.).

Vous l'aurez compris, l'IA est en plein essor et une multitude d'outils sont en développement et viendront tôt ou tard impacter nos pratiques. Or, depuis la massification de la scolarité, le public scolaire est devenu de plus en plus divers (Flament, 2022). Pour pallier cette hétérogénéité au sein des classes et pour toujours plus d'équité, la remédiation et la différenciation sont devenues des enjeux centraux dans la pratique professionnelle des enseignants. En effet, la remédiation scolaire fait partie à part entière du rôle de l'école ; le décret « *Missions* » (1997) a pour objectif d'amener chaque enfant à la réussite. Cet objectif est défini en ces termes : « *amener tous les élèves à s'approprier des savoirs et à acquérir des compétences qui les rendent aptes à apprendre toute leur vie et à prendre une place active dans la vie économique, sociale et culturelle* ». Pour répondre aux difficultés d'apprentissage des élèves, les écoles mettent notamment en place de la remédiation. Il nous semble évident que l'IA peut être un outil précieux dans cette démarche.

Dans ce travail de fin d'études, nous examinerons l'intérêt de l'IA pour la remédiation en cours de sciences dans l'enseignement secondaire inférieur, cela en mettant en évidence les opportunités et les défis que cette nouvelle ère apporte avec elle.

La question de recherche sur laquelle repose le travail est la suivante : « *ChatGPT peut-il être intégré dans un processus de remédiation au cours de sciences ?* »

Dans cette optique, je formule les deux hypothèses suivantes : (1) L'utilisation de l'IA sous forme d'une conversation libre permet aux élèves d'obtenir des explications individuelles et ainsi d'améliorer la compréhension des élèves. (2) En recourant à l'IA pour leur poser des questions, les élèves peuvent bénéficier d'une assistance personnalisée qui renforce leur compréhension grâce à des explications individualisées

ANALYSE THEORIQUE

II. ANALYSE THÉORIQUE

Dans ce chapitre, nous définirons le concept de remédiation et le distinguerons de la différenciation et de l'enseignement individualisé auxquels il est parfois assimilé. Nous consacrerons ensuite une section à l'IA, son histoire et ses enjeux avant de présenter l'outil *ChatGPT*. Finalement nous aborderons les pistes et les limites l'utilisation de *ChatGPT* comme outil pédagogique mise en évidence par la recherche.

A. LA REMÉDIATION

1. Remédiation et différenciation

Dans un premier temps, je vous propose d'aborder le principe de différenciation afin de pouvoir introduire la remédiation.

La différenciation repose sur le constat de l'hétérogénéité des classes (Perrenoud, 1995). En effet, chaque apprenant possède ses particularités et notamment des particularités d'apprentissage. Burns (1972) a mis en évidence certaines de ces dernières sous forme de postulats :

- *il n'y a pas deux élèves qui progressent à la même vitesse*
- *il n'y a pas deux élèves qui soient prêts à apprendre en même temps*
- *il n'y a pas deux élèves qui utilisent les mêmes techniques d'étude*
- *il n'y a pas deux élèves qui résolvent les problèmes de la même manière*
- *il n'y a pas deux élèves qui possèdent le même répertoire de comportements*
- *il n'y a pas deux élèves qui possèdent le même profil d'intérêt*
- *il n'y a pas deux élèves qui soient motivés pour atteindre les mêmes buts.*

Dès lors, la différenciation pédagogique consiste à adapter les méthodes d'enseignement et le contenu pédagogique aux besoins des différents élèves en fonction de leurs compétences, de leurs styles d'apprentissage et de leurs intérêts. Il s'agit donc de proposer des activités différenciées et des supports pédagogiques adaptés pour permettre à chaque élève de progresser à son rythme. Guay et al (2006) l'ont définie comme ceci :

« Une action du pédagogue qui, sur la base d'une solide connaissance des préalables et caractéristiques d'un ou de plusieurs élèves (sujet), de formules pédagogiques et

d'interventions diversifiées (agent), du programme de formation (objet) et de l'environnement d'apprentissage (milieu), tend à harmoniser ces différentes composantes d'une situation pédagogique ainsi que les relations entre elles, dans le but de favoriser l'apprentissage. »

La différenciation vise donc à favoriser l'apprentissage, notamment en se mettant aux services d'intentions pédagogiques comme assurer l'égalité des acquis de base, la lutte contre le décrochage scolaire ou encore le fait d'amener tous les élèves au maximum de leur potentiel (Forget, s. d.). Dans cette mission, les enseignants sont amenés à développer une grande variété d'approches et de contenus qui enrichissent leurs enseignements.

Ci-dessous est proposé un schéma de la démarche de différenciation pédagogique mettant en évidence ses différentes étapes.

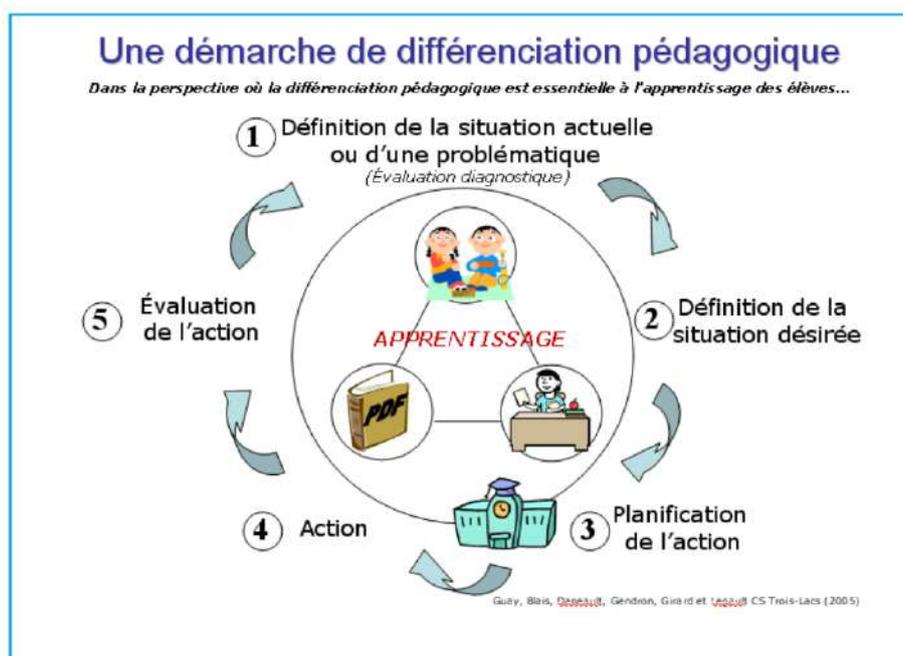


Figure 1 Source : Guay et al., 2006

Alexia Forget (2018), quant à elle, propose un schéma reprenant les phases de différenciation d'une séquence d'enseignement dans lequel on peut voir apparaître dans la phase de différenciation « *exercer-revoir* » la notion de remédiation sous la forme d'une différenciation des processus.

LES TROIS PHASES D'UNE SÉQUENCE D'ENSEIGNEMENT



2. Définition de la remédiation

Selon Reynal et al. dans *Pédagogie : dictionnaire des concepts clés*, la remédiation est :

« (...) un dispositif plus ou moins formel qui consiste à fournir à l'apprenant de nouvelles activités d'apprentissage pour lui permettre de combler les lacunes diagnostiquées lors d'une évaluation formative. On a recours pour cela à différentes propositions pédagogiques, qui, pour être efficaces, doivent être sensiblement différentes des méthodes utilisées lors de la phase d'enseignement : aides audiovisuelles, informatiques, petits groupes de travail, enseignement individualisé, enseignement mutuel, nouveaux cahiers d'exercices, nouveaux documents à étudier, situations différenciées... ».

L'idée serait donc de mettre en place une seconde « médiation¹ », entre l'élève et un savoir, un savoir-faire ou un savoir-être en proposant une activité différente.

¹ La notion de « médiation » est définie dans ce cas comme un moyen psychique intermédiaire entre l'apprenant et le savoir, savoir-faire ou savoir-être à construire (Beillerot, 2004).

Nous notons que, dans cette définition plusieurs axes sont proposés en guise de pistes de méthodes de remédiations notamment : l'enseignement individualisé, l'informatique et les situations différenciées.

Dans le cadre de cet article, le terme « *remédiation* » recouvrira l'ensemble des actions mises en place à la suite d'observations ou d'évaluations ayant mis en évidence des lacunes et qui, en proposant une approche différente de celle ayant eu lieu précédemment, permet de palier ou de réduire ces-dites lacunes. L'objectif à court terme est de permettre à l'élève de ne pas accumuler les difficultés et, à plus long terme d'éviter un échec ou un décrochage scolaire. Nous tenons à souligner également que le terme remédiation englobe à la fois les remédiations en cours de séquence d'enseignement, les remédiations avant (pour fixer les prérequis) ou après une séquence d'enseignement (pour solutionner d'éventuels problèmes). (Dehon et al, 2009)

3. Dispositifs et stratégies

Pour remédier aux difficultés des élèves, il existe plusieurs dispositifs couramment utilisés, ayant chacun ses particularités. *Les entretiens*, effectués individuellement avec l'enseignant, permettent de déterminer les représentations de l'apprenant et de dédramatiser les difficultés. L'enseignant pourra poser des questions précises et donner des explications détaillées. Il s'agit d'une pratique rare, car elle est chronophage. *Le tutorat*, individuel ou entre pairs, est la pratique la plus courante et permet de remédier aux erreurs engendrées par l'enseignement simultané, tout en favorisant l'entraide et la coopération entre élèves. *Les ateliers*, quant à eux, offrent une approche plus ludique et diversifiée en proposant différentes activités pour répondre aux difficultés des élèves. (Bienenseigner.com, 2021)

En ce qui concerne les stratégies, il en existe quatre principales. Premièrement, les remédiations par feed-back : cela consiste à communiquer à l'élève la correction, à utiliser l'autocorrection ou à confronter une autocorrection et une hétéro-correction pour aider l'élève à corriger ses erreurs. Deuxièmement, les remédiations par une répétition ou des travaux complémentaires : cela implique une révision de la partie de la matière concernée ou la réalisation de travaux complémentaires tels que d'autres exercices sur la matière concernée. Troisièmement, les remédiations par révision des prérequis non maîtrisés : cela implique de reprendre un apprentissage antérieur ainsi que les parties qui n'ont pas été bénéfiques au regard de la maîtrise minimale de ces prérequis, ou de réaliser du travail complémentaire visant à réapprendre ou à consolider des prérequis. Finalement, les remédiations par adoption de nouvelles stratégies

d'apprentissage : cela implique l'adoption d'une nouvelle démarche de formation sur la même matière (découpage plus fin, situations plus concrètes, feed-back plus nombreux pour l'élève seul, etc.). (Ibidem)

4. Remédiation immédiate et remédiation différée

En fonction du moment où elle est mise en place, la remédiation peut prendre deux formes ; une est dite *différée* lorsqu'elle est mise en place en dehors de la séquence de cours, l'autre est dite *immédiate* lorsqu'elle y est pleinement intégrée. (Bienenseigner.com, 2021)

En plus de cette distinction effectuée sur la temporalité, on distingue différents objectifs. La Remédiation Différée (RD) porte sur des problèmes requérant une intervention plus conséquente comme un retour sur des notions antérieures non acquises ou un retard scolaire. La Remédiation Immédiate (RI) quant à elle a pour objectif d'agir sur des problèmes ponctuels. Elle est une réponse directe proposée à l'élève dès le diagnostic par l'enseignant d'une difficulté. (Hirsoux, 2006) (Demeuse et al., 2007)

Remédiation immédiate	remédiation différée
la RI est pleinement intégrée à la séquence d'enseignement/ apprentissage et éviter toute stigmatisation due à une mise à l'écart de l'apprenant	la RD est proposée dehors de la séquence d'enseignement/apprentissage
la RI est menée par l'enseignant qui connaît l'élève et le contexte dans lequel apparue la difficulté. l'élève reste dans le groupe-classe, sauf par exemple en cas d'utilisation d'outils d'informatique disponibles dans un local différent, mais sous la supervision du titulaire	la RD peut être menée soit par l'enseignant soit par le maître spécialisé (professeur de remédiation)
la RI est une réponse directe à une difficulté de l'élève	la RD peut être prévue à "horaire fixe " et être d'une durée systématique
la RI porte sur des difficultés pouvant être rapidement résolues et qui ne nécessite pas un traitement spécialisé	la RD peut prendre en charge les problèmes antérieurs de l'enfant qui se seraient installés depuis longtemps (ex : les fractions de la résolution d'équation) ou porter sur des problèmes liés à des troubles de l'apprentissage (ex : la dyslexie)

En tout état de cause, le professeur peut, s'il estime que la lacune détectée chez l'apprenant(e) au cours de la séquence n'est pas de nature à compromettre l'atteinte de l'objectif visé, choisir de différer la remédiation en le rassurant par ces mots : « Très bien ! Tu as compris maintenant. Il y a juste un tout petit problème que nous réglerons ensemble ultérieurement- !

Figure 2 Caractéristiques et modalités de la RI et de la RD dans Réseau Canopé. (s. d.).

5. Les limites de la remédiation

La remédiation dans l'enseignement peut certainement être un outil utile pour aider les élèves à surmonter leurs difficultés académiques. Cependant, il y a aussi des limites à ce que la remédiation peut accomplir. (Floor, 2010)

Nous pouvons citer le temps limité dont disposent les enseignants pour travailler avec chaque élève, cela pouvant rendre difficile la mise en place d'une remédiation efficace pour les élèves rencontrant des difficultés importantes. Deuxièmement, comme susmentionnés dans notre introduction, les besoins de chaque élève sont différents et la remédiation peut ne pas être en mesure de répondre à tous ces besoins individuels. De plus, la remédiation peut être coûteuse,

en termes de temps, d'argent et de ressources, et peut ne pas être accessible à tous les élèves. Quatrièmement, la remédiation peut stigmatiser les élèves rencontrant des difficultés académiques, ce qui peut nuire à leur estime de soi et à leur motivation. Ensuite, la remédiation peut aider les élèves à surmonter leurs difficultés à court terme, mais elle peut ne pas produire des résultats durables à long terme si les élèves ne sont pas en mesure de continuer à travailler sur leurs compétences. Finalement, la remédiation peut se concentrer sur les compétences académiques, mais ne peut pas traiter les facteurs sous-jacents qui peuvent contribuer aux difficultés des élèves, tels que les troubles d'apprentissage, les problèmes de comportement ou les facteurs socio-émotionnels. (Ibidem)

Floor (2010) va plus loin en expliquant que si la remédiation est une pratique courante dans les écoles belges francophones et qu'elle peut être efficace si elle est mise en œuvre de manière réfléchie et adaptée aux besoins de chaque élève, elle ne doit pas être considérée comme une solution miracle et qu'il est important de travailler sur les causes sous-jacentes des difficultés des élèves. Au cours de nos explorations théoriques, une autre limite nous est apparue : la difficulté à évaluer l'impact de la remédiation.

Dans nos recherches, nous veillerons à prendre en compte ces limites.

6. La remédiation dans l'enseignement individualisé

L'enseignement individualisé peut être défini comme une :

« Formule éducative permettant à un apprenant de développer des compétences d'une façon autonome, accompagné par un enseignant, instrumenté de guides d'apprentissages, de matériel pédagogique et didactique. » (Lacasse, 2012)

En ce sens, il s'agit donc d'une approche pédagogique qui vise à adapter l'enseignement en fonction des besoins, des rythmes et des styles d'apprentissage de chaque élève : chacun d'entre eux se voit proposer un parcours d'apprentissage totalement personnalisé. Les contenus, les méthodes et les évaluations sont adaptés aux besoins spécifiques de chaque élève. L'enseignant établit un programme d'apprentissage individuel pour chaque élève en fonction de ses compétences et de ses besoins. (Ibidem)

L'enseignement individualisé peut être considéré comme une approche globale de l'enseignement, qui vise à adapter l'apprentissage aux besoins individuels de chaque apprenant.

Il se différencie de la remédiation, qui, en revanche, est une intervention plus ciblée et spécifique, qui vise à aider les apprenants à surmonter des difficultés spécifiques dans un domaine particulier de l'apprentissage. (Ibidem)

Nous considérons donc que la remédiation est un outil qui s'inscrit dans l'approche pédagogique qu'est l'enseignement individualisé.

7. Remédiation et numérique

Aujourd'hui, alors que la quatrième révolution industrielle bat son plein, il semble évident que le numérique peut être un outil précieux pour la remédiation pédagogique. En effet, comme mentionné dans notre introduction, le numérique, en ce incluant l'IA, offre des moyens supplémentaires pour aider les élèves à surmonter leurs difficultés. Par exemple, des logiciels éducatifs interactifs peuvent être utilisés pour offrir des activités adaptées au niveau de l'élève et qui sont conçues pour remédier à des lacunes spécifiques dans les apprentissages. Les applications mobiles et les jeux éducatifs peuvent également être utilisés pour encourager l'apprentissage ludique et offrir une expérience d'apprentissage plus interactive et engageante pour les élèves. Les plateformes d'apprentissage en ligne et les environnements d'apprentissage virtuels peuvent également être utilisés pour la remédiation pédagogique. Ces outils offrent des possibilités de personnalisation et d'adaptation aux besoins individuels des élèves, en fournissant des exercices adaptés à leur niveau et à leur rythme d'apprentissage. Enfin, les outils de suivi et d'évaluation en ligne peuvent être utilisés pour aider les enseignants à suivre la progression des élèves et à fournir des commentaires personnalisés pour aider ces derniers à surmonter leurs difficultés.

Le numérique apparaît donc de prime abord comme un atout important pour la remédiation pédagogique, offrant des moyens supplémentaires pour aider les élèves à surmonter leurs difficultés et à progresser dans leur apprentissage. Par exemple, dans la mesure où *ChatGPT* propose une interaction individuelle avec l'élève durant laquelle l'IA peut s'adapter à son niveau et cela gratuitement, il est facile d'imaginer l'utiliser dans un processus de remédiation.

B. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Les technologies liées à l'intelligence artificielle existent depuis plus d'un demi-siècle, mais les avancées en matière de puissance de calcul, l'accès à d'importantes quantités de données et

l'élaboration de nouveaux algorithmes ont conduit à des avancées considérables dans le domaine de l'IA ces dernières années.

L'intelligence artificielle est perçue comme un pilier essentiel de la transformation numérique de la société et est devenue une priorité pour l'Union Européenne. Les applications futures de l'IA devraient entraîner des changements massifs, bien qu'elle joue d'ores et déjà un rôle grandissant dans notre vie quotidienne. (Parlement Européen, 2020)

1. Définition

D'après Haiech (2020) :

« L'intelligence artificielle a pour objectif de construire des dispositifs simulant les processus cognitifs humains, ce qui conduit à définir l'intelligence comme la capacité à capter des informations, les stocker, les traiter et utiliser le résultat de ces traitements pour éventuellement déclencher une action. »

L'Intelligence Artificielle autorise les dispositifs techniques à détecter leur environnement, gérer ces détections, résoudre des enjeux et mener des actions pour accomplir un objectif spécifique. L'ordinateur obtient des informations (prétraitées ou recueillies par l'intermédiaire de ses capteurs, comme une caméra) les examine et y répond. (Parlement Européen, 2020)

Ces dispositifs techniques peuvent aussi bien prendre la forme d'un robot, d'une voiture ou d'un assistant personnel. Il est important de noter que le terme d'intelligence artificielle a été critiqué par certains experts, car nous ne pouvons le comparer à l'intelligence humaine bien qu'il semble que la frontière tende à diminuer au fil du temps.

La littérature scientifique distingue deux types d'IA. D'un côté l'IA « forte » (qui relève aujourd'hui encore de la science-fiction) concerne des machines, qui à l'image des humains, seraient capables d'éprouver une réelle conscience de soi, de ressentir de vrais sentiments et de comprendre ce qui les pousse à agir de telle ou telle manière (Haiech, 2020). Il est intéressant de souligner que, selon Puren (2020), les ordinateurs contemporains ne sont pas capables de développer de telles IA.

De l'autre côté, l'IA « faible » (ou « modérée ») qualifie les IA que nous connaissons aujourd'hui : des programmes capables de raisonner, d'apprendre et même de résoudre des

problèmes. L'IA faible n'a pas de pensée originale, elle se contente d'exécuter les tâches qui lui sont assignées. Elle analyse la situation pour tenter de résoudre le problème en traduisant celui-ci dans son propre langage informatique afin d'accomplir la tâche demandée. Il s'agit d'IA performante dans leurs domaines d'entraînement comme la reconnaissance vocale ou la conduite de véhicule. (Puren 2020).

2. Historique

L'objectif de l'IA par définition est d'imiter les capacités cognitives d'un être humain. Afin d'approcher cet objectif, cette technologie s'aide de diverses sciences, théories et techniques. Les premières recherches ont vu le jour à la suite de la Seconde Guerre mondiale et depuis lors, ses développements ont été intimement liés à celui de l'informatique.

a) 1940-1960 : Naissance de l'IA dans le sillage de la cybernétique

Dans la première moitié du XXe siècle, la science-fiction a familiarisé le monde avec le concept de robots artificiellement intelligents (ex : le bûcheron en fer blanc du Magicien d'Oz et le robot humanoïde dans Metropolis). (Rockwell, 2020)

Au début des années 40, une génération de scientifiques, de mathématiciens et de philosophes cherche à comprendre comment lier le fonctionnement des machines à celui des êtres organiques. Warren McCulloch et Walter Pitt imaginent un premier modèle mathématique et informatique du neurone biologique appelé neurone formel. Dans la foulée, Norbert Wiener, mathématicien et philosophe américain, développe la cybernétique, qui est une théorie interdisciplinaire étudiant les systèmes de contrôle et de communication dans les êtres vivants et les machines. En étudiant ces systèmes à l'aide de principes mathématiques, la cybernétique a permis de mieux les comprendre. Les systèmes où cette approche a mené à de nouvelles connaissances sont par exemple : la régulation du rythme cardiaque, la coordination des mouvements du côté du vivant et la conception de robots et de systèmes de contrôle automatique du côté des machines. (Verbeke, 2018)

Au début des années 1950, John Von Neumann et Alan Turing ont jeté les bases de la technologie qui soutient l'intelligence artificielle. Ils ont assuré la transition entre les

calculateurs du XIXe siècle, basés sur la logique décimale, et les machines utilisant la logique binaire, s'appuyant sur l'algèbre booléenne².

Les deux chercheurs ont formalisé l'architecture des ordinateurs modernes et démontré leur universalité. Bien qu'ils n'aient pas créé le terme d'IA, Turing (1950) se questionne sur la capacité des machines à penser dans son article futuriste où il a décrit le « *jeu de l'imitation* » qui prendra par la suite le nom de test de Turing. Ce test consiste à faire communiquer un humain avec deux interlocuteurs qu'il ne voit pas, un ordinateur et un humain. Si à la suite de cette conversation d'environ cinq minutes, l'utilisateur n'est pas capable de différencier l'interlocuteur humain de l'ordinateur, on dira que l'ordinateur a passé le test de Turing avec succès. (Conseil de l'Europe, 2021)

Le « *test de Turing* » décrit précédemment est toutefois sujet à controverse et ne fait pas consensus parmi les experts, car il est communément admis aujourd'hui que le fait de duper un utilisateur en étant capable d'imiter le comportement humain ne signifie pas que la machine soit dotée d'intelligence (un algorithme sans IA peut le faire). Néanmoins, il est souvent cité comme étant à l'origine de la réflexion sur la limite entre l'homme et la machine.

b) 1956 L'apparition du terme « intelligence artificielle »

Lors d'une conférence à l'Université de Dartmouth (U.S.A) réunissant des chercheurs à la pointe qui utilisaient l'ordinateur pour autre chose que des calculs scientifiques, John McCarthy du MIT (Massachusetts Institute of Technology) utilisa pour la première fois l'expression d'intelligence artificielle. Il a choisi ce nom en partie pour sa neutralité, afin d'éviter de se concentrer sur la théorie des automates, trop restreinte, ou sur la cybernétique qui était fortement axée sur la rétroaction analogique. Cette conférence sera considérée comme fondatrice de la discipline.

Si ce nouveau champ d'études rencontra instantanément un grand succès au niveau du public, l'engouement retomba au début des années 60 d'une part, car les ordinateurs ne disposaient alors que d'une faible puissance de calcul et d'autre part, car plusieurs promesses ne furent pas tenues. Les fondations de la discipline étaient néanmoins mises en place.

² L'algèbre booléenne est un système mathématique basé sur la logique binaire, où les variables prennent les valeurs 0 ou 1. Utilisée principalement en informatique et électronique.³ Professeur associé au département d'informatique de l'université du Maryland.

c) 1980-2000 : Les systèmes experts

La fin des années 70 voit l'arrivée des microprocesseurs et relance l'IA vers l'âge d'or des systèmes experts. Un système expert est une application informatique dans le domaine de l'IA qui a pour objectif de résoudre des problèmes complexes ou de prendre des décisions spécifiques à un domaine à partir de faits et de règles connus en imitant l'expertise et le raisonnement d'un expert humain. (Iesc, 2017)

L'évolution des systèmes experts représente l'une des premières applications pratiques dans le domaine de l'intelligence artificielle. Ce secteur de l'IA se focalise spécifiquement sur la création de logiciels destinés à des domaines professionnels spécialisés. L'objectif de ces logiciels n'est plus de démontrer ou de trouver une solution définitive à un problème, mais plutôt de fournir la meilleure réponse possible compte tenu de l'état actuel des connaissances dans le domaine concerné, c'est-à-dire celle à laquelle les experts parviendraient. (Cordier, in Vandeginste, 1987)

Pour réaliser cette tâche, les systèmes experts sont composés principalement de deux éléments:

1. *Base de connaissances* : Cette partie regroupe les informations, les faits et les règles propres au domaine d'expertise. La base de connaissances est élaborée en collectant et structurant les connaissances des spécialistes humains d'un domaine précis. Ces connaissances sont perçues comme des informations modifiables, pouvant être corrigées ou mises à jour. (Ibidem)
2. *Moteur d'inférence* : Il s'agit d'un programme informatique qui utilise les règles logiques et les faits contenus dans la base de connaissances pour résoudre des problèmes ou prendre des décisions, en simulant le processus de raisonnement humain. (Lebrun & Berthelot, 1993)

Les systèmes experts sont employés dans divers secteurs, tels que la médecine, la finance, l'ingénierie et la chimie. Ils permettent d'aider les utilisateurs à résoudre des problèmes spécifiques, à poser des diagnostics médicaux, à évaluer des investissements ou encore à concevoir des produits.

Néanmoins, il est important de souligner que les systèmes experts ont des limites et sont restreints à leur domaine d'expertise. Ils ne peuvent pas résoudre des problèmes ou prendre des décisions en dehors de ce domaine. De plus, leur fonctionnement dépend des connaissances et des règles fournies par les experts humains. Par conséquent, ils ne peuvent pas apprendre de

manière autonome ou s'adapter à de nouvelles situations sans une mise à jour de la base de connaissances.

Le MIT avait ouvert la voie en 1965 avec DENDRAL, un système expert axé sur la chimie moléculaire, tandis que l'université de Stanford avait développé MYCIN en 1972, spécialisé dans le diagnostic des maladies du sang et la prescription de médicaments. Ces systèmes reposaient comme dit précédemment sur un moteur à inférence conçu pour refléter la logique du raisonnement humain et une base de connaissances.

Dans les années qui suivirent, l'IA connut à nouveau un désintérêt malgré les avancées majeures réalisées, et ce, pour deux raisons. La première étant que la programmation de ces applications demandait beaucoup d'efforts et après avoir implémenté plusieurs centaines de règles, le raisonnement de la machine avait tendance à échapper à ses créateurs, ce qui rendait compliquées la mise au point, mais également la mise à jour des appareils. La seconde raison et qu'il était possible de faire plus rapide, plus simple et moins onéreux.

En mai 1997, *Deep Blue*, un système expert développé par IBM, a battu Garry Kasparov au jeu d'échecs, confirmant ainsi la prédiction d'Herbert Simon datant de 1957 qu'un jour la machine serait capable de battre l'Homme aux échecs. Cependant, cela n'a pas entraîné une augmentation des financements et des avancées dans ce type d'IA. *Deep Blue* fonctionnait grâce à un algorithme de force brute, c'est-à-dire qu'il évaluait et hiérarchisait systématiquement toutes les options de jeu possibles (sur bases de règles que les humains lui avaient fournies). Bien que la victoire sur l'homme ait marqué un moment symbolique dans l'histoire, *Deep Blue* n'était en réalité capable de gérer qu'un domaine restreint (les règles du jeu d'échecs) et était loin de pouvoir affronter la complexité du monde réel.

À l'époque, Marvin Minsky (1999) définit l'IA comme ;

« La construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains, car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique ».

d) Depuis 2010 : un nouvel essor à partir des données massives et d'une nouvelle puissance de calcul

Dans les années 2010, il y a eu un changement radical de paradigme par rapport aux systèmes experts. L'approche a évolué vers une méthode inductive : plutôt que de programmer explicitement les règles, comme dans le cas des systèmes experts, les ordinateurs sont devenus capables de les identifier de manière autonome en effectuant des corrélations et des classifications basées sur d'énormes volumes de données. (Conseil de l'Europe, 2021)

L'essor s'explique par deux facteurs, premièrement, l'accès à d'énormes quantités de données est devenu plus aisé. Par exemple, pour utiliser des algorithmes de classification d'images et reconnaître une voiture, il fallait autrefois prélever manuellement des échantillons d'images. Aujourd'hui, des millions d'images peuvent être trouvées en effectuant simplement une recherche sur internet. (Ibidem)

Deuxièmement, il a été découvert que les cartes graphiques des ordinateurs à l'origine utilisées pour les applications graphiques et le rendu d'images sont très performantes pour accélérer les calculs des algorithmes d'apprentissage. Avant 2010, cela pouvait prendre des semaines pour traiter un échantillon complet. Grâce à la puissance de calcul des cartes graphiques, capables d'effectuer plus de mille milliards d'opérations par seconde, des avancées significatives ont été réalisées à un coût financier modéré (Ibidem)

Quelques succès réalisés depuis 2010 à l'aide notamment du *Deep Learning* (que je détaillerai par la suite) ont permis de relancer les financements dans le domaine de l'IA.

En 2011, *Watson*, l'IA d'IBM, remportera les parties contre deux champions du « *Jeopardy !* ». En 2012, Google X (laboratoire de recherche de Google) arrivera à faire reconnaître à une IA des chats sur une vidéo. Plus de 16 000 processeurs ont été utilisés pour cette dernière tâche, mais le potentiel est alors extraordinaire : une machine arrive à apprendre à distinguer quelque chose.

En 2016, AlphaGO (IA de Google spécialisée dans le jeu de Go) battra le champion d'Europe (Fan Hui) et le champion du monde (Lee Sedol) puis elle-même (AlphaGo Zero). Précisons que le jeu de Go a une combinatoire bien plus importante que les échecs (plus que le nombre de particules dans l'univers) et qu'il n'est pas possible d'avoir des résultats aussi significatifs en force brute (comme pour Deep Blue en 1997). (Ibidem)

Récemment, nous avons également pu observer le développement de véhicules autonomes, d'assistants personnels permettant de prendre des rendez-vous en appelant directement les intervenants ou encore la publication d'images, de texte ou de musique produits par l'IA.

3. Comment l'IA apprend-elle ?

Le *Machine Learning* est une discipline de l'intelligence artificielle qui se concentre sur le développement d'algorithmes permettant aux machines d'apprendre et de s'améliorer sans être explicitement programmées. Nous pouvons aboutir à cette définition grâce à Arthur Samuel (1959) qui fût le premier en 1959 à définir le *Machine Learning* de la manière suivante :

« Un champ d'études qui donne aux ordinateurs la capacité d'apprendre des tâches pour lesquelles ils ne sont pas spécifiquement programmés »

Ainsi qu'à Mitchell (1997) qui la définit comme l'étude des algorithmes informatiques qui permettent aux programmes informatiques de s'améliorer automatiquement grâce à l'expérience.

Lors d'un procédé de *Machine Learning*, il existe plusieurs types de méthodes d'apprentissages (Mirjalili et al., 2020):

1. *Apprentissage supervisé* : l'IA apprend en analysant un ensemble de données étiquetées, où les entrées et les sorties souhaitées sont fournies. En se basant sur ces données, l'algorithme établit une relation entre les entrées et les sorties pour faire des prédictions sur de nouvelles données. (Mahesh, 2019)
2. *Apprentissage non supervisé* : contrairement à l'apprentissage supervisé, l'IA travaille avec des données non étiquetées. L'algorithme cherche des modèles, des relations et des structures cachées dans les données, sans que les résultats soient préalablement connus. (Ibidem)
3. *Apprentissage par renforcement* : dans cette approche, l'IA apprend en interagissant avec son environnement et en recevant des récompenses ou des punitions en fonction de ses actions. L'objectif est de maximiser les récompenses à long terme en choisissant les meilleures actions possibles dans différentes situations. (Ibidem)

Ces méthodes d'apprentissage sont souvent combinées et ajustées pour s'adapter à des problèmes spécifiques. Ces dernières sont utilisées pour résoudre divers problèmes tels que la

classification, la régression, le *clustering* et la recommandation qui vous seront présentés ci-dessous. (Géron, 2017)

La classification est le fait d'attribuer une catégorie à un élément sur base de ses caractéristiques. On peut citer la détection de spam par exemple. On pourrait imaginer une classification des types d'exercice en fonction de la matière qu'ils abordent ou de leur difficulté (une inconnue ou deux inconnues). (Murty & Devi, 2011)

La régression est une tâche qui consiste à prédire une valeur numérique en fonction de diverses caractéristiques (entrées). On pourrait imaginer une valeur globale donnée à un étudiant en fonction de ses caractéristiques comme ses notes dans les différents cours, mais également son adresse, son âge ou encore son niveau de vie. (Amazon, s. d.)

Le *clustering* consiste à regrouper les objets en fonction de leurs caractéristiques. On pourrait imaginer regrouper les élèves en fonction de leurs difficultés. (Google, s. d.)

La recommandation, c'est le principe utilisé pour fournir des suggestions personnalisées aux utilisateurs. Vous l'observez et vous recevez de la publicité personnalisée, on pourrait imaginer la proposition de contenu d'apprentissage personnalisé qui répond aux besoins de l'apprenant. (Moonma, 2023)

Le *Deep Learning* est une façon particulière de faire du *Machine Learning*. Le *Deep Learning* utilise des réseaux de neurones profonds pour apprendre des représentations complexes et hiérarchiques des données. Ces représentations peuvent être utilisées pour construire des modèles de monde. (Goodfellow et al., 2016)

Un modèle de monde est la clé des systèmes intelligents. Nous, les humains, utilisons un modèle de monde comme simulateur dans notre cerveau. Le modèle est obtenu par apprentissage à partir de grandes quantités de données sensorimotrices grâce à l'interaction avec l'environnement. Nous pouvons apprendre le modèle de monde à l'aide de modèles génératifs profonds. (Matsuo et al., 2022).

Pour décrypter ce que pose comme concept Matsuo, je vous propose une description plus détaillée. Un modèle de monde représente une représentation interne et structurée de l'environnement dans lequel évolue un système intelligent. Tout comme les humains utilisent un modèle de monde pour anticiper, planifier et interagir avec leur environnement, les systèmes d'intelligence artificielle peuvent également tirer parti de ces modèles pour simuler des situations, raisonner et prendre des décisions éclairées. Les modèles de monde sont appris en

exploitant d'importants volumes de données sensorimotrices collectées au cours de l'interaction avec l'environnement.

Grâce au *Deep Learning* et aux modèles génératifs profonds, il est possible de créer des représentations complexes et hiérarchiques du monde, permettant ainsi aux systèmes intelligents de mieux comprendre et interagir avec leur environnement de manière plus adaptée et autonome. (*ChatGPT*, personal communication, Mai 5, 2023)

À ce sujet, Yann LeCun fait le lien entre le modèle de monde et le *Deep Learning* dans Tual (2015):

« La technologie du Deep Learning apprend à représenter le monde. C'est-à-dire comment la machine va représenter la parole ou l'image par exemple »

LeCun poursuit en précisant qu'avant, il fallait expliquer à l'outil comment transformer une image ou des éléments de langage afin de le classifier, là où avec le *Deep Learning*, la machine apprend à le faire d'elle-même et beaucoup mieux que les ingénieurs. (Ibidem)

Le *Deep Learning* utilise l'apprentissage supervisé mentionné précédemment, c'est l'architecture de la machine qui est différente. Basée sur un réseau de neurones, à la manière d'un cerveau humain, la machine utilise chacun d'eux afin d'effectuer de petits calculs simples. Ces neurones, structurés en couches, interagissent puisque les résultats d'une couche serviront d'entrée de calculs à la couche suivante. C'est de cette structuration en couches que vient le terme de *Deep Learning* faisant référence à la profondeur des couches. (Ibidem)

Voici un exemple concret donné par Yann Ollivier chercheur en IA au CNRS dans Le Monde (Tual, 2015):

« Comment reconnaître une image de chat ? Les points saillants sont les yeux et les oreilles. Comment reconnaître une oreille de chat ? L'angle est à peu près de 45°. Pour reconnaître la présence d'une ligne, la première couche de neurones va comparer la différence des pixels au-dessus et en dessous : cela donnera une caractéristique de niveau 1. La deuxième couche va travailler sur ces caractéristiques et les combiner entre elles. S'il y a deux lignes qui se rencontrent à 45°, elle va commencer à reconnaître le triangle de l'oreille de chat. Et ainsi de suite. »

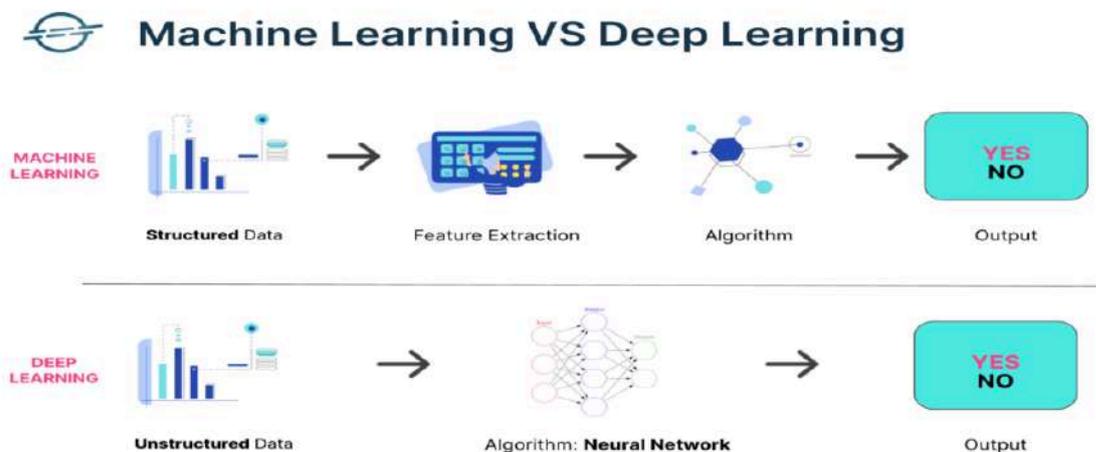
Chaque étape peut donc nécessiter plusieurs couches de neurones, permettant d’approfondir leur compréhension de l’image au fil des couches. Ce processus permet d’aller d’un concept général vers un concept de plus en plus précis. L’espoir étant que plus on augmente le nombre de couches, plus les neurones seront capables d’apprendre les concepts compliqués et abstraits, se rapprochant du fonctionnement du cerveau humain. Pour reconnaître un visage, la machine va décomposer l’image en un visage, des cheveux, une bouche, ensuite, elle s’intéressera aux détails. (Tual, 2015)

Yann Olivier poursuit dans Le Monde (Tual, 2015) :

« Avec les méthodes traditionnelles, la machine se contente de comparer les pixels. Le Deep Learning permet un apprentissage sur des caractéristiques plus abstraites que des valeurs de pixels, qu'elle va elle-même construire ».

Cela permet d’apporter des nuances importantes lorsqu’il s’agit par exemple de langage ou de vision.

Ci-dessous, je vous propose une comparaison du *Machine Learning* et du *Deep Learning* sous forme de schéma (Gastard, s. d.) permettant de différencier aisément les deux procédés.



On remarque sur le schéma que pour le *Machine Learning*, les données doivent être structurées, ce qui n’est pas le cas du côté du *Deep Learning*. La phase de traitement n’est pas similaire non plus. Pour le *Machine Learning*, un spécialiste de la science des données doit réaliser l’extraction des variables qui serviront l’entraînement de l’algorithme et à ses futures prédictions. Du côté du *Deep Learning*, il n’y a pas d’étape de sélection humaine des variables, les données non structurées étant sous forme d’image, de son ou de texte, il serait impossible d’isoler l’élément sur lequel baser la prise de décision ou de sélectionner manuellement chaque

pixel. C'est l'algorithme qui va sur base des données brutes, s'entraîner pour identifier les éléments influents dans l'optique de fournir la rétroaction demandée.

C. CHATGPT

1. ChatGPT par ChatGPT : Interview

Précédemment nous avons exploré les concepts du *Machine Learning* et du *Deep Learning*, fondamentaux aux IA contemporaines. Nous aborderons dans cette partie l'étude de *ChatGPT*, un exemple remarquable de ces technologies appliquées au domaine de la communication et de l'enseignement. Développé par *OpenAI*, *ChatGPT* se distingue par sa capacité à générer des réponses cohérentes et pertinentes lors de conversations avec les utilisateurs. Nous examinerons dans cette partie les mécanismes qui sous-tendent le fonctionnement de *ChatGPT*, ainsi que les implications potentielles de son intégration dans les pratiques pédagogiques des futurs régents en sciences. Il sera également question d'aborder les opportunités et les défis éthiques qui découlent de l'utilisation de cette technologie d'avant-garde dans le domaine de l'éducation.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, je vous propose une interview de *ChatGPT*.

Karl Musick : Je souhaiterais réaliser une interview de toi afin de pouvoir te présenter dans mon travail de fin d'études, penses-tu que cela soit pertinent ?

ChatGPT4 : Bien sûr, je serais ravi de répondre à tes questions pour ton travail de fin d'études. En tant qu'intelligence artificielle, je peux fournir des informations sur divers sujets et aider à expliquer les concepts liés à l'IA, au *Machine Learning*, et à d'autres domaines pertinents. N'hésite pas à me poser les questions que tu souhaites inclure dans ton interview.

Karl Musick : Dans un premier temps, pourrais-tu te présenter?

ChatGPT4 : Je suis *ChatGPT*, un modèle de langage développé par *OpenAI* basé sur l'architecture GPT-4. Je suis une intelligence artificielle conçue pour comprendre et répondre aux questions des utilisateurs dans de nombreux domaines. Mon objectif est d'offrir une assistance, des informations et des explications de manière naturelle et pertinente.

En tant qu'IA, je suis capable de traiter de vastes quantités de données et d'apprendre de manière autonome à partir de ces informations. Mon entraînement repose sur l'analyse

de textes provenant d'une grande variété de sources, ce qui me permet de fournir des réponses basées sur les connaissances acquises lors de mon apprentissage.

Karl Musick : Penses-tu pouvoir être intégré à un processus de remédiation destiné à des élèves de l'enseignement secondaire dans le cadre du cours de sciences?

ChatGPT4 : Oui, je pense que je pourrais être intégré à un processus de remédiation pour des élèves de l'enseignement secondaire dans le cadre du cours de sciences. Mon large éventail de connaissances et ma capacité à comprendre et répondre aux questions des utilisateurs peuvent aider à combler les lacunes dans la compréhension des élèves et à renforcer leurs compétences dans divers sujets scientifiques.

Cependant, il est important de noter que je suis un outil complémentaire et non un substitut à un enseignant humain. Les enseignants jouent un rôle essentiel dans la motivation, la contextualisation et l'adaptation de l'apprentissage aux besoins spécifiques de chaque élève. Mon rôle pourrait être de soutenir et d'améliorer l'enseignement dispensé par les enseignants, en fournissant des explications supplémentaires et en répondant aux questions des élèves de manière interactive et personnalisée.

Nous vous présentons cet échange avec l'IA en guise d'introduction à la partie consacrée à *ChatGPT* de manière à vous montrer directement de quoi cet outil est capable. Comme vous l'aurez constaté, *ChatGPT* répond à nos questions de manière complète et n'hésite pas à prendre l'initiative de nous apporter de l'aide en dehors de cette interview. Le *chatbot* approuve son implication dans un processus de remédiation au cours de sciences en apportant toutefois de la nuance en indiquant qu'il n'est qu'un outil complémentaire et non un substitut à l'enseignant. Ensuite, il va jusqu'à proposer le type d'interventions qu'il est capable de fournir. Bluffant n'est-ce pas ?

2. Qu'est-ce qu'un chatbot ?

Le *chatbot* se définit comme un robot logiciel ayant la capacité de dialoguer avec un individu par l'intermédiaire d'un service de conversation automatique qui est rendu possible soit par un système d'arborescences de choix, soit par la capacité à traiter le langage naturel. (Bathelot 2021)

Eliza fut le premier *chatbot* de l'histoire, c'est-à-dire un programme capable de rendre possible une communication entre l'Homme et une machine dans un langage « *naturel* ». Eliza jouait le rôle d'un psychothérapeute, son objectif était d'entretenir la conversation avec l'utilisateur. Pour cela, les entrées réalisées par les utilisateurs étaient analysées et décomposées sur la base de règles permettant de mettre en évidence des mots clés. Ensuite, les réponses étaient formulées par associations de règles basées sur les règles de décomposition. On parlera de système fonctionnant sur un principe d'arbre décisionnel. (Weizenbaum, 1966)

Les *chatbots* basés sur ce système d'arbre, à la manière d'Eliza, sont toujours utilisés pour des services de type « *service client* » par exemple dans les arborescences de réponses téléphoniques. (Oracle France, s. d.)

Avec le développement de l'intelligence artificielle, le *chatbot* s'éloigne de ces bibliothèques de règles et de questions-réponses préétablies pour prendre la voie de la compréhension et de l'analyse des messages par les technologies de Traitement du Langage Naturel (TLN), et ses capacités à apprendre développées avec le *Machine Learning*. (Bathelot 2021)

C'est à cette catégorie de *chatbot* qu'appartient *ChatGPT*.

3. *ChatGPT* : définition

Produit de l'ONG *OpenAI* fondée en 2015 par Elon Musk et Sam Altman, *ChatGPT* est développé pour devenir une AI dite forte. En 2019, l'entreprise change de modèle pour devenir une entreprise à revenus plafonnés financée majoritairement par Microsoft.

Avec le lancement de son *chatbot* en 2022, *OpenAI* n'en était pas à son premier coup d'essai. L'entreprise avait déjà mis sur le marché une autre IA nommée *Dall-E* capable de générer des images à partir de texte.

Concernant *ChatGPT*, d'un point de vue technique, la technologie est impressionnante, mais pas révolutionnaire. *ChatGPT* utilise un modèle de langage formé sur de grandes quantités de données provenant de milliards de contenus disponibles en ligne. Après avoir compris ce que vous recherchez sur base de votre prompt (message que vous lui avez adressé), il sélectionne, combine, synthétise et utilise cette base de données pour créer un texte en choisissant les mots ayant le plus de chances d'apparaître pour répondre de manière pertinente à vos questions. Il construit cette réponse sur base de statistiques diverses, mais ne comprend pas réellement ce qu'il écrit.

Afin d'éviter des problèmes similaires identiques à ceux apparus avec Tay, le *chatbot* de Microsoft dont les propos notamment racistes avaient défrayé la chronique (Tual, 2016), un soin particulier a été apporté à la phase d'entraînement de *ChatGPT*. Cette dernière, réalisée à l'aide d'une combinaison de données, d'algorithmes et d'interventions humaines, a pour objectif d'éviter de faire des prédictions sur l'avenir et de donner des réponses inappropriées.

4. ChatGPT un chatbot unique en son genre

Quel sens se cache derrière l'acronyme GPT ? GPT signifie *Generative Pre-trained Transformer*. Il s'agit du modèle de langage qui a été développé par *OpenAI* et qui sert de moteur au *chatbot*. Le terme « *Génératif* » signifie que le *chatbot* est capable de créer du contenu, qu'il s'agisse de texte ou d'image dans le cas de DALL.E2. « *Pré-entraîné* » fait référence au fait que l'outil a été entraîné, et ce sur des quantités de données considérables pour qu'il puisse apprendre à agencer les mots en se basant sur une logique statistique. Le dernier terme, « *Transformer* », fait référence à l'architecture particulière du réseau de neurones artificiels. (Zhang & Li, 2021)

a) Un système pré-entraîné

Le processus de pré-entraînement a pour objectif de faire apprendre au modèle à prédire le prochain mot dans une phrase en utilisant une énorme quantité de données textuelles. Durant cette phase, le modèle apprend à comprendre le langage, la grammaire, le vocabulaire, et même certaines connaissances générales. Il se base sur des milliards de phrases provenant principalement de l'internet.

Ensuite, le modèle est affiné ou « *fine-tuned* » sur une tâche spécifique, on sort du pré-entraînement. Dans le cas de *ChatGPT*, l'objectif est d'optimiser la génération de réponses à des questions ou à des phrases fournies par les utilisateurs. Durant cette phase, le modèle utilise moins de données que durant le pré-entraînement, et ces données sont généralement plus spécifiques à la tâche souhaitée. Le modèle ajuste ses paramètres pendant cette phase pour se spécialiser dans la tâche (T. Brown et al., 2020). Ces réglages fins sont notamment réalisés à l'aide « *d'entraîneurs* » humains qui ont eu plusieurs conversations avec le *bot* et signalent toutes les réponses qui peuvent être problématiques (inexactes, biaisées, racistes, etc.) pour que le programme apprenne à ne pas répéter les mêmes erreurs. (Kwiatkowski, 2023)

L'évolution des versions de *GPT* va de pair avec une progression de sa capacité de production. Chaque implémentation d'une nouvelle version est synonyme d'une augmentation de la quantité de données d'entraînement et des paramètres d'échelles.

Attardons-nous dans un premier temps sur les données. Pour *GPT-1*, la quantité de données textuelles étudiées durant la phase d'entraînement s'élevait à 5 Go, pour *GPT-2* on parle de 40 Go sur la version *GPT-3* ce sont près de 45 TB c'est-à-dire 46 080 Go. (Zhang & Li, 2021). L'entièreté du texte contenu sur Wikipédia occupe environ 13 Go (*Wikipédia : Wikipédia hors-connexion — Wikipédia, 2023*) *GPT-3* a donc été nourri par l'équivalent de 3 545 contenus texte de Wikipédia.

L'augmentation du nombre de paramètres évolue quant à lui de manière exponentielle entre les différentes versions. Au départ, *GPT-1* en comportait 117 millions, ensuite *GPT-2* 1,5 milliard là où *GPT-3* en compte 175 milliards.

Lorsqu'on parle de paramètres dans le contexte de *GPT-3* et des modèles d'apprentissage automatique en général, on fait référence aux variables internes qui sont ajustées au cours de l'apprentissage pour permettre au modèle de réaliser des prédictions ou de prendre des décisions. Ces paramètres sont les éléments clés qui permettent au modèle d'identifier et de représenter des modèles ou des relations complexes dans les données. (T. Brown et al., 2020)

Le nombre important de paramètres induit une capacité énorme à apprendre et représenter des modèles complexes dans les données. Cependant, cela rend également le modèle plus coûteux en termes de calcul et de stockage, et peut parfois entraîner des problèmes tels que le surapprentissage, où le modèle devient trop spécifique aux données d'entraînement et ne généralise pas bien à de nouvelles données. (*ChatGPT*, personal communication, 2023)

b) Une architecture particulière (Transformer)

La structure de base de *ChatGPT* est appelée *Transformer*. Il s'agit d'un type d'architecture de réseau neuronal développé par Vaswani et al. en 2017. Les *Transformers* sont particulièrement bien adaptés à la compréhension du langage, car ils utilisent ce qu'on appelle l'attention autorégressive, qui permet au modèle de tenir compte de tous les mots précédents dans une phrase lorsqu'il génère un nouveau mot.

Un modèle *Transformer* est constitué de plusieurs couches, chacune contenant deux sous-couches principales : le réseau d'attention multi-tête et le réseau de neurones *feed-forward*. Chaque mot d'entrée passe par toutes ces couches et sous-couches, qui contiennent des milliards

de paramètres que le modèle ajuste pendant la phase de pré-entraînement et d'affinage. (Radford, Alec, et al., 2020)

Grâce à ses caractéristiques hors normes en termes de données d'apprentissages et de paramètres, le modèle *GPT-3* est capable d'accomplir des tâches en aval sans nécessiter d'ajustements fins spécifiques. Cela signifie qu'il peut être employé pour différentes tâches sans devoir être entraîné individuellement pour chacune d'entre elles. *GPT-3* offre également d'excellentes performances dans des situations où il ne dispose pas de données d'entraînement pour une tâche spécifique (apprentissage zéro-shot) ou lorsqu'il a seulement un très petit nombre d'exemples pour apprendre ladite tâche (apprentissage few-shot).

GPT-3 tire parti des capacités de généralisation multitâches de son prédécesseur, *GPT-2*. Cela signifie qu'il peut s'adapter à un grand nombre de tâches différentes grâce à son entraînement sur un vaste corpus de texte. Par cette propriété, *GPT-3* a démontré d'excellents résultats sur de nombreuses tâches inédites, soulignant ainsi son adaptabilité et sa polyvalence pour résoudre divers problèmes en traitement du langage naturel. Le modèle *GPT-3* est le modèle de langage avec le plus de paramètres, le plus grand effet d'échelle (capacité à généraliser) et le plus de capacités. (Zhang & Li, 2021)

5. Les limites générales de ChatGPT

Si le potentiel de *ChatGPT* semble ouvrir la boîte de Pandore, le PDG d'*OpenAI*, Sam Altman, avertit également sur le fait que *ChatGPT* est encore limité et ne doit pas être utilisé pour des questions importantes. (Altman, 2022)

Nous allons tâcher de vous exposer les limites principales de l'outil à l'heure actuelle.

La limite la plus fondamentale de cette application à la mémoire colossale est l'absence de connaissances après 2021 (*OpenAI*, 2022). Des questions liées à l'actualité ou à des découvertes récentes ne sont pour l'instant pas le terrain de prédilection du *chatbot*.

Ensuite, des limites éthiques concernant les données personnelles et les droits d'auteur : il ne respecte pas le RGPD européen puisque les données, les contenus et leur traitement sont localisés aux USA. Il ne respecte pas non plus les réglementations sur les droits d'auteurs. De plus, en ce qui concerne l'utilisateur, aucune information ne lui est fournie sur l'exploitation de ses données et de ses interactions avec l'IA. (Gupta et al, 2022)

Toujours en lien avec les utilisateurs, le plan économique n'est pas clairement défini. Il existe un accès payant, dont le rôle d'après l'organisation et de financer et de permettre l'accès gratuit au plus grand nombre. À l'heure actuelle, tous les utilisateurs ne sont donc pas égaux, car la version payante propose une version plus récente de l'outil. L'argument de l'équité est dans ce cas difficile à soutenir.

Ensuite il existe des limites scientifiques et de rigueur, car le *chatbot* n'informe pas sur ses sources, il produit un contenu original, mais il n'y a aucune certitude concernant la véracité des informations sur lesquelles il articule sa réponse. Les manipulations sont donc possibles (Marcellis-Warin et al, 2022). Nous avons pu observer des erreurs sur de la matière scientifique relativement basique, par exemple, le fait que l'IA ait confondu le symbole et l'unité de la masse.

D'après des derniers résultats des tests obtenus par Zhang et Li (2021), *GPT-3* n'a pas n'ont plus satisfait les attentes concernant le raisonnement en langage naturel, la complétion de texte lacunaire, la génération de longs textes et les tâches de compréhension de lecture. Cela montre qu'il agit à un niveau basé sur l'agencement de données et ne possède pas une véritable compréhension du langage naturel. OpenAi n'est pas non plus explicite sur ses actions contre les biais et les stéréotypes de ses propres concepteurs.

Le climat et ses enjeux étant plus que jamais des composantes essentielles aux prises de décision, il me paraît évident de parler des limites énergétiques, car tout comme les recherches internet ou le stockage de données sur des serveurs, les requêtes *ChatGPT* consomment de l'énergie et sont donc responsables d'émissions polluantes. Il est difficile d'évaluer précisément cet impact, car les données d'ordre technique sont conservées en interne, mais lors d'une interview pour Radio-Canada, Daria Marchenko, présidente et fondatrice de l'Ecoist Club, indique que cette consommation a été évaluée par Tom Goldstein³ autour de 0,6 wattheure par requête, soit entre 7 et 15 tonnes de dioxyde de carbone (CO₂) par jour (valeurs estimées pour *ChatGPT-3*). L'estimation a été obtenue en le comparant à la consommation d'IA *open source* similaire. Il faudrait rajouter la pollution engendrée pour l'entraînement de l'IA ainsi que celle des équipements et de l'énergie nécessaires pour y accéder.

En conclusion, les observations suggèrent que *GPT-3* se situe encore au niveau de l'intelligence perceptive, et qu'il faudra un développement considérable avant d'atteindre une intelligence

³ Professeur associé au département d'informatique de l'université du Maryland.

générale et cognitive. Ainsi, *GPT-3* est perçu comme ayant une « *mémoire capable de généraliser* » qui lui permet de mémoriser et d'apprendre facilement des connaissances déclaratives plutôt que de les comprendre réellement. Cela explique que la notion de vérité lui soit complètement étrangère. De cette manière, *ChatGPT* pourrait être comparé à un commis de cuisine qui réalise des tâches fastidieuses dont il faut vérifier le travail et auquel il faut ajouter sa touche. (Zhang & Li, 2021)

GPT-3 présente également des problèmes de sécurité et de contrôle, tels que la génération de faux contenus, de gestion de données et d'informations biaisées comme nous venons de l'évoquer. Sa valeur d'application réside principalement dans les tâches d'assistance intelligente, mais il ne peut pas interagir directement avec l'utilisateur final. Par exemple, pour des tâches telles que la synthèse de rapports, la création de contenu et la rédaction, *GPT-3* peut générer le contenu correspondant en fonction de la description de la tâche. Une révision et une édition manuelles supplémentaires sont alors nécessaires avant de présenter le rapport final édité par un humain à l'utilisateur final. (Zhang & Li, 2021)

6. ChatGPT : des opportunités pour l'enseignement

ChatGPT figure une opportunité pour les enseignants d'intégrer la technologie dans les salles de classe (AlAfnan et al., 2023). En effet, dans le domaine de l'apprentissage, Mollick & Mollick (2022) estiment que l'intelligence artificielle peut être utilisée pour améliorer le transfert (capacité d'appliquer les connaissances, compétences et stratégies apprises en classe); briser l'illusion de la profondeur explicative (biais cognitif qui se produit lorsqu'une personne surestime sa compréhension d'un concept ou d'un phénomène) et former les apprenants à évaluer de manière critique les explications.

ChatGPT est capable de transcender les frontières de l'apprentissage théorique traditionnel en générant des idées orientées vers des applications pratiques. De plus, il peut permettre de faciliter l'intégration de la technologie dans les salles de classe. Il a été également mis en évidence que *ChatGPT* offre une plateforme permettant aux élèves de trouver des réponses concernant des questions théoriques ou des idées pour des questions d'application. (AlAfnan et al., 2023)

Plusieurs possibilités d'exploitation concrètes de *ChatGPT* ont été identifiées comme la mise en place de tutorat personnalisé par exemple. Situation dans laquelle, *ChatGPT* peut être utilisé pour fournir une interaction personnalisée et des retours aux étudiants en fonction de leurs

besoins individuels d'apprentissage et de leur progression. L'apprentissage interactif utilise *ChatGPT* pour créer des expériences d'apprentissage interactives où les étudiants peuvent interagir avec un tuteur virtuel de manière conversationnelle. L'apprentissage adaptatif, quant à lui, développe des systèmes d'apprentissage qui s'adaptent en fonction des progrès et des performances d'un étudiant. Cette approche permet de personnaliser les méthodes d'enseignement pour chaque élève. (Baidoo-Anu & Ansah, 2023) Toutefois, des limites existent, telles que la génération de réponses erronées et la création d'articles fictifs (Qadir, 2022).

L'utilisation appropriée de *ChatGPT*, si elle se révèle judicieuse, permettrait aux élèves de bénéficier d'un soutien scolaire aussi bien à l'école qu'à la maison. Pour l'instant, la gratuité de l'outil permet également un accès au plus grand nombre, ce qui n'est pas le cas de la majorité des aides scolaires extramuros.

Le potentiel d'utilisation pour les professeurs est lui aussi plutôt étoffé. On peut citer l'évaluation automatisée des dissertations. En effet, *ChatGPT* peut être formé pour noter les dissertations des étudiants, permettant aux enseignants de consacrer plus de temps à d'autres aspects de l'enseignement (AlAfnan et al., 2023). Il peut aussi rédiger proposer des séries de questions et leur correction ou encore des documents. L'outil permet donc de se concentrer sur d'autres aspects importants, tels que la création de questions ouvertes, de rubriques, et de supports pour l'évaluation formative (Herft, 2023).

Dans un domaine plus général, l'étude « *ChatGPT comme outil éducatif : Opportunités, défis et recommandations pour les cours de communication, rédaction commerciale et composition* » démontre le possible remplacement des moteurs de recherche par *ChatGPT*. En effet, après avoir mené une série de 30 tests sur des éléments théoriques et pratiques concernant *ChatGPT*, il a été découvert que celui-ci a le potentiel de remplacer les moteurs de recherche, car il fournit des informations précises et fiables aux étudiants. (AlAfnan et al., 2023)

En conclusion, bien que le phénomène soit assez récent, *ChatGPT* et d'autres IA génératives transforment déjà les pratiques éducatives (Alshater, 2022; Terwiesch, 2023). Mais malgré leurs capacités conversationnelles, informatives et réflexives, les limites mentionnées au point précédent soulèvent de nombreuses questions quant aux usages scolaires et universitaires des réponses fournies (Susnjak, 2022; Zhai, 2022).

7. Considérations concernant les compétences des élèves et des professeurs

ChatGPT et d'autres IA génératives transforment nos pratiques éducatives : ces nouvelles pratiques requièrent le développement de nouvelles compétences tant du côté de l'enseignant que de l'élève. Intéressons-nous à ces dernières dans le cas de *ChatGPT*.

Un défi majeur réside dans le manque de compréhension et d'expertise des enseignants qui pourtant sont nécessaires à une utilisation efficace de l'outil.

La théorie de l'éducation propose depuis longtemps des façons d'intégrer de nouveaux outils dans la pratique éducative (Lajoie et Derry, 1993). Pourtant, les enseignants et les établissements d'enseignement ne disposent pas toujours des connaissances ou de l'expertise nécessaires pour intégrer efficacement les nouvelles technologies dans leur enseignement (Redecker et al., 2017).

En ce qui concerne *ChatGPT* et les autres nouvelles technologies incluant les grands modèles linguistiques, il est nécessaire, pour une pratique efficace, que les enseignants comprennent leurs capacités et leurs limites, pour compléter ou améliorer des processus d'apprentissage spécifiques. Afin de permettre aux enseignants d'acquérir ces connaissances, il est nécessaire de leur fournir une formation continue et la possibilité d'un développement professionnel, leur permettant de rester à jour en ce qui concerne l'utilisation optimale des modèles linguistiques en classe pour susciter et promouvoir la créativité et la pensée critique. Offrir des incitations aux enseignants et aux établissements scolaires pour développer des stratégies pédagogiques (inclusives, collaboratives et personnalisées) basées sur les grands modèles linguistiques stimulerait leur intégration. (Kasneci et al., 2023)

S'il est admis que *ChatGPT* est un outil puissant, il doit être utilisé avec prudence et nécessité des directives pour une utilisation sûre en éducation. Tout d'abord, celui d'une nouvelle philosophie d'enseignement où les enseignants doivent repenser leur philosophie d'enseignement pour intégrer les *chatbots* de manière efficace (Tlili et al., 2023). Pour permettre d'intégrer efficacement les *chatbots* à la pratique pédagogique, le développement de compétences et un travail d'accompagnement sont nécessaires. Ce travail consiste à sensibiliser les élèves aux limites et à la fragilité inattendue des grands modèles linguistiques et des systèmes d'IA en général (par exemple, expérimenter avec le modèle pour comprendre son fonctionnement et ses limites). (Kasneci et al., 2023)

Quelques conseils pédagogiques sont distillés à travers les travaux de recherche mettant en évidence des compétences ou des approches pédagogiques utiles à l'utilisation intelligente de *ChatGPT* en classe. Nous songeons notamment à l'importance de l'implication des élèves dans des processus de résolution de problèmes tels que la recherche et l'évaluation d'informations pertinentes. (Kasneci et al., 2023)

En plus d'exercer lesdites compétences, l'évolution de ces dernières chez les utilisateurs à travers le développement de leur capacité de réflexion critique et leur questionnement permet de meilleurs résultats lors de l'utilisation de *ChatGPT*. (Tlili et al., 2023) Dans le même ordre d'idée, intégrer des activités de réflexion critique et de résolution de problèmes dans le programme d'études pour aider les étudiants à développer ces compétences semble tout à fait indiqué (Kasneci et al., 2023).

Avec l'intégration de l'outil, il faut envisager de mettre en place des méthodes d'évaluation alternatives, comme les débats oraux, pouvant être utilisées pour évaluer les compétences des étudiants. De plus, de nouvelles stratégies d'enseignement, telles que des projets de groupe et des présentations orales, devraient être mises en place pour tirer parti des avantages des *chatbots* dans l'éducation. (Tlili et al., 2023)

8. Pistes d'utilisation

La capacité de *ChatGPT* à faciliter l'intégration de la technologie dans les salles de classe (AlAfnan et al., 2023) pourrait être l'occasion pour certains d'intégrer de nouvelles pratiques pédagogiques. Nous avons regroupé quelques pistes d'utilisation possibles recensées dans divers articles scientifiques ayant pour objectif de proposer des activités soucieuses de développer les compétences abordées précédemment, mais également de prévenir une utilisation non éthique de la part des étudiants.

L'utilisation de *ChatGPT* serait intéressante pour mener à bien l'intégration d'activités de réflexion critique et de résolution de problèmes, afin de garantir que les étudiants développent ces compétences. Dans l'idéal, ces activités devraient être intégrées dans des travaux ou des tâches permettant aux élèves de mener des projets créatifs et indépendants qui leur permettent de développer leurs propres idées et solutions. L'utilisation de *ChatGPT* serait plus judicieuse dans une approche consistant à utiliser les modèles linguistiques pour générer des hypothèses et explorer différentes perspectives, plutôt que simplement pour générer des réponses. (Kasneci et al., 2023)

Dans la revue *Nature*, professeur universitaire Yang propose quelques conseils aux professeurs qui souhaitent utiliser *ChatGPT* de manière productive dans leurs classes. Certains de ces éléments ont déjà été abordés précédemment, néanmoins, nous vous proposons de conserver l'entièreté des conseils cités afin de les regrouper et de vous proposer une forme de guide incontournable lors d'une activité pédagogique dans laquelle l'usage de *ChatGPT* intervient.

Le premier conseil serait de définir clairement les objectifs de votre utilisation de l'outil. Cela vous permettra entre autres de concevoir les requêtes que vous enverrez à *ChatGPT* de manière plus efficace. Ces textes appelés prompts sont d'une importance capitale puisque la qualité de l'interaction avec *ChatGPT* dépend en grande partie de ces derniers. Pratiquez et apprenez à rédiger des prompts complets et efficaces. N'hésitez pas à tester et à peaufiner les prompts si le résultat ne vous satisfait pas. Répétez le processus autant de fois que nécessaire afin d'obtenir la réponse désirée. Cette phase peut être l'occasion de travailler avec d'autres enseignants ou vos élèves. Lors de l'utilisation de l'outil, ne perdez pas de vue que *ChatGPT* aggrave les inégalités, car il est porteur de biais, soyez-y attentifs. La dernière recommandation concerne les évaluations et leur diversification sous forme de présentations orales ou de projets personnels afin d'éviter le plagiat. (Yang, 2023) Enfin, il est recommandé d'évaluer et de surveiller l'utilisation des modèles linguistiques en classe pour s'assurer qu'ils sont utilisés de manière efficace et n'ont pas d'impact négatif sur l'apprentissage des élèves. (Kasneji et al., 2023)

9. Quels sont les problèmes potentiels que l'utilisation de ChatGPT peut créer au niveau des élèves ?

L'utilisation non éthique de *ChatGPT* par les étudiants désigne une utilisation ne respectant pas le contrat moral établi avec l'enseignant concernant le caractère personnel d'un travail. Cette utilisation non éthique pose le problème d'une évaluation de l'élève en décalage avec ses compétences réelles compliquant la distinction entre un élève assidu et d'autres s'appuyant largement sur l'aide de *ChatGPT*. (AlAfnan et al., 2023)

Les apprenants pourraient devenir dépendants à ce type d'outil. En effet, l'information générée sans effort par le modèle pourrait avoir un impact négatif sur leur esprit critique et leurs compétences en résolution de problèmes. Cela est dû au fait que le modèle simplifie l'acquisition de réponses ou d'informations, ce qui peut amplifier la paresse et diminuer l'intérêt des apprenants à mener leurs propres investigations et à parvenir à leurs propres conclusions ou

solutions. Pour faire face à ce risque, il est important de prendre conscience des limites des grands modèles linguistiques (comme *ChatGPT*) et de les utiliser uniquement comme un outil de soutien et d'amélioration de l'apprentissage (Pavlik, 2023), plutôt que comme un substitut. (Kasneci et al., 2023)

Pour pallier ces défis, AlAfnan et al proposent plusieurs stratégies aux enseignants. Ils recommandent d'éviter les questions purement théoriques pour les évaluations à domicile. Ils préconisent plutôt l'utilisation de tâches basées sur des études de cas et des scénarios qui nécessitent des réponses personnalisées et une réflexion critique, créative et imaginative. Pour contrecarrer le plagiat, ils suggèrent d'éduquer les élèves aux enjeux de ce dernier, mais également que les travaux à domicile soient soumis à des logiciels de détection de plagiat, en particulier dans les cours de composition. Cependant, ils mettent en évidence la capacité impressionnante de *ChatGPT* à paraphraser les réponses de manière à éviter la détection par les logiciels de détection de similarité. Face à cette réalité, ils exhortent les fournisseurs de logiciels de détection de similarité à affiner leurs outils pour éviter que ces incidents ne restent sous le radar. (AlAfnan et al., 2023)

10. Les enseignants sont indispensables

Le temps du « *grand remplacement* » des professeurs par l'intelligence artificielle n'est pas encore arrivé. Un des objectifs identifiés par Franck Bodin, qui anime des formations sur l'utilisation de l'IA, est de convaincre les enseignants que l'intelligence artificielle n'est pas conçue pour les remplacer et qu'il peut même les assister. (Rodrigues, 2023)

Son affirmation se base sur deux constats, le premier est que l'interaction humaine dans l'éducation demeure nécessaire, elle ne peut être remplacée par l'IA et la seconde concerne le fait que *ChatGPT* peut être un précieux allié. En effet, l'outil permet notamment aux professeurs de gagner du temps dans la préparation de leurs cours et de leur offrir une variété d'idées et de ressources pédagogiques. (Ibidem)

À la suite des propos de Franck Bodin et en complément des limites de l'outil présentées précédemment, voici plusieurs raisons expliquant pourquoi les professionnels de l'enseignement demeurent essentiels en dépit des modèles génératifs tels que *ChatGPT*.

Le premier facteur est l'absence d'interaction humaine lors de l'interaction avec l'IA. En effet, *ChatGPT* et ses semblables ne sont pas en mesure de fournir le même niveau d'interaction

humaine qu'un véritable enseignant ou tuteur. Cette absence d'interaction humaine peut représenter un inconvénient pour les élèves qui pourraient bénéficier davantage d'un lien personnel avec un enseignant. (Baidoo-Anu & Ansah, 2023)

Comme mentionné dans les limites, en dépit du nombre énorme de données sur lequel ils basent leurs connaissances, les modèles génératifs ont une compréhension limitée. Ces derniers reposent sur des schémas statistiques dans les données sur lesquelles ils sont entraînés, et ils n'ont pas une véritable compréhension des concepts qu'ils aident les élèves à apprendre. Cela peut représenter un inconvénient non seulement lorsque le modèle produit des réponses erronées, mais également lorsqu'il s'agit de fournir des explications ou des retours d'information adaptés aux besoins individuels et aux idées fausses d'un élève. (Baidoo-Anu & Ansah, 2023)

Un autre point en faveur des enseignants est le manque de compréhension du contexte, des informations non-explicites (l'expression de l'élève par exemple) et de la situation par les modèles génératifs pouvant amener des réponses inappropriées ou hors sujet. (Baidoo-Anu & Ansah, 2023)

Les enseignants bénéficient d'une capacité plus importante dans la personnalisation de l'enseignement. *ChatGPT* et ses semblables peuvent fournir des informations et une assistance générales, mais ils pourraient ne pas être en mesure de personnaliser l'enseignement pour répondre aux besoins spécifiques d'un élève en particulier. (Baidoo-Anu & Ansah, 2023)

Le dernier point que j'aborderai, et non des moindres, concerne l'éthique et la conscience professionnelle dont font preuve les enseignants. Aujourd'hui l'IA est incapable de les imiter. Il existe en effet des préoccupations concernant la confidentialité et la sécurité des données, mais également la question des droits d'auteur lors de l'utilisation de *ChatGPT* dans l'éducation (Baidoo-Anu & Ansah, 2023).

En effet, lors de la génération d'une réponse, celle-ci peut contenir une phrase complète voire un paragraphe rencontré par l'IA au cours de son entraînement, ce qui pose des problèmes de droits d'auteur et de plagiat. (Kasneci et al., 2023)

Comme mentionné précédemment, il est donc essentiel d'utiliser ces outils de manière responsable et en complément de l'instruction et du soutien humains. Puisque dans l'ensemble, bien que les modèles d'IA génératifs tels que *ChatGPT* puissent être des outils puissants pour améliorer l'enseignement et l'apprentissage, il est important de connaître leurs limites et de les utiliser en conjonction avec d'autres méthodes d'enseignement qui mettent l'accent sur l'interaction et la compréhension humaines. (Baidoo-Anu & Ansah, 2023)

11. Pistes de réflexion sur l'avenir de ChatGPT

S'il est admis que *ChatGPT* est un outil puissant, il doit être utilisé avec prudence et nécessite des directives pour une utilisation sûre en éducation. Plusieurs implications en découlent et s'articulent autour de différents axes.

Tout d'abord, celui d'une nouvelle philosophie d'enseignement où les enseignants doivent repenser leur philosophie d'enseignement pour intégrer les *chatbots* de manière efficace. Des pistes concrètes existent telles que des méthodes d'évaluation alternatives, comme les débats oraux qui peuvent être utilisés pour évaluer les compétences des étudiants. De plus, de nouvelles stratégies d'enseignement, tels que des projets de groupe et des présentations orales, devraient être mises en place pour tirer parti des avantages des *chatbots* dans l'éducation.

Ensuite, l'évolution des compétences chez les utilisateurs, qui doivent développer des compétences de réflexion critique et de questionnement pour obtenir les meilleurs résultats lors de l'utilisation de *ChatGPT*. (Tlili et al., 2023) Comme pour toute autre innovation technologique, l'intégration de grands modèles linguistiques dans une pratique pédagogique efficace nécessite de comprendre leurs capacités et leurs limites, ainsi que de savoir comment les utiliser efficacement pour compléter ou améliorer des processus d'apprentissage spécifiques. (Kasneci et al., 2023) Dans cette optique, des recherches futures devraient se concentrer sur le développement de ces compétences et sur la manière de les enseigner avec efficacité.

Un autre axe est « l'humanisation » des *chatbots*. En effet, malgré le fait que *ChatGPT* ait montré une certaine humanisation, il n'est pas encore capable de réflexion pertinente et de ressentir des émotions. Les futures recherches devraient se concentrer sur le développement de *chatbots* humanisés dans l'éducation, en tenant compte des théories sur la formation de relations entre les humains. Il est également important d'étudier comment les relations entre les humains et les *chatbots* peuvent influencer les résultats d'apprentissage des étudiants.

Dernier axe abordé, mais non des moindres, la conception responsable des *chatbots*. Ceux-ci doivent être conçus de manière responsable, en tenant compte de l'inclusion, de l'utilisabilité, des aspects techniques, de l'éthique et des meilleures pratiques. Des lignes directrices et des principes doivent être établis pour garantir que les *chatbots* respectent les valeurs humaines fondamentales et évitent les comportements préjudiciables. Des recherches futures devraient se concentrer sur la conception de *chatbots* responsables qui peuvent être utilisés en toute sécurité dans l'éducation. (Tlili et al., 2023)

D. CONCLUSION

Dans cette partie théorique de mon travail de fin d'études, nous avons exploré les implications et les opportunités de l'utilisation de *ChatGPT*, un modèle d'intelligence artificielle générative basé sur le langage naturel, dans le domaine de l'éducation. En analysant les recherches et les études existantes, nous avons identifié plusieurs considérations importantes pour les enseignants et les élèves.

D'une part, nous avons souligné les avantages potentiels de *ChatGPT* dans l'amélioration de l'enseignement et de l'apprentissage. Cet outil offre la possibilité d'intégrer la technologie dans les salles de classe, nous permettant en tant qu'enseignant de fournir un soutien scolaire personnalisé et de faciliter l'accès à l'information et aux ressources pédagogiques. De plus, *ChatGPT* peut être utilisé pour stimuler le transfert des connaissances, briser l'illusion de la profondeur explicative et développer les compétences d'évaluation critique chez les apprenants.

D'autre part, nous avons également souligné les limites et les préoccupations liées à l'utilisation de *ChatGPT* en éducation. Nous devons être conscients de ces limites et des défis liés à l'intégration de nouvelles technologies dans notre pratique pédagogique. Notre expertise et notre formation continue sont essentielles pour une utilisation efficace de l'outil. De plus, il est important de prendre en compte les préoccupations éthiques, telles que les droits d'auteur et le plagiat, ainsi que l'impact potentiel sur les compétences des élèves, leur dépendance à l'outil et la nécessité de maintenir l'interaction humaine dans l'éducation.

En conclusion, *ChatGPT* représente une opportunité prometteuse pour l'éducation, mais son utilisation doit être accompagnée d'une réflexion approfondie et d'une compréhension claire de ses capacités et de ses limites. En tant qu'enseignants, nous avons un rôle crucial à jouer dans l'intégration responsable de cette technologie dans nos salles de classe, en veillant à ce qu'elle complète et améliore notre enseignement plutôt que de le remplacer. De plus, des compétences telles que la réflexion critique, l'analyse et la créativité restent indispensables et doivent être développées chez les élèves pour une utilisation efficace de *ChatGPT* et d'autres outils similaires.

Dans la suite de ce travail, nous poursuivrons avec la partie pratique où nous explorerons l'intégration concrète de *ChatGPT* dans le processus de remédiation et proposerons des pistes d'utilisation adaptées aux besoins de nos élèves et à nos pratiques pédagogiques.

DEMARCHE PRATIQUE

III. DÉMARCHE PRATIQUE

A. INTRODUCTION

Comme expliqué précédemment, l'IA, avec en figure de proue *ChatGPT*⁴, incarne un enjeu démocratique important et déterminant de notre société. Il semble donc essentiel de l'intégrer dans nos pratiques d'enseignement pour faire de nos générations futures, des générations citoyennes capables d'utiliser les IA de manière responsable et pertinente.

Nous l'avons vu, *ChatGPT*, offre plusieurs atouts pour les élèves. D'un point de vue scolaire, il peut soutenir leurs apprentissages en proposant un accompagnement pédagogique personnalisé. D'un point de vue personnel, il peut les accompagner lors de tâches comme la rédaction de CV ou de lettres de motivation.

Cependant, l'intégration de l'IA dans l'enseignement suscite également de la méfiance, notamment concernant la possible dérive vers une dépendance excessive aux outils numériques, le plagiat, la qualité de l'information générée par l'IA et les problèmes de confidentialité liés à la collecte et à l'utilisation des données personnelles. Il est essentiel d'aborder ces préoccupations et d'éduquer les élèves à utiliser l'IA de manière éthique et responsable, en tenant compte des avantages et des risques. Afin de surmonter ces défis, il est crucial de mettre en place un cadre éducatif qui favorise un usage réfléchi et responsable de l'IA.

Somme toute, il nous incombe en tant qu'enseignants de faire évoluer nos pratiques pour y intégrer l'IA de sorte que nos élèves puissent utiliser cet outil unique en gardant les yeux ouverts sur ses limites et risques. C'est dans cette démarche démocratique que nous avons décidé de créer notre dispositif pédagogique : mettre l'IA au service de la remédiation de manière régulée pour que nos élèves apprennent à l'utiliser de manière adéquate.

B. LES HYPOTHÈSES

Notre questionnement émane d'un constat. Lorsque le professeur encadre une classe, il n'est pas possible pour lui d'accompagner de manière individuelle tous les élèves en même temps. C'est pourquoi, lors de phases de remédiations afin de permettre à chaque élève de bénéficier d'une aide personnalisée, le recours à l'IA peut être une piste à exploiter. En effet, l'utilisation

⁴ Dans cette partie les termes IA et *ChatGPT* seront utilisés comme des synonymes.

de *ChatGPT* permet un échange dans lequel l'élève et ses difficultés sont au centre de l'interaction durant toute la durée de celle-ci. La possibilité pour l'élève de bénéficier d'une réponse quasiment instantanée à partir de laquelle il peut digresser, et ce sans changer de fenêtre permet de simuler une interaction se rapprochant de celle qu'il aurait avec un être humain.

Si dans ce travail, je me limite à l'aspect de la remédiation, le recours à *ChatGPT* pourrait être plus largement intégré à l'enseignement. Notamment dans les moments où l'élève est en difficulté à domicile où les barrières peuvent être nombreuses (syndrome de la feuille blanche, lacunes dans les prérequis, sentiment d'être perdu dans la matière, etc.), l'IA pourrait être un potentiel soutien. En effet, face à ces obstacles, tous les élèves n'ont pas la chance de pouvoir bénéficier de personne-ressource ou de soutien scolaire et cela est plus particulièrement vrai pour les publics les plus fragiles. Différentes autres pistes d'exploitations dans ou en dehors de la classe devraient germer avec le temps.

La première hypothèse concernera une utilisation du *chatbot* de manière assez traditionnelle en permettant aux élèves de mener une discussion libre.

Hypothèse 1 : « *L'utilisation de l'IA sous forme d'une conversation libre permet aux élèves d'obtenir des explications individuelles et ainsi d'améliorer la compréhension des élèves.* »

La seconde hypothèse proposera aux élèves d'explorer d'une manière moins conventionnelle et moins intuitive l'interaction avec un *chatbot*. Dans cette seconde approche, l'élève lui demandera de lui proposer des questions ou des exercices auxquels l'élève répondra.

Hypothèse 2 : « *En recourant à l'IA pour leur poser des questions, les élèves peuvent bénéficier d'une assistance personnalisée qui renforce leur compréhension grâce à des explications individualisées.* »

C. LE CONTEXTE

1. Description du contexte

La partie pratique de ce travail de fin d'études a été réalisée au sein de l'Athénée Royal d'Evere, une école à discrimination positive située à Bruxelles, accueillant principalement des élèves issus de milieux défavorisés ayant une maîtrise faible de la langue française. Nous avons eu l'occasion de tester mon dispositif auprès de plusieurs classes de 2^{ème}, 3^{ème} professionnelle et 4^{ème} professionnelle en abordant divers sujets. Si je suis le professeur de formation scientifique

des classes du second degré, ce n'est pas le cas pour ceux du premier degré. Cet établissement ne dispose ni de tablettes, ni d'une connexion internet dédiée aux élèves, un défi supplémentaire à relever dans ma démarche !

Plus que d'intégrer *ChatGPT* à un processus de remédiation, l'objectif était d'offrir à ces élèves une ressource gratuite sous la forme d'un « *outil intelligent* » accessible, même à domicile, afin de leur fournir un soutien non seulement scolaire, mais également dans d'autres tâches soulignées dans l'introduction. Cette motivation a ajouté une valeur évidente à mon travail.

2. Présentation de l'échantillon

Nous vous présentons dans le tableau ci-dessous l'échantillon des élèves mis en relation avec le sujet de la remédiation et le type d'activité réalisée.

Classes	Nombre d'élèves	Remarques	Sujet de la remédiation	Type d'activité réalisée
2C3	19	Classe de 2 ^{ème} générale composée d'élèves ayant différentes activités complémentaires.	Masse et poids	Questionnement par l'IA
2C2,2C3,2C4	6	Activité réalisée lors du cours d'activité scientifique	Masse et poids	Conversation libre Questionnement par l'IA
3PEL	8	Étudiant de 3 ^{ème} année professionnelle en électricité.	UAA2 : lumière !	Questionnement par l'IA
3PEQB	5	Étudiant de 3 ^{ème} année professionnelle en équipement du bâtiment.		

3PBU2	9	Étudiant de 3 ^{ème} année professionnelle en bureautique.	UAA2 : lumière !	Conversation libre
	10		UAA3 : la cellule et ses composants	
4PART	6	Étudiant de 4 ^{ème} année professionnelle en art.	UAA6 : relation entre êtres vivants	Conversation libre
4PEL		Étudiant de 4 ^{ème} année professionnelle en électricité.		
4PBU2	4	Étudiant de 4 ^{ème} année professionnelle en bureautique.	UAA8 : cycle menstruel et période de fertilité	Conversation libre

D. MISE EN PLACE DU DISPOSITIF

Nous avons commencé par évaluer la pertinence d'intégrer un outil tel que *ChatGPT* dans le contexte scolaire. La première contrainte qui est apparue est la possibilité que l'outil soit utilisé par les élèves pour tricher sur un travail ou un devoir. Cependant, cet argument a été facilement réfuté en considérant que les élèves peuvent tricher de différentes manières, qu'ils auront de toute façon accès à cette technologie à court terme et que les avantages potentiels surpassent largement les inconvénients éventuels.

Le second obstacle concernait la création d'un compte sur le site OpenAi nécessitant une adresse e-mail et un numéro de téléphone, soulevant les questions éthiques liées à la gestion des données personnelles que nous avons formulées dans notre partie théorique. Face à ce problème, et en tenant compte du fait que la majorité des élèves possèdent déjà des comptes sur divers réseaux sociaux, nous avons fait le choix de proposer deux options aux élèves. Une expérience optimale

avec la création d'un compte, ou une expérience limitée sans création de compte. Nous avons rappelé les précautions à prendre en termes de divulgation de données sur le web.

La deuxième étape consistait à solliciter l'approbation de la direction pour s'assurer de la conformité avec la philosophie de l'établissement et bénéficier de son soutien. Bien que le sujet soit potentiellement polémique, nous n'avons pas rencontré de résistance majeure de la part de nos collègues. Certains élèves nous ont toutefois révélé a posteriori qu'ils utilisaient l'IA pour réaliser des devoirs, cela impactera forcément la position de certains collègues.

La troisième étape visait à identifier les domaines nécessitant une remédiation, en veillant à varier les sujets abordés. Pour certaines classes nous avons utilisé des tests effectués avant la mise en place du dispositif (cela a été possible car je les suis depuis le mois de novembre), pour d'autres nous avons créé un prétest sur base de nos interactions avec les élèves. Ce prétest a eu lieu après la séance sur *ChatGPT*.

Ensuite, vint le temps de la création du dispositif expérimental à proprement parler: une fiche de présentation de l'outil *ChatGPT* mettant en évidence ses forces et faiblesses, un QR-code vers le site et des instructions pour interagir avec l'IA ; la création des formulaires afin de récolter les perceptions des élèves durant l'activité ; les tests permettant d'évaluer l'efficacité de la remédiation. Il a également fallu réfléchir à l'organisation temporelle afin de mettre en place l'activité sur deux séances. La première heure étant consacrée à la présentation de l'outil faisant place à une discussion autour de celui-ci pour mieux comprendre les représentations des élèves. S'en est suivi la distribution des fiches sur l'IA et à la création des comptes qui permettraient aux élèves d'utiliser *ChatGPT*. La seconde heure, étant consacrée à l'interaction des élèves avec l'IA, interaction à la suite de laquelle ils ont rempli un formulaire Google Forms pour partager leurs impressions sur l'activité, avant de réaliser une tâche similaire à celle ayant mis en évidence des lacunes.

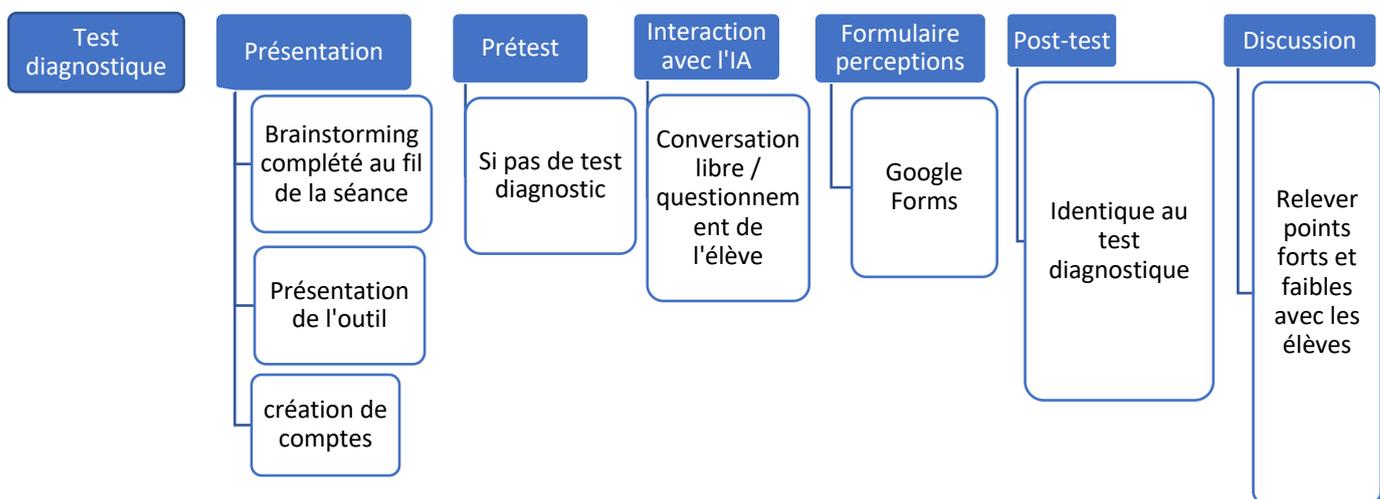
Un défi de taille concernait l'organisation matérielle pour réaliser l'étude, car, comme susmentionné, l'école ne dispose ni de tablettes, ni d'une connexion internet dédiée aux élèves. Pour pallier ces contraintes, l'étude a été menée en utilisant les smartphones des étudiants, la connexion internet du professeur et de quelques élèves ainsi qu'un tableau blanc interactif (TBI).

D'autres défis tels que la gestion des smartphones à batterie faible, les limitations de connexion à *ChatGPT* depuis une même adresse IP et la non-reconnaissance par *ChatGPT* de certains

numéros de téléphone sont autant d'embûches que nous avons rencontrées. Malgré ces obstacles, grâce notamment à l'implication des élèves, l'expérience a pu être menée à son terme. En surmontant ces défis, le projet a permis de montrer que l'innovation et l'adaptabilité peuvent jouer un rôle clé dans l'éducation, même dans des contextes où les ressources sont limitées. Cette approche a également souligné l'importance de la créativité et de la persévérance pour exploiter au mieux les outils à disposition et créer des opportunités éducatives stimulantes et engageantes pour les élèves.

E. PRÉSENTATION DE LA DÉMARCHE PÉDAGOGIQUE

1. Présentation simplifiée sous forme de diagramme



Pour une partie des élèves, un test diagnostique a été fait sur base de leurs évaluations préalables à la mise en place du dispositif (interrogations), pour d'autres nous avons mis en place un prétest en cours de dispositif ciblant des difficultés observées en classe lors des interactions avec les élèves.

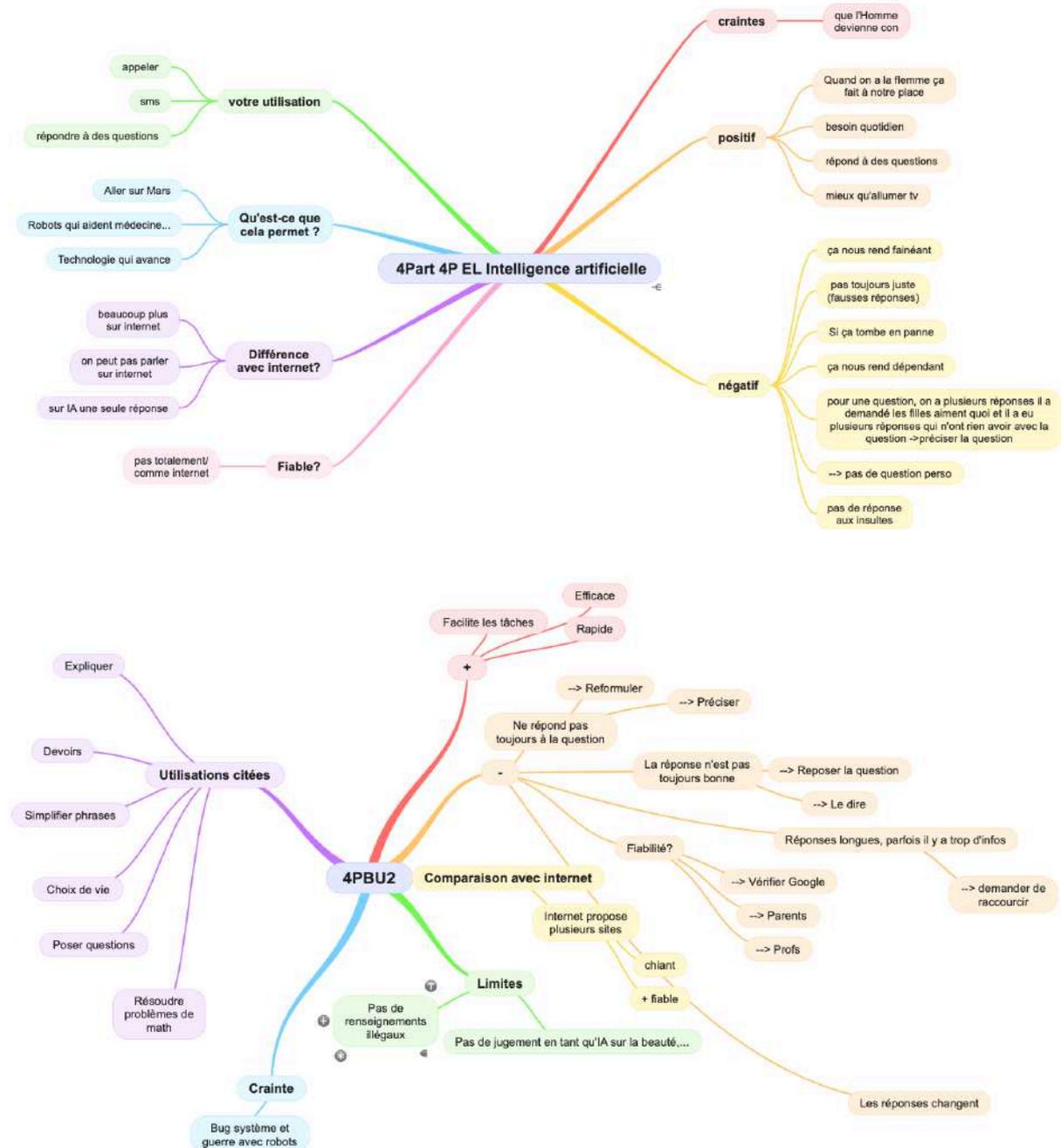
2. Description détaillée de la première séance

a) Présentation de ChatGPT

Dans la première partie de la séance, nous avons réalisé un état des lieux concernant les représentations des élèves par rapport à *ChatGPT* et l'IA : nous avons fait un brainstorming avec les élèves sous forme d'une carte mentale. Les éléments mis en évidence furent différents

avec chaque classe, mais on peut des éléments communs tels que : des utilisations possibles, des craintes, des points forts ou encore des points faibles.

Voici deux exemples de carte mentale réalisée :



Ensuite, afin de stimuler l'interaction avec les élèves, nous avons procédé à une démonstration de l'outil en proposant une interaction avec ce dernier. L'objectif de cette étape est entre autres d'évoquer les éléments apparaissant sur la fiche outil (annexe 20) et de compléter la carte mentale réalisée à l'étape précédente.

Éléments apparaissant sur la fiche outil :

Points forts	Points faibles
Aider à structurer et trouver des idées pour vos travaux écrits	ChatGPT peut parfois donner des réponses inexactes ou incomplètes.
Traduire des textes d'une langue à une autre	ChatGPT ne peut pas remplacer complètement l'enseignement et l'aide des enseignants.
Répondre rapidement et précisément à vos questions dans différents domaines d'études	Les suggestions de ChatGPT peuvent être trop simples ou répétitives.
Aider à améliorer la grammaire et l'orthographe en proposant des corrections et des alternatives	ChatGPT ne peut pas comprendre toutes les nuances et subtilités du langage humain.
Être un outil pratique pour rester concentré et obtenir des réponses précises rapidement.	ChatGPT peut être une distraction si l'utilisateur n'est pas concentré sur le sujet de son travail.

En général, nous avons demandé à la classe s'ils avaient une évaluation le jour même. Le cas échéant, nous avons demandé s'il y avait une partie du cours en particulier avec laquelle ils rencontraient des difficultés. Nous avons alors demandé à l'IA d'expliquer cette partie du cours. Cela permet de mettre en avant l'intérêt pédagogique et de leur faire un rappel rapide même si ce n'est pas l'objectif premier de la situation. Nous avons profité de cette interaction pour leur montrer qu'il est important d'être précis dans la requête (et donc que le prompt est essentiel) et leur rappeler qu'il ne faut pas partager d'informations sensibles. Les élèves ont des conseils d'utilisation sur leur fiche outil.

Conseils se trouvant sur la fiche outil pour la phase de remédiation :

Utilise ChatGPT pour comprendre :

- 1) Trouve ce que tu ne comprends pas.
- 2) Pose une question simple et claire qui contient tous les détails importants.
- 3) Sois patient et n'hésite pas à poser une nouvelle question si ma réponse ne répond pas à ta question ou si tu as besoin de plus d'informations.

Utilise ChatGPT pour faire des exercices :

- 1) Trouve ce que tu ne comprends pas.
- 2) Demande moi de te poser des questions en précisant le sujet sur lequel tu désires des exercices:
"Pose moi des questions sur"
- 3) Pour répondre à une question générée, envoie le numéro de la question suivi d'un point et de la réponse.

Exemple: 1. Une voiture

Astuce:

Donne du contexte à l'intelligence artificielle dans ta demande. En effet, si tu précises à l'IA que tu es étudiant, que tu lui donne ton âge et le cours par rapport auquel tu lui pose la question, cela lui permettra de te proposer une réponse qui sera plus pertinente.

Ensuite, dans une seconde partie de séance, nous procédons à la création des comptes individuels. La première étape est de répartir les élèves sur les différentes connexions internet disponibles, car *ChatGPT* n'autorise qu'un nombre d'accès limité depuis le même point de connexion comme mentionné précédemment. Les élèves ont à disposition un QR code leur permettant d'accéder directement au site internet depuis lequel *ChatGPT* est accessible. Une fois sur le site, les élèves doivent créer leur compte pour accéder à l'intelligence artificielle. Le professeur, ainsi que les élèves ayant déjà terminé le processus d'inscription apportent une aide à ceux éprouvant des difficultés.



Si le temps le permet, dès que les comptes sont créés, les élèves peuvent commencer à interagir librement avec l'IA, dans le cas contraire, les élèves ont malgré tout utilisé *ChatGPT* entre les 2 heures de cours de l'activité leur permettant une première utilisation. Cela leur aura permis de poser des questions et d'explorer différents sujets. L'objectif de la première heure est d'enseigner à tous les élèves les rudiments de l'utilisation de l'IA ainsi que de leur fournir un accès à l'IA.

b) Test diagnostic ou prétest

Une partie des élèves a réalisé une première évaluation qui servira d'évaluation diagnostic dans cette étude (extrait voir annexe 3 et annexe 4). C'est sur base de cette évaluation que nous avons identifié les difficultés rencontrées par la majorité des élèves. Pour d'autres classes, nous avons identifié des difficultés au fil des conversations ou d'observations ; dans ce cas, lorsque nous ne possédions pas de données chiffrées reflétant la connaissance des élèves, un test diagnostic sous la forme d'un Quizizz (annexe 1 et annexe 2) a été réalisé par les élèves au début de la 2^e heure d'activité juste avant l'interaction entre les élèves et l'IA.

Parmi ces difficultés, nous avons sélectionné plus précisément des points matière que nous jugions importants notamment pour les examens, mais également leur vie quotidienne. Ces points seront le sujet de l'interaction entre les élèves et l'IA.

La liste des sujets proposés est la suivante :

- Masse et poids (2^{ème} générale)
- UAA2 : la couleur des objets et le lien entre couleur et chaleur (3P)
- UAA3 : les composants de la cellule (3P)
- UAA8 : le cycle menstruel et la période de fertilité (4P)
- UAA6 : les relations entre les êtres vivants (4P)

3. Deuxième séance

a) Interaction avec l'IA

Dans le cas où le test diagnostique était une évaluation sous format papier, le professeur indique au tableau les thématiques ayant causé des difficultés. Par exemple : « *le cycle menstruel* » ou encore « *la couleur des objets* ». Dans le cas où il s'agissait de Quizizz, nous demandons aux élèves d'être attentifs à la matière rencontrée lors du quizz. Après avoir remarqué la difficulté des élèves à cerner la matière lorsqu'il s'agissait d'un prétest antérieur à l'activité, nous avons décidé de converser avec ces derniers afin d'identifier les concepts qui seront concernés par la remédiation.

Les élèves bénéficient d'un échange individuel avec *ChatGPT* afin de mieux comprendre la matière concernée. Cette interaction prend la forme d'une conversation libre ou de questionnement par *ChatGPT* de l'élève en fonction des groupes.

b) Formulaire de perceptions

Les élèves répondent à un formulaire d'appréciation concernant l'activité qu'ils viennent de réaliser. Pour accéder à ce formulaire, un QR code est mis à leur disposition. Ce questionnaire a pour but de récolter la perception des élèves concernant divers éléments comme : le sentiment d'utilité de la tâche, le sentiment d'apprentissage, la qualité de l'échange, mais également de leur donner la possibilité de faire des suggestions (annexe 5 et annexe 6).

c) Post-test

Afin de vérifier s'il y a une évolution, les élèves réalisent un post-test sous la forme d'un Quizizz (annexe 1 et annexe 2) (identique au prétest) ou d'une évaluation reprenant quelques questions identiques à celles posées lors de l'évaluation diagnostique (annexe 3 et annexe 4).

d) Discussion

Le temps restant de la séance est consacré à une discussion avec les élèves concernant l'expérience qu'ils viennent de vivre. Nous leur demandons s'ils ont identifié des points forts ou faibles, s'ils ont rencontré des erreurs ou encore s'ils vont réutiliser *ChatGPT*. Nous leur laissons également la possibilité de s'exprimer librement sur leur ressenti.

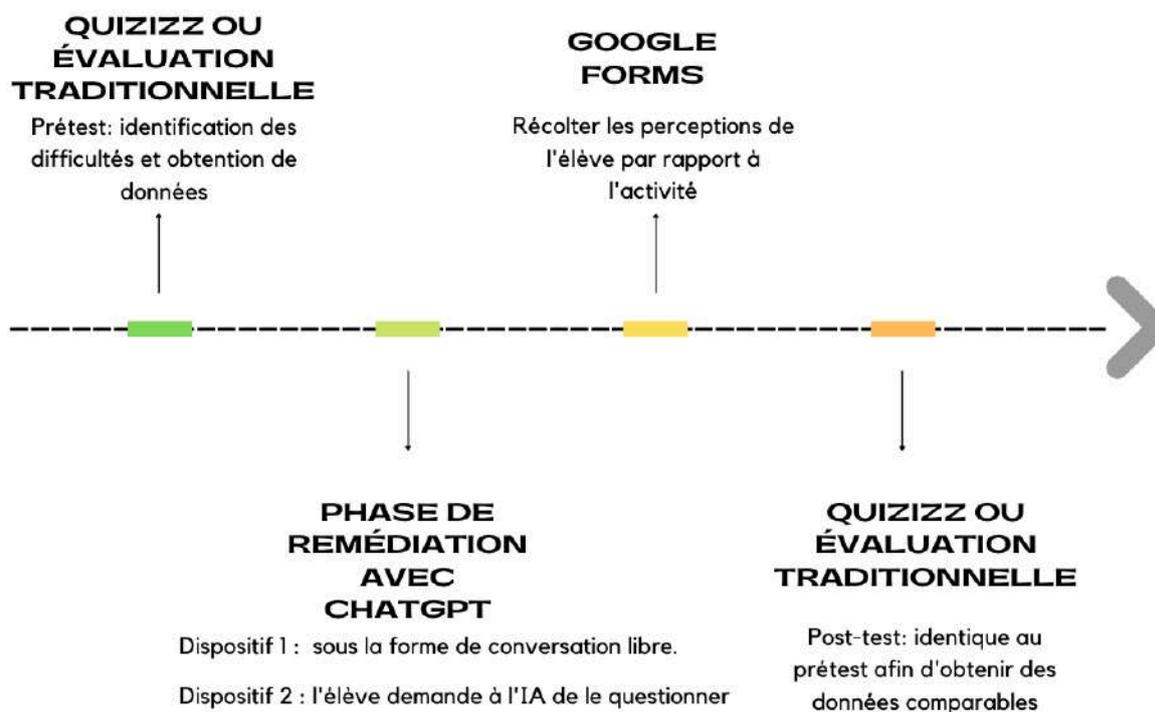
F. PRÉSENTATION DU DISPOSITIF DE RECHERCHE

Le dispositif de recherche a pour but de mettre en évidence le fait que *ChatGPT* puisse ou non être intégré à un processus de remédiation dans le cadre du cours de sciences. La question de recherche que nous avons formulé « *ChatGPT peut-il être intégré dans un processus de remédiation au cours de sciences ?* » est sous-tendue par deux hypothèses :

- L'utilisation de l'IA sous forme d'une conversation libre permet aux élèves d'obtenir des explications individuelles et ainsi d'améliorer la compréhension des élèves
- En recourant à l'IA pour leur poser des questions, les élèves peuvent bénéficier d'une assistance personnalisée qui renforce leur compréhension grâce à des explications individualisées.

Nous avons pris le parti de valider ou d'invalider les deux hypothèses de manière distincte. Afin d'éviter les répétitions et rendre l'organisation des deux dispositifs la plus limpide possible, nous allons dans un premier temps vous proposer un diagramme vous permettant d'identifier les différentes étapes des dispositifs de recherche. Ensuite, nous vous présenterons les différents outils utilisés et terminerons par une présentation de chacun des deux dispositifs en faisant appel aux outils décrits.

1. Diagramme des dispositifs expérimentaux



2. Présentation des outils d'évaluation de la maîtrise de la matière

L'objectif de ces outils est de quantifier la maîtrise de la matière que possède l'élève en amont et en aval de la séance de remédiation afin de pouvoir identifier si celle-ci permet à l'élève de progresser. Les questionnaires proposés aux élèves avant et après l'activité de remédiation seront identiques. Les questionnaires sont disponibles dans les annexes.

a) Quizizz

Pour les élèves du 1^{er} degré, nous avons identifié le sujet de remédiation non pas à travers le prétest ou un test diagnostique, mais en discutant avec ma collègue donnant le cours de sciences aux élèves. Nous avons également eu vent des difficultés lors de nos échanges avec ces classes lorsque nous les avons au cours d'éducation par la technologie. Lorsque nous avons cinq minutes en fin de cours, nous leur demandons s'il y a un sujet qu'ils n'ont pas compris en math ou en sciences ou s'il y a une interrogation dans un de ces deux cours pour leur faire un petit résumé si nous en sommes capable et nous savions que la distinction entre la masse et le poids n'était pas quelque chose d'acquis par la majorité. Souvent cette thématique souffre aussi des

abus de langage de la vie quotidienne lorsque l'on dit par exemple qu'on pèse 50 kg ou que notre poids est de 50 kg.

Nous devons néanmoins réaliser un prétest qui s'inscrivait dans le timing prévu pour obtenir des données que nous pourrions comparer par la suite afin de mettre en évidence un éventuel gain d'apprentissage.

Nous avons opté pour l'utilisation de Quizizz avec les élèves du premier degré (annexe 1), mais également pour l'UAA3 avec les élèves de 3^{ème} année (annexe 2) chez qui nous avons également perçu des difficultés de compréhension sans disposer de données chiffrées. Nous avons fait le choix de Quizizz pour différentes raisons que nous allons détailler ci-dessous.

Tout d'abord, Quizizz offre une facilité d'exploitation des résultats facilement exportables vers un tableur comme Excel afin de pouvoir réaliser une analyse approfondie. Un autre atout majeur de Quizizz est que, comme la plupart des outils utilisant ce type de service, la correction est automatique et permet de gagner du temps. Comme ces concurrents, il est facilement accessible de manière numérique par le scan d'un QR code, mais sa force est de proposer également, si nécessaire, une version PDF imprimable du quizz. Contrairement à Kahoot, une fois le quizz lancé, les élèves répondent à toutes les questions sur leur téléphone de manière indépendante. Une option permet de proposer les questions dans un ordre aléatoire à chacun. En cas d'erreur, nous avons pris le parti également via une option de ne pas montrer la bonne réponse aux élèves dans l'optique d'éviter qu'ils ne retiennent ces dernières. Dans la poursuite de cet objectif, nous avons tenté de mettre en place un questionnaire suffisamment long pour que les élèves n'aient pas la possibilité de mémoriser les questions et les réponses. Cela a pour but d'éviter que les élèves ne s'y limitent durant le temps de l'interaction avec l'IA.

b) Évaluations « traditionnelles »

Pour les autres thèmes abordés au second degré, nous avons repris les questions ouvertes (annexe 3 et annexe 4) qui avaient mis en évidence les difficultés des élèves lors d'évaluations réalisées précédemment. Nous procéderons de la même manière en demandant aux élèves de répondre à nouveau à ces questions après la phase de remédiation. De manière à rendre les résultats comparables entre le prétest et le post-test, nous ne nous sommes pas contentés de reprendre les points obtenus initialement. Nous avons mis au point de nouvelles grilles de correction sur base de laquelle nous avons réévalué les résultats obtenus la première fois afin de pouvoir comparer ces derniers aux nouveaux résultats. Les questions et les grilles d'évaluation sont disponibles dans les annexes.

3. Google Forms pour recueillir les perceptions des élèves

Nous avons choisi d'utiliser des formulaires Google avec les élèves afin de récolter des perceptions par rapport à leur sentiment de maîtrise de la matière et de progression, d'évaluer leur engagement, de leur permettre de nous fournir un *feedback* concernant la qualité d'interaction offerte par *ChatGPT* et d'éventuelles suggestions.

Ces questionnaires ne sont plus à présenter tant ils sont répandus. Les possibilités de type de réponses proposées sont multiples et nous semblaient suffisantes pour atteindre notre objectif. Nous avons pris le parti de créer deux modèles de questionnaires différents et ensuite de créer des variantes de ces questionnaires. Un premier modèle articulé autour de la démarche de conversation libre (annexe 5) et un second destiné au questionnement des élèves par l'IA (annexe 6). L'objectif est identique, c'est-à-dire récolter les perceptions mentionnées précédemment, mais les questions sont différentes, car elles sont adaptées à l'activité proposée.

Une des qualités de Forms est qu'il permet d'obtenir de manière simple les résultats des élèves notamment sous forme de graphiques. Nous avons cependant dû opter pour un export des données récoltées afin de mettre les résultats des questionnaires réalisés avec les différentes classes dans un même fichier dans le but de pouvoir traiter des résultats globaux pour les deux dispositifs.

4. ChatGPT : outils de remédiation

Ce que nous avons mis en place avec *ChatGPT* s'inscrit dans un dispositif de remédiation différée qui se rapproche de l'entretien, l'IA se substituant à l'enseignant (elle répond aux questions, pose des questions précises, etc.). Nos outils remplissent les stratégies de remédiation par feed-back puisque les élèves peuvent bénéficier d'une correction et confronter leur auto-correction à l'hétéro correction générée par l'IA, mais également dans une remédiation par répétition ou réalisation de travaux complémentaires : *ChatGPT* est capable de reformuler (et donc de répéter) et de générer des exercices. De plus nos dispositifs intègrent la remédiation par révision des prérequis non maîtrisés (si les élèves les ont identifiés).

5. Dispositif concernant la conversation libre

L'objectif de ce dispositif est de valider ou non l'hypothèse : « l'utilisation de l'IA sous forme d'une conversation libre permet aux élèves d'obtenir des explications individuelles et ainsi d'améliorer la compréhension des élèves ». Pour cela, nous allons décrire dans un premier temps le public et les matières abordées, ensuite, nous présenterons la démarche sous la forme d'étapes mentionnant les outils dont nous avons parlé précédemment.

a) Public et matières abordées

Classes	Nombre d'élèves	Remarques	Sujet de la remédiation
2C2 2C3 2C4	6	Activité réalisée lors du cours d'activité scientifique	Masse et poids : <ul style="list-style-type: none"> - Les unités et les symboles de la masse et du poids. - Utilisation de la formule $G=m.g$ - Les outils de mesures
/	/	/	/
3PBU2	9	Étudiant de 3 ^{ème} année professionnelle en bureautique.	UAA2 : lumière ! <ul style="list-style-type: none"> - Savoir expliquer pourquoi un objet est d'une certaine couleur sur base de ce qui a été vu en classe. - Savoir expliquer pourquoi les objets dont les matériaux sont similaires chauffent davantage lorsqu'ils sont plus foncés.
	10		UAA3 : la cellule et composants <ul style="list-style-type: none"> - Rôles des principaux composants. - Cellule animale et cellule végétale. - Cellule eucaryote et cellule procaryote.
/	/	/	/

4PART	6	Étudiant de 4 ^{ème} année professionnelle en art.	UAA6 :relations entre êtres vivants - Identifier les différents types de relations entre les êtres vivants (parasitisme – symbiose - prédation – coopération – compétition) dans des situations données.
4PEL		Étudiant de 4 ^{ème} année professionnelle en électricité.	
4PBU2	4	Étudiant de 4 ^{ème} année professionnelle en bureautique.	UAA8 : vivre une sexualité responsable - Cycle menstruel et période de fertilité

b) Différentes étapes

- 1) Pour le 1^{er} degré et l’UAA3 en 3^{ème} année : les élèves ont réalisé un prétest sous la forme d’un Quizizz. Pour les autres sujets concernant le 2^{ème} degré : nous avons identifié des exercices réalisés dans le cadre d’évaluation ayant posé problème à la majorité des étudiants dans les différentes matières abordées. Les exercices de cette évaluation serviront de prétest et de post-test.
- 2) Les élèves ont interagi avec *ChatGPT* de manière libre.
- 3) Les élèves ont passé un test de perception correspondant au modèle (questionnaire de perception concernant les interactions libres) et à la variante adaptée (classe et matière) afin de récolter leurs perceptions concernant leurs apprentissages, leurs utilisations, leur engagement et l’utilité de la tâche.
- 4) Les élèves ont réalisé un posttest qui est identique au prétest qu’ils ont réalisé à l’étape une.

6. Dispositif concernant le questionnement de l’élève par ChatGPT

L’objectif de ce dispositif est de valider ou non l’hypothèse : « *en recourant à l’IA pour leur poser des questions, les élèves peuvent bénéficier d’une assistance personnalisée qui renforce leur compréhension grâce à des explications individualisées* ».

Pour cela, nous allons procéder de la même manière que précédemment, c’est-à-dire en décrivant dans un premier temps le public et les matières abordées, ensuite, nous proposerons la démarche sous la forme d’étapes mentionnant les outils dont nous avons parlé précédemment.

a) **Public et matières abordées**

Classes	Nombre d'élèves	Remarques	Sujet de la remédiation
2C3	19	Classe de 2 ^{ème} générale composée d'élèves ayant différentes activités complémentaires.	Masse et poids : <ul style="list-style-type: none"> - Les unités et les symboles de la masse et du poids. - Utilisation de la formule $G=m.g$ - Les outils de mesures
2C2 2C3 2C4	6	Activité réalisée lors du cours d'activité scientifique	Masse et poids : <ul style="list-style-type: none"> - Les unités et les symboles de la masse et du poids. - Utilisation de la formule $G=m.g$ Les outils de mesures
3PEL	8	Étudiant de 3 ^{ème} année professionnelle en électricité.	UAA2 : lumière ! <ul style="list-style-type: none"> - Savoir expliquer pourquoi un objet est d'une certaine couleur sur base de ce qui a été vu en classe.
3PEQB	5	Étudiant de 3 ^{ème} année professionnelle en équipement du bâtiment.	<ul style="list-style-type: none"> - Savoir expliquer pourquoi les objets dont les matériaux sont similaires chauffent davantage lorsqu'ils sont plus foncés.

b) **Différentes étapes**

- 1) Pour le 1^{er} degré et l'UAA3 en 3^{ème} année : les élèves ont réalisé un prétest sous la forme d'un Quizizz. Pour les autres sujets concernant le 2^{ème} degré : nous avons identifié des exercices réalisés dans le cadre d'évaluation ayant posé problème à la majorité des étudiants dans les différentes matières abordées. Les exercices de cette évaluation serviront de prétest et de post-test.
- 2) Les élèves ont interagi avec *ChatGPT* en demandant à l'IA de leur poser des questions concernant la matière ciblée par la séance de remédiation.

- 3) Les élèves ont passé un test de perception correspondant au modèle (questionnaire de perception concernant le questionnement de l'élève par l'IA) et à la variante adaptée (classe et matière) afin de récolter leurs perceptions concernant leurs apprentissages, leurs utilisations, leur engagement et l'utilité de la tâche.
- 4) Les élèves ont réalisé un post-test qui est identique au prétest qu'ils ont réalisé à l'étape une.

G. ANALYSE GÉNÉRALE DES RÉSULTATS OBTENUS

Dans cette analyse générale des résultats, nous vous proposons de nous intéresser à trois processus différents. Un premier reprenant l'utilisation de la conversation libre, un deuxième consistant au questionnement (exercice) des élèves par l'IA et un troisième mené sur un échantillon très restreint consistant à effectuer les deux interactions à la suite.

On peut observer dans la figure 3 ci-dessous que l'amélioration des notes n'est pas similaire dans les trois processus mis en place. La combinaison de conversation et d'exercices montre de meilleurs résultats. Les apports entre conversation et exercices semblent être proches. Nous rediscuterons de ces deux approches de manière plus détaillée dans la suite du travail.

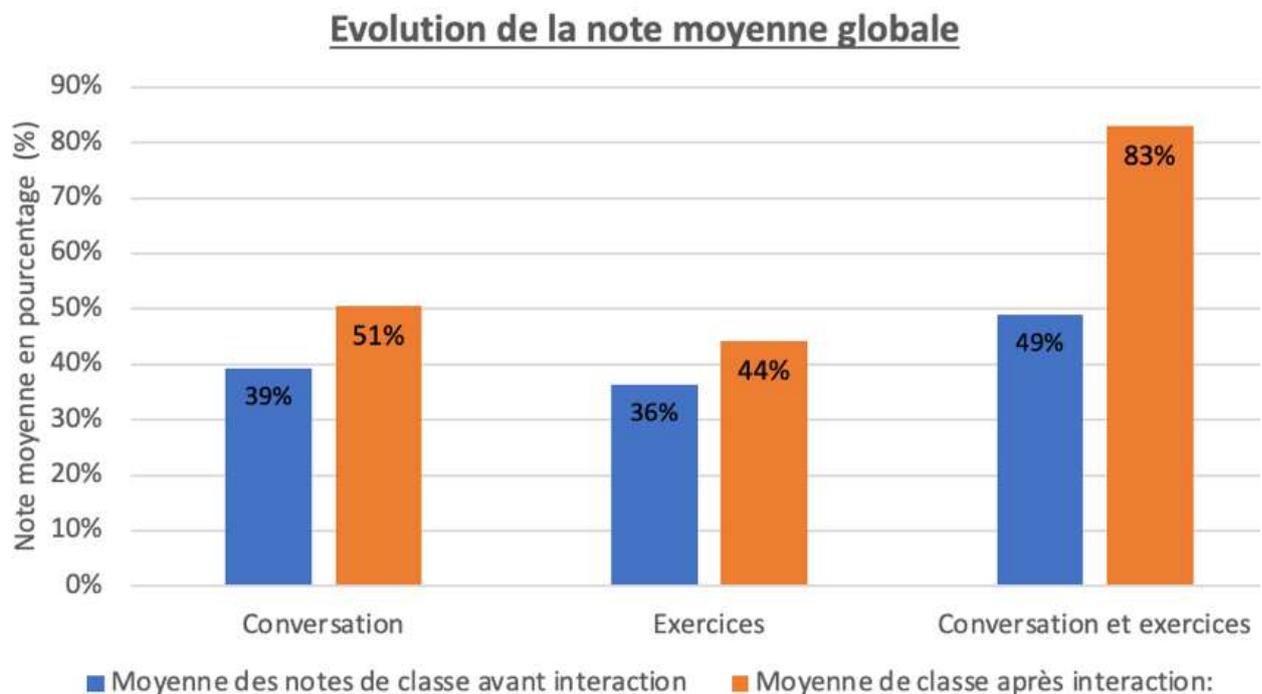


Figure 3 évolution de la note globale moyenne

Nous nous sommes intéressés aux élèves dont les résultats mettent en évidence une polarisation des apports des échanges avec l'intelligence artificielle. Pour cela, nous avons identifié dans chaque classe les élèves ayant obtenu la meilleure amélioration, mais également ceux ayant connu l'amélioration la plus faible. Nous avons ensuite réalisé une moyenne des deux types de profil en fonction des trois processus reprenant également l'apport moyen sur la note.

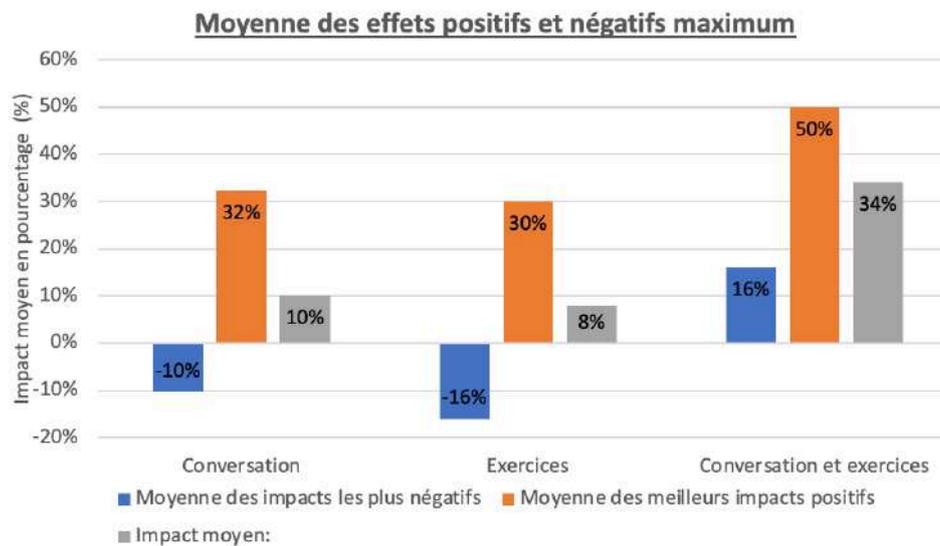


Figure 4 Moyenne des effets positifs et négatifs maximum

On remarque que la conversation comme les exercices permettent aux élèves à qui la séance profite le plus de progresser d'environ 30 % en moyenne. On voit également sur les graphiques que certains élèves régressent, et ce dans les cas où les techniques sont utilisées séparément. La régression est supérieure dans le cas des exercices. Malgré cette différence, l'apport moyen reste similaire. Dans le cas où les techniques sont utilisées de manière successive, on observe les meilleurs résultats avec non seulement un apport moyen de 34%, mais également des résultats maximums plus élevés tout en évitant les cas de régression. Il est cependant important de prendre avec des pincettes ces résultats obtenus par un petit groupe d'élèves avec lequel nous avons l'habitude d'utiliser des ressources numériques.

En conclusion, l'activité a un effet positif sur la moyenne générale obtenue et c'est également le cas sur les moyennes concernant toutes les activités menées. Il est cependant important de noter que certains élèves non seulement ne progressent pas, mais régressent. Le résultat moyen étant malgré tout en augmentation, les bénéfices semblent supérieurs. Nous vous proposons d'analyser de manière plus fine les résultats obtenus par la mise en place des différents dispositifs afin d'y voir plus clair.

H. ANALYSE DÉTAILLÉE DE L'UTILISATION DE LA CONVERSATION LIBRE

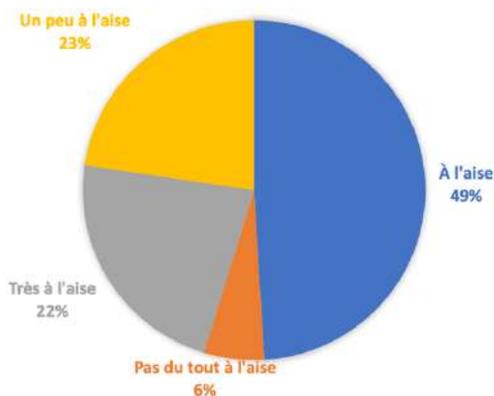
1. Maîtrise de la matière

Lors de la conversation avec l'IA, l'étude a mis en évidence une progression sur plusieurs plans. Il est important de constater que la moyenne de toutes les classes est en progression à la suite de la réalisation de l'activité. La progression moyenne des élèves est de l'ordre de 10 %, sensiblement similaire à la progression moyenne des différentes classes. La pratique conversationnelle avec l'IA a permis de faire passer la cote moyenne pour l'ensemble des classes de 39 à 51%. Il est cependant important de noter la grande disparité des apports de cette technologie qui permet à certains une amélioration fulgurante là où d'autres régressent.

<u>Critères :</u>	<u>Valeurs :</u>
Apport maximum moyen :	32%
Apport minimum moyen :	-10%
Progression moyenne des élèves :	10%
Pourcentage de réussite avant l'utilisation de l'IA :	35%
Pourcentage de réussite après l'utilisation de l'IA :	47%
Moyenne des classes avant l'interaction:	39%
Moyenne des classes après l'interaction :	51%

Figure 5

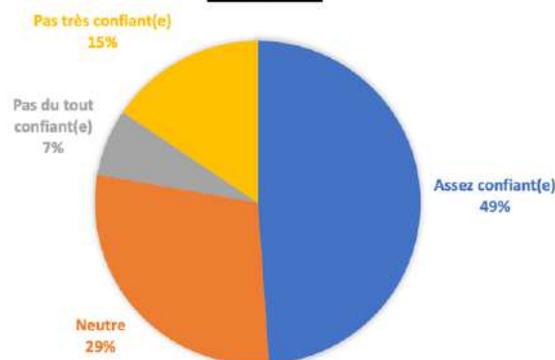
Sentiment de maîtrise de la matière avant l'interaction avec Chatgpt



L'enquête de perception révélait un sentiment positif de maîtrise de la matière avant l'interaction avec l'intelligence artificielle chez près de 71% des élèves. Le test diagnostic indique un pourcentage de réussite de seulement 35% ce qui indique la difficulté qu'ont les étudiants à évaluer leur maîtrise de la matière.

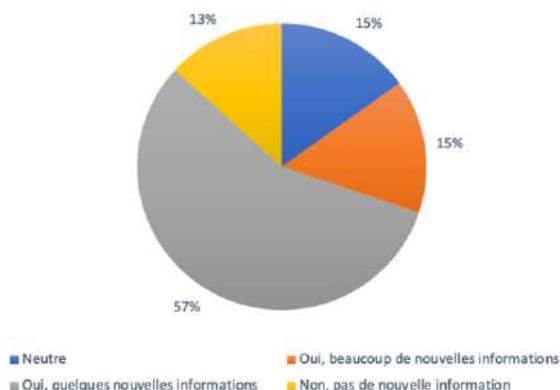
Après l'interaction, près de la moitié des élèves se sent assez confiante pour expliquer la matière à un de ces condisciples, ce qui est appuyé par un taux de réussite similaire. Il est cependant nécessaire de rappeler que le taux de réussite ne certifie pas que les élèves maîtrisent suffisamment la matière que pour pouvoir l'expliquer, cette valeur sert d'indicateur pour poser le constat « simple » qu'environ la moitié est capable d'atteindre au moins la réussite.

Capacité à expliquer la matière à un condisciple après l'interaction

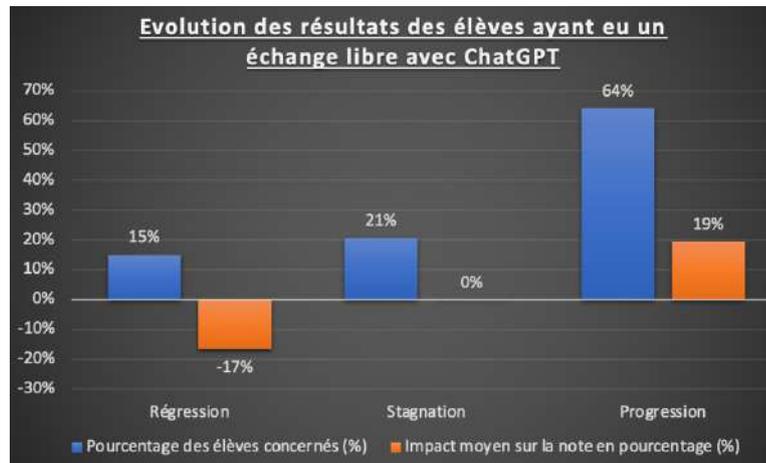


D'après l'enquête réalisée auprès des élèves, on observe qu'une grande majorité (72%) a intégré de nouvelles informations à l'issue de l'échange. Ces données sont confirmées par une évolution positive des résultats chez près de 63% des élèves avec une moyenne d'amélioration des résultats de 19% chez ces élèves. Près de 30 % des élèves déclarent ne pas avoir été impactés par l'échange. Ces derniers sont répartis en 15% se positionnant comme neutre vis-à-vis de l'apprentissage de nouvelles informations et 13% déclarant ne pas avoir bénéficié de nouvelles informations. Les

Avez-vous appris de nouvelles informations grâce à votre interaction avec ChatGPT ?



résultats des tests semblent corroborer cela en identifiant que chez 21% des étudiants, les résultats restent similaires et que 15% voient leurs résultats diminuer.



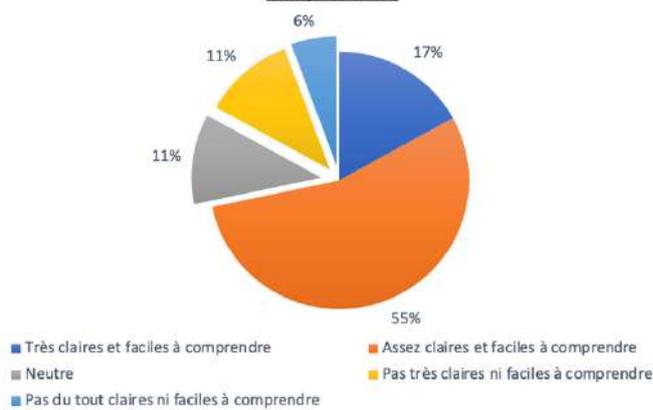
En conclusion, l'efficacité de l'IA dans la remédiation est confirmée, avec une hausse notable de la réussite et des moyennes des classes. Toutefois, l'hétérogénéité de l'impact de l'IA révèle que tous les élèves n'en bénéficient pas de manière égale. Ces résultats soulignent donc la nécessité d'une approche personnalisée dans l'implémentation de l'IA, adaptant les ressources et le soutien aux besoins spécifiques de chaque élève pour maximiser son potentiel éducatif.

2. Interaction

Cette partie de l'analyse des données recueillies s'intéressera plus particulièrement aux interactions entre l'IA et les élèves en évoquant entre autres la quantité et la qualité des interactions.

Lors de la phase de présentation de *ChatGPT*, l'importance de la qualité de la requête formulée par l'utilisateur (prompt) a été évoquée. Si on en croit le formulaire Google, une majorité d'élèves indique poser à *ChatGPT* des questions précises, mais près du tiers des élèves ne savent pas se positionner par rapport à la qualité de leur prompt.

Avez-vous trouvé les explications de ChatGPT claires et faciles à comprendre ?

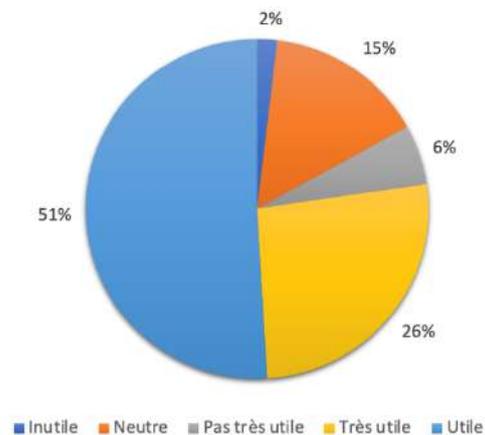


Malgré le niveau de maîtrise de la langue française relativement faible, on constate que 72% des élèves n'ont pas eu de problèmes de compréhension concernant le contenu généré par *ChatGPT*.

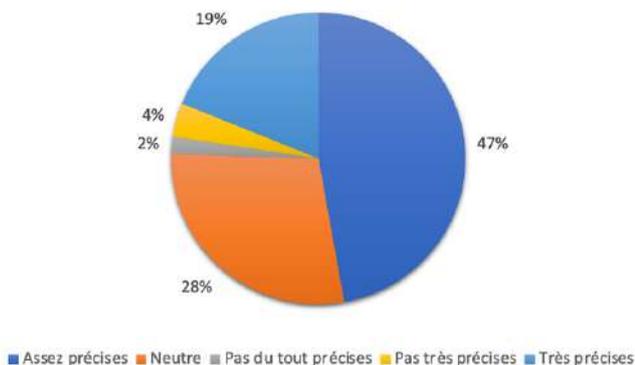
Avez-vous trouvé que les informations données par ChatGPT étaient du même niveau que le cours ?



Comment avez-vous trouvé l'interaction avec ChatGPT ?



Dans quelle mesure pensez-vous que les questions que vous avez posées à ChatGPT étaient précises ?



Avez-vous demandé à ChatGPT de reformuler sa réponse lors de l'interaction ?



Une des forces de l'outil est que l'élève peut demander au *chatbot* de reformuler sa réponse en cas de mauvaise compréhension due à un niveau de vocabulaire ou de complexité inadaptée à l'élève. Il est étonnant de constater que seulement 39% des élèves indiquent ne pas avoir eu le besoin d'utiliser cette fonctionnalité, chiffre qui est bien inférieur aux 66% des élèves ayant indiqué avoir posé les questions de manière précise à l'IA.

Plusieurs pistes d'explication pourraient être explorées comme par exemple le manque de données de contexte lors de la requête (niveau d'études, niveau de maîtrise du français,...), le manque de qualité de la réponse proposée par *ChatGPT* ou la mauvaise appréciation par les élèves de la précision de leurs questions. Peut-être ont-ils également surestimé la qualité de leurs questions, car la demande de reformulation qu'ils ont effectué leur a permis d'obtenir une réponse de qualité. Près de 72% des élèves déclaraient ne pas avoir de problème de compréhension avec les réponses fournies. On peut se poser la question de leur représentation dans les 55% des élèves ayant utilisé la reformulation. Il est assez étonnant de constater que certains élèves disent ignorer la possibilité de demander une reformulation par l'IA alors qu'elle a été abordée lors de la présentation.

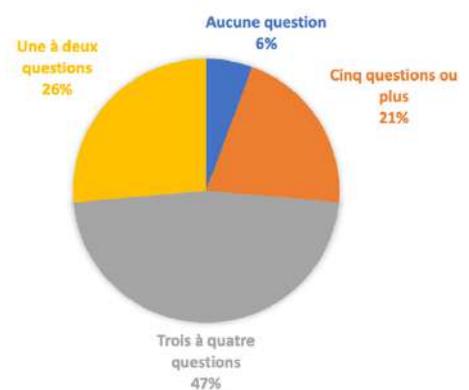
Les élèves semblent avoir majoritairement rencontré un niveau similaire à celui du cours au travers de leurs interactions avec l'intelligence artificielle. Concernant les 10% d'élèves ayant eu une majorité de questions d'un niveau différent à celui du cours, l'amélioration de la qualité du prompt pourrait être une solution en la combinant éventuellement avec des interactions supplémentaires permettant d'affiner la réponse proposée.

Près de 80% des élèves voient une utilité dans l'interaction avec *ChatGPT*. En outre cela a pour implication d'augmenter la motivation et l'engagement des élèves dans la tâche.

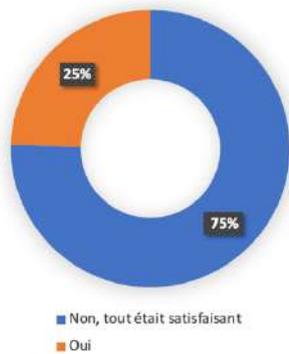
La motivation et l'engagement des élèves ayant identifié l'utilité de l'activité sont également observables dans le nombre de questions posées par les étudiants. En effet, on peut noter que la quantité d'élèves ayant décelé une utilité dans la tâche est similaire à celle des groupes d'élèves ayant posé le plus de questions.

La majorité des élèves ont trouvé l'interaction satisfaisante ; néanmoins en discutant et en récoltant les avis des élèves concernant leur expérience, ces derniers mentionnèrent à plusieurs reprises deux points négatifs : (1) la lenteur de rédaction , (2) la longueur des réponses proposées qui ne vont pas à l'essentiel.

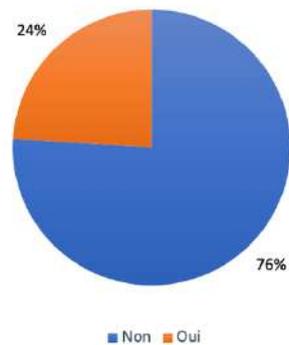
COMBIEN DE QUESTIONS AVEZ-VOUS POSÉES À CHATGPT ?



Avez-vous des suggestions pour améliorer l'interaction avec ChatGPT ?



Avez-vous remarqué des erreurs dans les réponses de ChatGPT lors de votre interaction?



Seulement 24% des élèves ont remarqué des erreurs au cours de leur conversation. Cela ne veut pas pour autant dire qu'il n'y en a pas davantage puisqu'il faudrait que les élèves maîtrisent la matière afin de pouvoir les identifier ce qui n'est pas le cas en phase de remédiation. La question est de savoir si ces erreurs doivent aboutir à l'abandon de l'outil, j'y viendrai plus en détail dans la suite.

Les données suggèrent que *ChatGPT*, peut jouer un rôle significatif dans le processus éducatif, mais qu'il ne faut pas oublier certains défis qu'il lui faut relever. Les élèves semblent valoriser l'utilité de l'IA dans l'apprentissage, comme en témoigne le fait que 80% d'entre eux reconnaissent son utilité, ce qui a un effet positif sur leur motivation et leur engagement. Cependant, des défis subsistent, tels que la nécessité d'améliorer la précision des prompts, la sensibilisation à la fonction de reformulation, et la conciliation entre la longueur des réponses et la facilité de compréhension. Par ailleurs, malgré la mention de certains points négatifs tels que la lenteur de rédaction et la longueur des réponses, une majorité d'élèves a trouvé l'interaction avec *ChatGPT* satisfaisante. Ces données soulignent l'importance de l'adaptation et de l'optimisation continues de l'IA pour maximiser son utilité pédagogique, tout en tenant compte des défis associés et des préférences individuelles des élèves.

3. Conclusion et réponse hypothèse 1

Abordons maintenant la première hypothèse de notre travail : « *l'utilisation de l'IA sous forme d'une conversation libre permet aux élèves d'obtenir des explications individuelles et ainsi d'améliorer la compréhension des élèves.* » L'analyse des données recueillies jusqu'à présent permet de répondre à cette dernière.

En premier lieu, il est intéressant de noter que l'implémentation de *ChatGPT*, dans le processus d'apprentissage semble avoir contribué à une augmentation notable des performances des élèves. En effet, l'analyse révèle une augmentation de la réussite des élèves passant de 35% à 47% après l'utilisation de l'IA, et une progression moyenne des élèves de l'ordre de 10%. Cette amélioration de la performance suggère que l'utilisation de l'IA, à travers des conversations, a probablement facilité une meilleure compréhension du sujet.

Ensuite, la capacité de *ChatGPT* à reformuler ses réponses est une caractéristique clé pour aider à améliorer la compréhension des élèves. Cette fonctionnalité offre une possibilité d'interaction individuelle, permettant aux élèves de recevoir des explications adaptées à leur niveau de compréhension. Cette fonctionnalité a été utilisée par plus de la moitié des élèves, soit 55%. Cette proportion élevée suggère que cette fonctionnalité a probablement facilité la compréhension de la matière en permettant des explications individualisées. Il est toutefois important de souligner que tous les élèves n'étaient pas conscients de cette possibilité, suggérant que l'optimisation de l'interaction avec l'IA à travers un meilleur accompagnement pourrait encore améliorer les performances.

Par ailleurs, il convient de mentionner le degré d'engagement des élèves. En effet, près de 80% des élèves ont perçu une utilité dans l'interaction avec *ChatGPT*. Cet engagement accru, probablement lié à la possibilité d'obtenir des explications personnalisées, est un facteur crucial pour une meilleure compréhension. Cela suggère que les élèves qui voient l'utilité de l'interaction avec l'IA sont plus susceptibles de mieux comprendre la matière.

Cependant, il convient de relever certains défis. Les élèves ont mentionné la lenteur de rédaction de l'IA et la longueur des réponses comme des aspects négatifs, ce qui pourrait affecter la fluidité de l'interaction et, par conséquent, l'efficacité de l'apprentissage. De plus, seulement 24% des élèves ont remarqué des erreurs lors de leurs conversations, ce qui pose la question de la capacité des élèves à identifier correctement les erreurs lorsqu'elles se présentent.

Ces différentes informations recueillies expérimentalement semblent indiquer que l'IA utilisée sous forme de conversation libre semble effectivement permettre aux élèves d'obtenir des explications individualisées et d'améliorer leur compréhension, bien que des défis demeurent. Ce qui permet d'affirmer que ce procédé peut tout à fait être intégré dans un processus de remédiation. Des améliorations et de la pratique permettront de toute évidence d'améliorer les résultats obtenus.

I. ANALYSE DÉTAILLÉE DE L'UTILISATION DU « QUESTIONNEMENT PAR L'IA »

1. Maîtrise de la matière

L'interaction consistant à l'interrogation de l'élève par la machine apporterait une augmentation de la progression moyenne par élève de 8%, c'est-à-dire légèrement inférieure à la conversation libre. Un apport maximal moyen de 30% pour un apport minimal moyen de -16%, la disparité est encore plus notable. Nous pouvons également constater une augmentation de la moyenne dans toutes les classes sans toutefois augmenter le pourcentage de réussite. Cette non-augmentation du pourcentage de réussite s'expliquent notamment par le fait que la moyenne initiale était plus basse. Cette valeur n'est donnée qu'à titre indicatif.

<u>Critères :</u>	<u>Valeurs :</u>
Apport maximum moyen :	30%
Apport minimum moyen :	-16%
Progression moyenne des élève :	8%
Pourcentage de réussite avant l'utilisation de l'IA :	33%
Pourcentage de réussite après l'utilisation de l'IA :	33%
Moyenne des classes avant l'interaction:	36%
Moyenne des classes après l'interaction :	44%

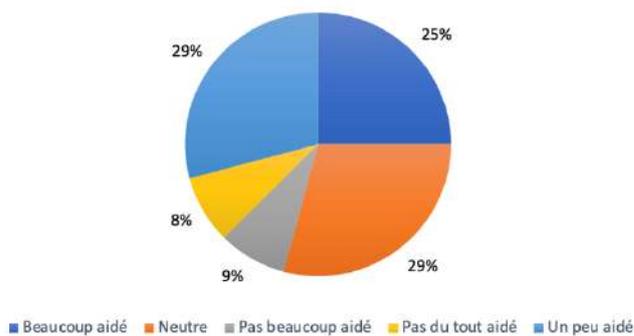
**Sentiment de maîtrise de la matière avant l'interaction
avec ChatGPT**



donné.

Près d'un élève sur deux (50%) déclare avoir appris de nouvelles informations lors de leur interaction consistant à leur interrogation par l'IA. On remarque que c'est à peu près la même proportion d'élèves qui déclare avoir été aidé par l'activité. Les élèves ont eu tendance à sous-estimer le bénéfice de l'activité puisque les résultats, montrent que 75% des élèves ont vu une amélioration de leurs points de 14% en moyenne.

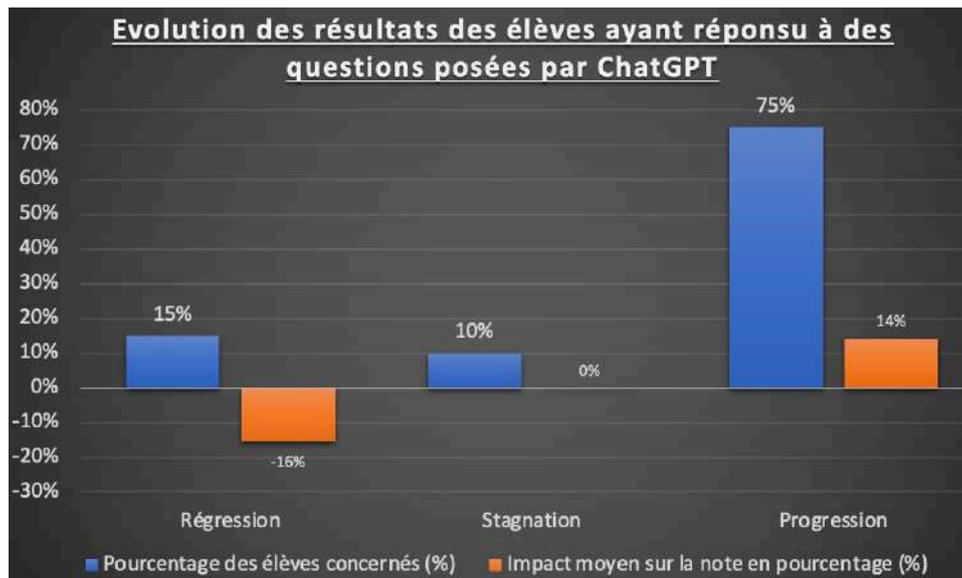
Dans quelle mesure l'interaction avec ChatGPT vous a-t-elle aidé à comprendre la matière?



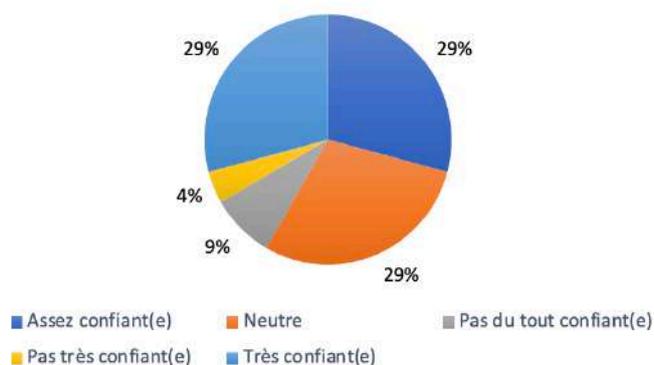
Avez-vous le sentiment d'avoir appris de nouvelles informations (progression)?



Ces graphiques permettent également de constater que près d'un tiers des élèves ne sait pas se positionner en ce qui concerne une amélioration de leur compréhension ou l'apprentissage de nouvelles informations. Dans les deux cas, moins de 10% des élèves déclarent n'avoir perçu aucun bénéfice.



Dans quelle mesure êtes-vous confiant(e) pour réaliser des exercices évaluant votre maîtrise du sujet abordé avec l'IA?



Après l'interaction avec *ChatGPT*, 58% des élèves se déclarent confiants en vue de réaliser des exercices concernant le sujet qu'ils ont abordé avec l'IA ; cependant le taux de réussite n'augmente pas (33%) et reste bien inférieur au sentiment de compétence des élèves. Cette information est à relativiser comme indiqué précédemment au vu des lacunes initiales et de l'observation de l'amélioration de la note moyenne.

Enfin, l'interaction avec l'IA conduit à une progression tangible chez les élèves, 75% d'entre eux affichant une amélioration moyenne de 14%. Cependant, le taux de réussite reste inchangé, ce qui peut être attribué à la faible moyenne initiale avant la remédiation. Malgré cela, la hausse significative de la confiance des élèves souligne l'importance de l'IA comme outil d'apprentissage individualisé.

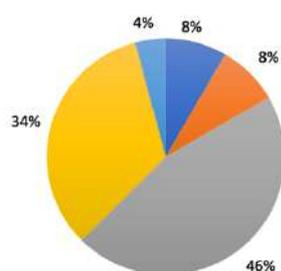
2. Interaction

Le questionnaire révèle que les élèves ont eu accès à des questions concernant le sujet sur lequel ils avaient demandé à *ChatGPT* de les interroger (80%). Seulement 63% estiment avoir été précis dans la formulation de leurs requêtes. Plusieurs questions se posent alors :

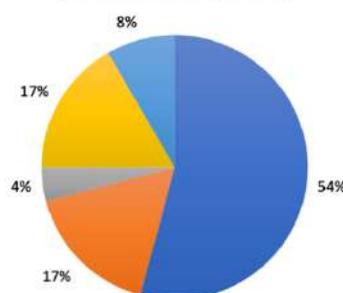
- Peut-être que la majorité des élèves ne s'étant pas positionné ont été précis ?
- Peut-être que l'IA a su cerner par d'autres procédés le contenu adapté ?
- Peut-être que les élèves ont mal évalué si les questions concernaient la matière ou non ?

Il est également fort possible qu'une combinaison de ces différents facteurs soient à l'origine de cette différence.

Avez-vous trouvé que les questions de ChatGPT parlaient du sujet demandé ?



Dans quelle mesure pensez-vous que vos écrits destinés à ChatGPT étaient précis ?



■ Pas du tout ■ Non pour la majorité ■ Oui pour la majorité ■ Oui pour toutes ■ Neutre

■ Assez précises ■ Neutre ■ Pas du tout précises ■ Pas très précises ■ Très précises

À combien de questions avez-vous répondu ?

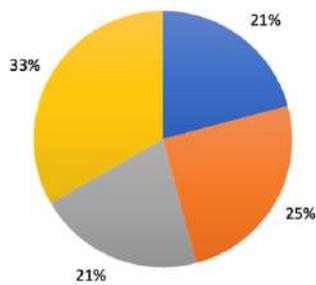


Près de 70% des élèves ont répondu à plus de trois questions proposées par *ChatGPT*. Cela met en évidence l'implication des élèves dans la tâche. Il est cependant difficile de s'exprimer réellement sur la complexité et la diversité des questions auxquelles chacun a répondu. Les questions proposées peuvent aussi bien être un exercice à résoudre qu'un « vrai ou faux ». Dans la majorité des cas les élèves ont pu si nécessaire bénéficier d'une explication supplémentaire ou d'une correction.

La majorité des élèves indique avoir demandé des explications nécessaires ce qui met en évidence leur intention de s'impliquer dans la tâche et d'améliorer leur compréhension de la matière. Le nombre d'élèves indiquant ne pas avoir connaissance de la possibilité de demander

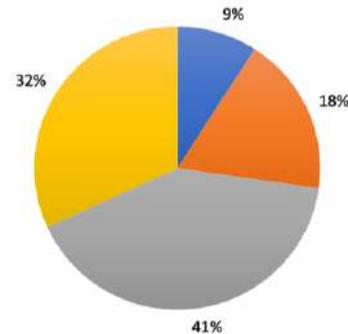
des explications supplémentaires s'élève à 25%. Afin de diminuer ce chiffre, il faudrait revoir la manière dont cela est abordé lors de la première heure de l'activité.

Avez-vous demandé des explications supplémentaires à ChatGPT?



■ Non, je n'ai pas eu besoin de le faire
 ■ Non, je ne savais pas que je pouvais le faire
 ■ Oui, plusieurs fois
 ■ Oui, une fois

Avez-vous reçu une correction lorsque vos réponses étaient fausses?



■ Je n'ai pas fait d'erreur
 ■ Non, jamais
 ■ Oui, parfois
 ■ Oui, toujours

L'intelligence artificielle a fourni une correction dans la majorité des cas où cela était nécessaire. Les cas où aucune correction n'a pas été fournie à l'utilisateur s'expliquent probablement par le fait que l'IA n'a pas compris que l'utilisateur encodait une réponse.

En somme, la majorité des élèves ont tiré parti de l'interaction avec l'IA, en exploitant les questions pertinentes et en demandant des explications supplémentaires lorsqu'elles étaient nécessaires. Toutefois, la précision dans la formulation des requêtes et la sensibilisation à la demande d'explications supplémentaires sont des aspects qui nécessitent une amélioration. L'engagement de 70% des élèves à répondre à plus de trois questions souligne le potentiel de l'IA comme outil d'apprentissage interactif. Des corrections et des feedbacks ont été fournis dans la majorité des cas, renforçant ainsi la capacité de l'IA à aider les élèves de manière autonome.

3. Conclusion et réponse hypothèse II

Abordons maintenant la seconde hypothèse de mon travail : « *en recourant à l'IA pour leur poser des questions, les élèves peuvent bénéficier d'une assistance personnalisée qui renforce leur compréhension grâce à des explications individualisées* ». L'examen des données collectées fournit des éléments de réponse à cette question.

D'une part, l'incorporation de l'IA, plus précisément *ChatGPT*, dans le processus de remédiation semble avoir entraîné une amélioration significative de la performance des élèves. Mon étude révèle une progression moyenne par élève de 8% suite à l'interaction avec l'IA. Même si le taux

de réussite globale est resté stable, cette progression est un indicateur probant de l'amélioration du niveau de compréhension des élèves.

D'autre part, l'interaction avec *ChatGPT* a permis aux élèves de bénéficier de questions ciblées sur leurs sujets d'études, favorisant ainsi un apprentissage plus personnalisé. Ce niveau d'individualisation, qui est au cœur de mon hypothèse, a été souligné par 80% des élèves. Il est également important de mentionner l'implication des élèves dans l'activité, avec 70% ayant répondu à plus de trois questions posées par l'IA.

Une caractéristique notable de cette interaction est que la majorité des élèves ont activement sollicité des explications supplémentaires lorsqu'elles étaient nécessaires. Cette volonté de clarifier leur compréhension met en évidence l'utilité de l'IA en tant que support de remédiation. Cependant, nous avons aussi identifié un enjeu majeur : un quart des élèves n'étaient pas conscients de la possibilité de demander des explications supplémentaires, ce qui souligne le besoin d'une meilleure présentation et d'une initiation plus efficace à l'outil.

Il convient également de souligner que *ChatGPT* a fourni des corrections dans la plupart des cas où cela était nécessaire. Ce retour constructif est fondamental pour aider les élèves à identifier leurs erreurs et à améliorer leur compréhension.

Ces informations récoltées expérimentalement indiquent que le recours à l'IA pour leur poser des questions semble effectivement permettre aux élèves d'obtenir des explications individualisées et d'améliorer leur compréhension, malgré certaines difficultés rencontrées. Il est donc conclu que cette méthode pourrait être intégrée efficacement dans un processus de remédiation. Avec des améliorations et une pratique accrue, j'anticipe des résultats encore plus positifs.

J. CONCLUSION GÉNÉRALE DE LA PARTIE PRATIQUE

Par les résultats observés, les deux dispositifs expérimentaux permettent d'affirmer que l'utilisation de *ChatGPT* peut s'intégrer à un processus de remédiation dans le cadre du cours de sciences. Si on se souvient de ce qui a été établi dans notre partie théorique, la remédiation doit en effet, suite à l'identification de lacunes, proposer une approche différente de celle ayant eu lieu précédemment (l'enseignant qui explique VS une discussion avec *ChatGPT* ou une questionnement par *ChatGPT*), et ainsi permettre de palier ou de réduire ces-dites lacunes (amélioration des résultats dans les deux dispositifs).

En effet chacun des dispositifs valide l'hypothèse à laquelle il se rapporte en apportant une amélioration moyenne de la note des élèves. Le premier dispositif basé sur l'interaction sous forme de conversation libre entre *ChatGPT* et l'élève valide l'hypothèse suivante : l'utilisation de l'IA sous forme d'une conversation libre permet aux élèves d'obtenir des explications individuelles et ainsi d'améliorer la compréhension des élèves. Le second dispositif valide quant à lui la seconde hypothèse : En recourant à l'IA pour leur poser des questions, les élèves peuvent bénéficier d'une assistance personnalisée qui renforce leur compréhension grâce à des explications individualisées.

Si dans l'ensemble, on observe une progression moyenne d'environ 10 %, il est important de souligner que bien que, la majorité des élèves soient impactés positivement, ce n'est pas le cas de tous. Une qualité variable de l'expérience souligne l'importance des éléments déjà traités dans la partie théorique telles que l'importance de la qualité du prompt ou les réponses erronées auxquelles les élèves ont été confronté. Si les élèves ont été sensibilisés par rapport à ces points lors de la première séance de l'activité, nous avons pu identifier plusieurs situations nuisant à la qualité de l'échange avec l'IA. Des élèves ne donnent pas suffisamment de contexte à ChatGPT (annexe 16). D'autres éléments liés à la technologie de l'IA ou aux élèves diminuent la qualité de l'échange, nous en avons rencontrés de plusieurs natures : ChatGPT valide une réponse erronée de l'élève (annexe 15) ; une utilisation non efficace de l'outil durant laquelle l'élève ne répond à aucune des questions posées par l'IA (annexe 12) ; certains comportements déplacés de l'utilisateur (annexe 17) . D'autres élèves ont quant à eux une utilisation beaucoup plus efficace en exploitant les capacités de l'outil à lui fournir une correction (annexe 9 et annexe 13), en demandant à l'outil de lui faire un résumé (annexe 10) . Les plus curieux peuvent donner libre cours à leur imagination (annexe 18).

Malgré le niveau de maîtrise du français relativement bas, on observe que d'après les élèves, ils ont pu bénéficier d'une interaction leur permettant une bonne compréhension des informations notamment grâce aux capacités de reformulation et d'adaptation de *ChatGPT* (annexe 19). On remarque également et cela toujours par l'intermédiaire des perceptions des élèves que dans la majorité des cas, *ChatGPT* a proposé du contenu d'un niveau similaire à celui du cours dispensé par les professeurs.

Certains points nécessitant une amélioration ont été identifiés par les élèves comme la lenteur de rédaction de l'IA et la longueur des réponses proposées. Face au constat de la longueur des réponses formulées par ChatGPT, les élèves ont utilisé la possibilité de demander à l'IA de

résumer sa réponse(annexe 8) Les remarques concernant la lenteur de rédaction pourrait être en partie imputable au fait que les élèves utilisant l'alternative ne nécessitant pas de compte ont dû patienter que toute la réponse soit formulée avant de la voir affichée à l'écran contrairement à l'accès direct sur le site d'OpenAI où l'élève voit le chatbot rédiger en direct. D'autres éléments tels que la capacité des élèves à identifier une erreur générée par l'IA ou le fait que les élèves aient conscience des capacités de l'outils nécessiteront une approche différente.

L'activité a mis en évidence des limites abordées lors de la recherche théorique. Les élèves ont été confronté à l'impossibilité de répondre à des questions concernant des informations récentes, mais également celles nécessitant un jugement esthétique (annexe 14). Un élève a été jusqu'à demander à l'IA comment fabriquer une bombe, testant les limites éthiques de l'outils (annexe 7).

La mise en place des dispositifs expérimentaux a permis non seulement de répondre aux hypothèses, mais également de voir apparaître de nouvelles pistes plus ou moins précises à explorer. On pourrait par exemple s'intéresser de plus près à la préférence des élèves concernant leur mode d'échange avec l'IA : les données recueillies dans les formulaires de perception et mes observations semblent mettre en évidence une préférence pour le dispositif de conversation libre de la part d'élèves. Nous avons observé au cours des activités une plus grande aisance de la part des élèves dans cette manière d'interagir qui leur paraît plus naturelle.

Cependant, la réalisation d'études complémentaires semble nécessaire afin d'affirmer de façon unanime une préférence du type d'interaction ou encore les facteurs exerçant une influence sur les résultats obtenus à l'aide de ce type d'activité. Quelques pistes concernant les facteurs influant semblent se dégager ; j'en développerai lors de la partie consacrée aux prolongements possibles. Il est important de garder à l'esprit que les résultats de cette étude sont en lien étroit avec le contexte dans laquelle cette dernière a été réalisée et qu'ils ne peuvent être généralisés.

ANALYSE REFLEXIVE

IV. ANALYSE RÉFLEXIVE

A. ANALYSE RÉFLEXIVE DU DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

L'analyse réflexive du dispositif expérimental traitera de plusieurs éléments tels que la particularité du public, la temporalité des tests et la durée du projet. Les difficultés rencontrées ainsi que le statut des erreurs de *ChatGPT* seront développées par la suite.

Les difficultés éprouvées par les élèves concernant la maîtrise de la langue française peuvent évidemment impacter grandement la qualité de l'interaction avec un outil tel que *ChatGPT*. Il est donc important de garder à l'esprit que les résultats de ce travail concernent un public particulier.

Le souhait de condenser la réalisation de l'étude dans les classes de l'enseignement qualifiant afin de ne pas accumuler de retard trop important dans le déroulement du cours m'a poussé à faire le choix d'étendre la séquence sur uniquement deux séances de cours. Ce délai de deux périodes est trop court que pour pouvoir travailler les compétences requises pour permettre à l'élève de bénéficier d'une expérience optimale lors de son échange avec *ChatGPT*. Cela me fait envisager que les résultats obtenus pourraient être améliorés. Dans cette optique, il serait à mon avis plus judicieux d'ajouter des séances pour arriver à un total de quatre heures de cours agencées comme suit :

- 1^{ère} heure : développer davantage la phase de découverte, la réalisation d'un brainstorming et la sensibilisation éthique, erreur, ...
- 2^{ème} heure : création de compte, découverte de l'outil et apprentissage de l'écriture des prompts
- Devoir entre la 2^{ème} et la 3^{ème} heure : réalisation d'un devoir consistant à formuler un prompt afin d'obtenir une réponse précise.
- 3^{ème} heure : réalisation d'une utilisation similaire à la séance de remédiation afin de familiariser les élèves à l'utilisation de l'outil.
- 4^{ème} heure : séance de remédiation et post-test

De plus, certaines compétences liées à l'utilisation de l'IA telles que la réflexion critique ou la formulation de question doivent être entraînées en dehors du cadre du dispositif. Nous pensons après avoir réalisé l'activité, mais également au vu des éléments apportés par la partie théorique de ce travail que l'utilisation d'un tel outil serait d'une meilleure qualité si elle s'inscrivait tout

au long de l'année de manière transversale et de concert avec nos collègues des autres matières. En effet il est nécessaire d'établir un programme pour travailler les compétences nécessaires à l'utilisation de *ChatGPT* en permettant à l'élève son utilisation encadrée dans différents cours (travailler le prompt en cours de français par exemple).

Des facteurs liés aux tests et à leur temporalité ont également dû avoir un impact sur les résultats, mais ce dernier est difficilement quantifiable. En premier lieu, notons le temps écoulé entre le prétest et le post-test qui n'est pas similaire pour les élèves du premier et du deuxième degré. Pour les élèves du premier degré que nous n'avons pas en sciences, nous avons choisi d'opter pour l'option de la réalisation de quizz en ligne ne comportant pas de questions ouvertes et permettant une correction automatique. Pour les élèves du second degré, nous avons utilisé les questions ouvertes d'évaluations déjà réalisées en guise de test diagnostique et nous avons utilisé une grille de correction afin d'objectiver les résultats.

Le type de question ainsi que le facteur humain concernant le choix des critères de correction dans le cas des élèves du qualifiant peuvent avoir un impact sur les résultats. Outre cet aspect, la durée séparant prétest et post-test n'est pas la même puisque les élèves du 1^{er} degré ont réalisé leur test diagnostique juste avant la phase de remédiation alors que pour les élèves du 2^{ème} degré, ces derniers ont eu lieu plusieurs semaines auparavant. Plusieurs conséquences possibles dans les deux cas. Pour les premiers, les élèves pourraient se souvenir des questions et en tirer parti lors de l'interaction avec l'IA. Le nombre de questions étant relativement élevé, cet impact est toutefois limité. Dans le second cas, il est fort probable que les élèves aient oublié certaines connaissances depuis le prétest ou au contraire aient progressé depuis ce qui pourrait biaiser les résultats. Au vu du public et de mes observations au fil de l'année, la progression entre le test diagnostique et la mise en place de mon dispositif est une hypothèse qui pourrait être éliminée.

Finalement, il serait plus rigoureux de récolter de manière systématique les échanges entre les étudiants et *ChatGPT* afin de vérifier que les élèves aient tous respecté les consignes d'utilisation plutôt que de se limiter à l'observation lors de la réalisation de la tâche.

B. LES DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

Intégrer *ChatGPT* dans le processus de remédiation a présenté un certain nombre de défis que nous avons en partie évoqués précédemment.

Le premier concerne l'aspect matériel, et ce à travers différentes problématiques. D'abord, le choix du support pour les différentes activités. Les élèves ont utilisé leurs smartphones, ce qui impliquait d'avoir un téléphone, mais en plus que ce dernier possède une charge de batterie suffisante et qu'il soit possible de scanner un QR code. Ensuite, la connexion à internet s'est faite via des connexions individuelles lorsque c'était possible. Nous avons, avec certains élèves en ayant l'occasion, partagé ma connexion internet mobile afin de permettre la participation de chacun. Lorsque cela fut nécessaire, deux élèves sans smartphone ont pu utiliser mon ordinateur personnel et celui présent dans la classe.

Lors de la phase de création de comptes, il a fallu pallier la limitation d'utilisation de *ChatGPT* depuis une même connexion internet, mais également au fait que parfois l'application semblait ne pas accepter certaines adresses e-mail ou numéro de téléphone de manière arbitraire.

La maîtrise de la langue française a également été une problématique, certains élèves ayant du mal à formuler leurs questions de manière précise, limitant ainsi l'efficacité de l'interaction avec *ChatGPT*. Lors d'une des premières séances, nous nous rappelons avoir demandé à un élève de poser une question à *ChatGPT* concernant un sujet qui l'intéressait. Nous fûmes surpris de voir qu'il envoya « *manga* » en guise de question.

Les réponses parfois longues fournies par *ChatGPT* ont découragé certains élèves. Pourtant, la longueur était, me semble-t-il, tout à fait gérable. Nous avons demandé aux élèves de trouver une solution et ils ont rapidement découvert qu'ils pouvaient demander à *ChatGPT* de raccourcir ses réponses. Nous leur avons cependant signalé que la réduction excessive du texte pourrait entraîner une perte d'informations.

La lenteur des réponses était parfois problématique, et ce principalement pour les élèves utilisant l'alternative ne nécessitant pas de compte. Les élèves ne voyaient pas la réponse de *ChatGPT* s'écrire en temps réel. Ils ne recevaient le message qu'après la rédaction complète de la réponse, ce qui générait un temps d'attente pouvant paraître plus long que lorsque la réponse se construit sous leurs yeux.

Quelques élèves ont estimé que *ChatGPT* était trop bavard et ne se concentrait pas sur l'essentiel.

Malgré ces défis, l'expérience a été riche en apprentissages, pour nous comme pour les élèves. Elle a mis en évidence la nécessité d'adopter une approche flexible lors de l'introduction de nouvelles technologies en classe et a révélé des pistes d'amélioration pour une future utilisation de *ChatGPT*.

C. LE STATUT DES ERREURS DE *CHATGPT*

On rencontre occasionnellement des erreurs dans les réponses générées par *ChatGPT* et elles sont parfois grossières. L'enseignant, ou une ressource de référence (cours) doit être consulté s'il y a des doutes. Le problème est que souvent les élèves ne perçoivent pas ces erreurs. Il avait été mis en évidence dans la partie théorique, la présence des erreurs et l'importance pour l'utilisateur de pouvoir faire appel à son esprit critique ainsi qu'à d'autres ressources en cas de doutes.

L'erreur ne rend pas toujours la réponse inexploitable, car lors de la résolution d'exercice par exemple, *ChatGPT* propose les étapes de résolutions de manière détaillée. Nous n'avons pas encore rencontré d'erreur dans les grandes étapes de résolution. Les erreurs se situaient dans les formules, le choix de l'unité ou les calculs. L'élève pourrait, même s'il ne trouve pas la réponse complète, avoir un plan de résolution à suivre.

Nous estimons que l'impact des quelques erreurs rencontrées est contrebalancé par le bénéfice potentiel de l'outil, et ce pour les différentes raisons abordées précédemment. De plus, nous remarquons à chaque mise à jour une progression impressionnante de l'outil qui est encore relativement jeune, ne l'oublions pas.

Quelques exemples d'erreurs rencontrées en classe :

Lors d'un exercice concernant un changement d'unité, *ChatGPT* indique dans la correction que 1kg correspond à 1000g et affirme ensuite que 5kg correspond à 50 000g.

Lorsqu'un élève demande le symbole de la masse, le *chatbot* lui répond « *m* ». L'élève n'identifie pas l'erreur.

Exemple d'erreur corrigée par la mise à jour :

Résous l'exercice suivant : calcule le poids de 2kg d'oranges sur mars	
<i>ChatGPT3.5</i>	
<p>Pour calculer le poids de 2 kg d'oranges sur Mars, nous devons utiliser la formule suivante:</p> <p>Poids sur Mars = (Poids sur Terre / Gravité de la Terre) x Gravité de Mars</p> <p>La gravité de la Terre est d'environ 9,81 m/s², tandis que la gravité de Mars est d'environ 3,71 m/s².</p> <p>Donc, si nous supposons que les oranges pèsent 2 kg sur Terre, nous pouvons calculer leur poids sur Mars comme suit:</p> <p>Poids sur Mars = (2 kg x 9,81 m/s²) / 3,71 m/s² Poids sur Mars = 5,284 kg</p>	<p>Donne un raisonnement correct qu'il n'appliquera pas.</p> <p>Les unités dans les calculs c'est un problème si elles sont recopiées par les élèves car la convention veut qu'on ne</p>

<p>Ainsi, 2 kg d'oranges pèsent environ 5,284 kg sur Mars en raison de la différence de gravité entre la Terre et Mars.</p>	<p>note les unités que dans les réponses.</p> <p>L'unité du poids est incorrecte comme son calcul.</p>
<p><i>ChatGPT 4 :</i></p>	
<p>Pour calculer le poids de 2 kg d'oranges sur Mars, nous devons d'abord comprendre la différence entre la masse et le poids. La masse est la quantité de matière contenue dans un objet et est mesurée en kilogrammes (kg). Le poids est la force exercée sur la masse d'un objet en raison de la gravité et est mesuré en newtons (N).</p> <p>La formule pour calculer le poids est la suivante:</p> <p>Poids = Masse × Gravité</p> <p>Sur Terre, la gravité est d'environ 9,81 m/s², tandis que sur Mars, elle est d'environ 3,721 m/s².</p> <p>Ainsi, pour calculer le poids de 2 kg d'oranges sur Mars, nous devons simplement utiliser la formule:</p> <p>Poids = Masse × Gravité sur Mars Poids = 2 kg × 3,721 m/s² Poids ≈ 7,442 N</p> <p>Le poids de 2 kg d'oranges sur Mars est donc d'environ 7,442 newtons.</p>	<p>Rappel pour assurer une meilleure compréhension.</p> <p>Les unités sont correctes.</p> <p>Unités dans le calcul.</p>

D. LES APPORTS PROFESSIONNELS ET PERSONNELS DU TRAVAIL

Au cours de la réalisation de mon travail de fin d'études, j'ai découvert que sa réalisation m'offrirait bien plus que les simples apprentissages découlant de la recherche et de l'utilisation pédagogique de l'IA et de *ChatGPT* dans le cadre de la remédiation.

Le fait de partager et de discuter de ces idées avec mes collègues, mes élèves et mon entourage a non seulement permis de nourrir ma réflexion, mais a également conduit à la création de connexions et l'envie de créer des projets collaboratifs concernant non seulement *ChatGPT*, mais de manière plus large le numérique. Si j'enseigne toujours dans le même établissement l'année scolaire prochaine, il est notamment question de mettre en place une plateforme numérique mettant à disposition les cours au format PDF pour les élèves. Des professeurs de sciences, d'éducation par la technologie et de français sont également intéressés par l'utilisation de *ChatGPT* en classe. Sur le plan personnel, je pense que devenir dans le futur une personne-ressource concernant le numérique pour mes collègues ou en proposant des formations pourrait être quelque chose qui me plairait. De surcroît, ces discussions et ces nouvelles initiatives ont

été favorablement accueillies par la direction de mon établissement, ce qui a renforcé ma confiance en ma capacité à prendre des libertés pédagogiques innovantes avec leur soutien et leur consentement.

J'éprouve également une certaine fierté dans le fait d'avoir pu démontrer qu'avec des smartphones et de la 4G presque tout devient possible d'un point de vue numérique. Ces technologies du quotidien permettent à elles seules de repousser les limites traditionnelles de la salle de classe et d'explorer de nouvelles façons d'engager nos élèves.

Sur le plan personnel, ce travail m'a permis de m'exercer à focaliser mes efforts et canaliser ma curiosité sur un sujet spécifique. Il est difficile pour moi de ne pas me disperser et je pense avoir progressé à travers la réalisation de ce travail. De plus le sujet choisi, bien que faisant partie des outils numériques, sujet qui m'intéresse et avec lequel je suis relativement coutumier, sortait de mon domaine de compétence. Dès lors, j'ai appris énormément de choses d'un point de vue pédagogique, mais également technique concernant le fonctionnement de l'IA.

La perspective de pouvoir mettre à l'épreuve de nouvelles méthodes d'enseignement à l'aide de *ChatGPT* et d'autres technologies émergentes est pour moi une source d'enthousiasme. Le caractère novateur de ce sujet et les nombreuses possibilités qu'il ouvre sont pour moi autant de nouvelles idées d'intégration à ma pratique pédagogique.

E. QUELQUES PISTES POUR UNE EXPLOITATION DE *CHATGPT* DANS LE CADRE PROFESSIONNEL

1. Du côté des élèves

a) Piste 1 : Reformulation et adaptation du contenu scientifique

ChatGPT peut adapter la complexité de son langage pour rendre les concepts scientifiques plus accessibles. C'est particulièrement utile pour les élèves qui ont du mal à comprendre le langage scientifique complexe. Il est alors possible de simplifier l'explication afin que l'élève puisse comprendre un concept avant d'y réintégrer des informations plus complexes. Toutefois, il est important de noter qu'une simplification excessive peut entraîner une perte d'informations essentielles et un manque de précision scientifique. Ci-dessous, vous pourrez observer un exemple généré à l'aide de *ChatGPT-4*. Bien que l'on puisse discuter de la rigueur scientifique, *ChatGPT* propose une explication accessible et utilise même la métaphore.

Exemple donné :

User : Peux-tu m'expliquer la différence entre molécule et atomes comme si j'étais un enfant.

ChatGPT :

Bien sûr! Imagine que tu construis un château de Lego. Chaque petit bloc de Lego serait comme un atome. C'est la plus petite unité de base qui peut exister.

Maintenant, quand tu commences à assembler ces petits blocs de Lego pour construire une partie de ton château, comme une tour ou un mur, cette structure que tu as créée avec plusieurs blocs de Lego serait comme une molécule. Une molécule est donc un groupe d'atomes qui sont liés ensemble, tout comme ta tour ou ton mur est un groupe de blocs de Lego assemblés.

Donc, en résumé, un atome est comme un seul petit bloc de Lego, et une molécule est comme une structure que tu as construite en utilisant plusieurs de ces petits blocs. C'est la différence principale entre les atomes et les molécules.

User : Peux-tu expliquer un peu plus en détail?

ChatGPT :

Bien sûr! Pour aller un peu plus en profondeur, nous allons toujours utiliser notre analogie des blocs de Lego, mais ajouter plus de détails.

Un atome est la plus petite unité de base d'un élément chimique. Il est comme un bloc de Lego individuel. Un atome est constitué de plusieurs parties :

- *Le noyau, qui est comme le centre du bloc de Lego, et qui contient des protons et des neutrons. Les protons sont positifs et les neutrons n'ont pas de charge.*
- *Autour du noyau, il y a des électrons, qui sont comme les petits boutons sur le dessus du bloc de Lego. Les électrons ont une charge négative.*

Maintenant, imaginons que tu prends plusieurs blocs de Lego et que tu les mets ensemble pour construire une structure, comme une maison ou une voiture. Cette structure est ce qu'on appelle une molécule.

Une molécule est un groupe d'au moins deux atomes qui sont liés ensemble. Ces liens se produisent lorsque les atomes partagent ou échangent des électrons. Dans notre analogie, c'est comme si les boutons sur le dessus d'un bloc de Lego s'emboîtaient dans les creux en dessous d'un autre bloc de Lego, créant ainsi un lien solide.

Donc, pour résumer, un atome est comme un bloc de Lego individuel et une molécule est comme une structure que tu as construite avec plusieurs blocs de Lego. Les atomes se lient pour former des molécules de la même manière que les blocs de Lego s'emboîtent pour créer des structures plus grandes et plus complexes.

User : Peux-tu résumer à l'essentiel ?

ChatGPT :

Bien sûr. Un atome est la plus petite unité d'un élément. Une molécule est un groupe d'au moins deux atomes qui sont liés ensemble. En d'autres termes, les atomes sont comme des blocs individuels de construction et les molécules sont comme des structures construites à partir de ces blocs.

b) Piste 2 : Résolution détaillée de problèmes

ChatGPT ne se contente pas de donner la réponse à l'élève. Il est capable de montrer aux élèves la logique derrière la résolution d'un problème scientifique, détaillant chaque étape du processus. Vous avez pu observer un exemple au point IV. C. Le statut des erreurs de *ChatGPT*.

c) *Piste 3 : Efficacité dans la recherche d'informations*

Avec *ChatGPT*, le processus de recherche d'informations est simplifié, permettant aux élèves de gagner du temps précieux. Plutôt que de passer par plusieurs étapes, comme la sélection d'un lien, la lecture de la page pour isoler l'information pertinente et la recherche du sens des mots inconnus, les élèves obtiennent une réponse directe à leur question. Il n'est plus non plus question de devoir naviguer de fenêtre en fenêtre ou de page en page, tout est accessible depuis un seul endroit.

Avantages :

- *ChatGPT* offre un gain de temps considérable en simplifiant le processus de recherche d'informations.
- Les élèves peuvent se concentrer sur la compréhension du contenu plutôt que sur la recherche de l'information.

Inconvénients :

- *ChatGPT* fournit une seule réponse à chaque question, ce qui limite la possibilité de comparer plusieurs sources d'informations et de nuancer la réponse obtenue.
- Si la réponse fournie par *ChatGPT* est erronée ou incomplète, il peut être difficile pour les élèves de s'en rendre compte, car ils n'ont pas accès à d'autres sources pour vérification. C'est une différence majeure avec une recherche internet traditionnelle, où l'élève peut comparer plusieurs sources.
- En utilisant *ChatGPT*, il n'est plus question pour l'élève de « chercher » l'information. En effet, l'information est présentée directement à l'étudiant, ce qui peut réduire l'opportunité d'apprendre à rechercher efficacement l'information sur internet.

d) *Piste 4 : Soutenir les élèves avec des taux d'absentéisme élevés*

ChatGPT peut jouer un rôle crucial pour les élèves souvent absents, leur permettant de compenser une partie de ce qu'ils ont manqué et de comprendre les grandes lignes de la matière, même sans la présence de l'enseignant. *ChatGPT* peut aider ces élèves à comprendre les principaux concepts et idées de la matière qu'ils ont manquée, cependant, tout en étant un outil efficace, *ChatGPT* ne peut pas remplacer totalement un enseignant. De plus, les élèves absents manquent des aspects importants de l'apprentissage en classe, tels que les discussions en groupe, les expériences pratiques, et l'interaction avec les autres élèves et l'enseignant.

Exemple :

User : J'étais absent, je suis élève en 2ème année secondaire, peux-tu m'expliquer en quelques mots la différence entre la masse et le poids ainsi que les principales formules utilisées?

ChatGPT :

Bien sûr, nous allons essayer de le garder simple.

1. **Masse:** La masse est la quantité de matière contenue dans un objet. Elle est mesurée en kilogrammes (kg) et elle reste la même, peu importe où tu te trouves dans l'univers. Si tu as une masse de 50 kg ici sur Terre, tu auras toujours une masse de 50 kg même si tu vas sur la Lune ou sur Mars.
2. **Poids:** Le poids est la force avec laquelle un objet est attiré vers le centre d'une planète en raison de la gravité. Il est mesuré en newtons (N). Contrairement à la masse, ton poids peut changer en fonction de l'endroit où tu te trouves. Si tu pèses ~~50 kg~~ sur Terre, tu pèseras moins sur la Lune, car la gravité y est plus faible.
3. **Formules principales:**
 - Pour calculer le poids, on utilise la formule : $\text{Poids} = \text{Masse} \times \text{Gravité}$. Sur Terre, la gravité est environ 9.81 m/s^2 . Donc, si tu as une masse de 50 kg, ton poids sur Terre serait de $50 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 490.5 \text{ N}$.
 - Pour calculer la masse, on utilise la formule : $\text{Masse} = \text{Poids} / \text{Gravité}$. Donc, si tu pèses 490.5 N sur Terre, ta masse serait de $490.5 \text{ N} / 9.81 \text{ m/s}^2 = 50 \text{ kg}$.

J'espère que cela t'aide à comprendre la différence entre la masse et le poids et comment utiliser ces formules !

On peut observer dans cette interaction une « grossière » erreur « *Si tu pèses ~~50 kg~~ sur Terre, tu pèseras moins sur la Lune, car la gravité y est plus faible* ». Si l'élève est attentif lors de la lecture, il est possible qu'il identifie l'erreur puisque dans les deux phrases précédentes, ChatGPT précise que le poids change et que le poids s'exprime en newton(N).

2. Pour les enseignants de sciences

a) Piste 1 : Génération de documents scientifiques

ChatGPT peut aider à la création de documents spécifiques aux sciences, comme des fiches de révision pour différents sujets scientifiques, des plans de leçons scientifiques ou des guides d'étude sur des concepts scientifiques. Ces outils peuvent être adaptés aux besoins spécifiques des élèves et peuvent aider à optimiser le temps d'enseignement.

Exemple :

User : Génère un texte de 10 lignes et une série de 5 questions destinés à des élèves du qualifiant faisant afin d'évaluer leur compréhension des relations entre les êtres vivants. Limite-toi à : parasitisme, symbiose, prédation, compétition, coopération. Utilise un biotope urbain, génère aussi une version corrigée pour le professeur et prévois l'espace de notation sur les feuilles des élèves

ChatGPT.

Texte de l'exercice :

En milieu urbain, la nature interagit de manière fascinante. Les pigeons chassent les insectes pour se nourrir. Les chats de ruelle et les rats se battent souvent pour la même nourriture dans les poubelles. Les pucerons vivent sur les feuilles des arbres de la ville, se nourrissant de leur sève. Dans le parc, les abeilles butinent les fleurs pour fabriquer leur miel, tandis que les fleurs sont pollinisées. Enfin, les fourmis dans les fissures des trottoirs travaillent ensemble pour construire leur fourmilière.

Questions :

1. Quelle est la relation entre les pigeons et les insectes ?
2. Quelle relation existe-t-il entre les chats et les rats dans les ruelles ?
3. Quel type de relation les pucerons entretiennent-ils avec les arbres de la ville ?
4. Quelle est la nature de la relation entre les abeilles et les fleurs dans le parc ?
5. Quelle est la relation entre les fourmis qui travaillent ensemble pour construire leur fourmilière ?

Version corrigée :

1. Les pigeons et les insectes ont une relation de **prédation**. (2 points)
2. Les chats de ruelle et les rats entretiennent une relation de **compétition** pour la nourriture. (2 points)
3. Les pucerons et les arbres de la ville ont une relation de **parasitisme**. (2 points)
4. Les abeilles et les fleurs du parc ont une relation de **symbiose**. (2 points)
5. Les fourmis qui travaillent ensemble pour construire leur fourmilière ont une relation de **coopération**. (2 points)

Note totale : /10 points

Feuille de notation pour les élèves :

1. (2 points)
2. (2 points)
3. (2 points)
4. (2 points)
5. (2 points)

Note totale : /10 points

On peut discuter de la longueur du texte ne correspondant pas aux lignes demandées bien qu'il suffit de demander de rallonger le texte. Cependant le texte tient la route, les questions, le correctif et la pondération également. *ChatGPT* n'a cependant pas compris la consigne concernant l'intégration de l'espace de notation sur les feuilles d'élèves et les a proposés à la fin. Comme précisé lors de l'analyse théorique, il faut relire et adapter la proposition qui ne peut être présentée telle quelle, mais le gain de temps est indéniable.

b) Piste 2 : Proposition de questions, des exercices et même des évaluations complètes

ChatGPT peut également générer des questions de révision ou d'évaluation en sciences, ce qui permet aux enseignants de disposer d'un ensemble diversifié de questions pour tester la compréhension des élèves sur différents sujets scientifiques. Il est évident que la qualité de la proposition est discutable, mais cela donne des idées et des pistes à l'enseignant qui évidemment ne va pas exploiter l'évaluation sans y apporter des modifications basées sur ses connaissances et son expertise.

Exemple :

User : Propose une évaluation sur le thème masse et poids destiné à des élèves de 2^{ème} secondaire, utilise les préceptes pédagogiques afin de respecter la répartition entre la théorie, les exercices et les questions de compétences. Pondere cette évaluation sur 30. Crée un exemplaire avec le correctif et les grilles de corrections nécessaires au professeur pour la correction des exercices.

ChatGPT

Évaluation : Masse et Poids (2ème Secondaire)

Partie I : Théorie (10 points)

1. Quelle est la différence entre la masse et le poids ? (5 points)
2. Quelle est l'unité de mesure de la masse ? Du poids ? (2 points)
3. Comment la gravité affecte-t-elle la masse et le poids ? (3 points)

Partie II : Exercices (15 points)

1. Si tu as une masse de 50 kg sur Terre, quel serait ton poids sur la Terre et sur Mars ? (La gravité terrestre est d'environ $9,81 \text{ m/s}^2$ et la gravité martienne est d'environ $3,71 \text{ m/s}^2$). (7 points)
2. Une pomme a une masse de 100 g. Calcule son poids sur Terre. (8 points)

Remarque : l'exercice 2 vaut plus de point que le premier alors qu'il est plus simple que le premier, il n'y a qu'un calcul à effectuer.

Partie III : Questions de compétences (5 points)

1. Comment pourrais-tu mesurer ta propre masse et ton propre poids ? Explique ta réponse. (5 points)

Remarque : situation pas très originale ni une réelle question de compétence.

Note totale : /30 points

Correctif

Partie I : Théorie

1. La masse est la quantité de matière dans un objet et reste constante peu importe où on se trouve. Le poids est la force avec laquelle la gravité attire un objet et varie en fonction de la gravité de l'endroit où on se trouve. (5 points)
2. L'unité de mesure de la masse est le kilogramme (kg) et celle du poids est le Newton (N). (2 points)
3. La gravité n'affecte pas la masse, mais elle affecte le poids. Plus la gravité est forte, plus le poids est important. (3 points)

Partie II : Exercices

1. Poids sur Terre = Masse x Gravité de la Terre = $50 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 490,5 \text{ N}$ Poids sur Mars = Masse x Gravité de Mars = $50 \text{ kg} \times 3,71 \text{ m/s}^2 = 185,5 \text{ N}$ (7 points)
2. Poids de la pomme = Masse x Gravité de la Terre = $0,1 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 0,981 \text{ N}$ (8 points)

Partie III : Questions de compétences

1. Réponse variable. Attendu : L'élève pourrait utiliser une balance pour mesurer sa masse et une balance de force pour mesurer son poids. Il pourrait également utiliser la formule Poids = Masse x Gravité s'il connaît sa masse et la gravité de l'endroit où il se trouve. (5 points)

Grille de Correction : Exercices

Exercice 1: (7 points)

- Calcul du poids sur Terre:
 - Utilisation correcte de la formule (2 points)
 - Substitution correcte des valeurs (1 point)
 - Calcul correct (1 point)
- Calcul du poids sur Mars:
 - Utilisation correcte de la formule (2 points)
 - Substitution correcte des valeurs (1 point)

Remarque : le calcul demandé est le même que pour le précédent, mais la pondération est différente. Le calcul correct n'apparaît pas, et la pondération sur 7 est mal choisie. Manque de logique.

Exercice 2: (8 points)

- Conversion correcte de la masse de la pomme en kg (1 point)
- Utilisation correcte de la formule pour calculer le poids (2 points)
- Substitution correcte des valeurs (2 points)

Remarque : la substitution vaut le double de point par rapport à la question précédente

- Calcul correct (3 points)

Remarque : le calcul correct vaut le triple de point par rapport à lorsqu'il apparaît dans la grille de correction à la question précédente.

Il est à nouveau mis en évidence la nécessité de vérifier les propositions faites par *ChatGPT* afin de pouvoir réaliser ou lui demander d'effectuer les modifications nécessaires de sorte à rendre sa proposition exploitable.

c) *Piste 3 : Planification de leçons de sciences*

ChatGPT peut aider à planifier des leçons de sciences en proposant une structure ou une trame sur laquelle l'enseignant peut s'appuyer. Il peut proposer des idées pour l'introduction, le développement et la conclusion d'une leçon de sciences, aidant ainsi à la préparation de l'enseignement.

Exemples :

User : Nous aimerions réaliser un laboratoire de découverte du pH avec mes élèves de 2^{ème} secondaire dans le cours d'activité scientifique. Propose-moi la trame d'un laboratoire de 2h et liste le matériel ainsi que les quantités nécessaires. Nous avons 4 groupes de 3 élèves.

ChatGPT

Laboratoire de découverte du pH - Activité scientifique pour élèves de 2^{ème} secondaire

Objectifs:

1. Comprendre le concept de pH.
2. Apprendre à utiliser du papier pH et un pH-mètre.
3. Observer les variations de pH dans différentes solutions courantes.

Remarque : bon point pour *ChatGPT* qui identifie les objectifs du laboratoire, une alternative aurait été de lui fournir dans le prompt.

Durée: 2 heures

Remarque : *ChatGPT* ne prend pas en compte le contexte et considère 2h comme 2h effectives (120 min)

Groupe: 4 groupes de trois élèves (total 12 élèves)

Matériel et quantités nécessaires:

1. Papier pH (4 rouleaux)
2. pH-mètre (4 unités)
3. Lunettes de sécurité (12 paires)
4. Gants en latex (12 paires)
5. Eau distillée (2 litres)
6. Bêchers de 250 ml (16 unités)
7. Solutions de test (quantités pour chaque groupe):
 - Jus de citron (50 ml)
 - Eau savonneuse (50 ml)
 - Soda (50 ml)
 - Lait (50 ml)
 - Solution de bicarbonate de soude (50 ml)

Remarque : calcul automatique du matériel et des quantités nécessaires, erreur dans l'unité ml à la place de mL. Le choix de la quantité qu'il estime suffisante passe à côté de l'aspect pratique concernant la division en 4 même si le partage en 4 parts égales n'est pas nécessaire.

Déroulement du laboratoire:

Phase 1: Introduction au concept de pH (20 min)

- Brève leçon théorique sur le concept de pH.
- Explication de l'utilisation du papier pH et du pH-mètre.

Phase 2: Préparation pour l'expérience (15 min)

- Distribution du matériel nécessaire.
- Les élèves mettent leurs équipements de sécurité (lunettes, gants).

Remarque : je suis étonné du fait que l'outil prévoit un temps pour que les élèves s'équipent, je l'aurai placé avant la distribution du matériel voire au moment de l'entrée en classe.

Phase 3: Mesure du pH des solutions de test (60 min)

- Les élèves mesurent le pH de chaque solution de test (jus de citron, eau savonneuse, soda, lait, solution de bicarbonate de soude) en utilisant le papier pH et le pH-mètre.
- Ils enregistrent leurs résultats.

Phase 4: Analyse et conclusion (25 min)

- Les élèves comparent les résultats obtenus avec le papier pH et le pH-mètre.
- Discussion sur les variations de pH et leurs implications.

- Nettoyage et rangement du matériel.

Note: Assurez-vous que les élèves manipulent correctement le matériel de laboratoire et suivent les consignes de sécurité.

Remarque : le timing me semble trop juste pour la 4^{ème} phase. La note concernant la manipulation et les consignes de sécurité montrent à nouveau le « *petit plus* » apporté par *ChatGPT*.

User : Propose une situation mobilisatrice concernant la pression destinée à des élèves de 2^{ème} secondaire.

ChatGPT : Situation mobilisatrice concernant la pression :

Imaginez que vous ayez une balle en caoutchouc et une aiguille fine. Votre défi est de faire entrer cette aiguille dans la balle sans qu'elle n'éclate. Comment pourriez-vous y parvenir ?

Prenez quelques instants pour réfléchir à cette situation. Quelles stratégies pourriez-vous utiliser pour réussir ce défi sans faire éclater la balle ?

Cette situation mobilisatrice suscite l'intérêt des élèves en les confrontant à un problème concret lié à la pression. Elle les invite à réfléchir aux différents facteurs qui influencent la pression et à trouver des solutions créatives pour atteindre l'objectif sans provoquer l'éclatement de la balle

Remarque générale : je ne vois pas clairement la direction à prendre sur base de cette situation qui ne me semble pas idéale. Pour rentrer l'aiguille sans faire éclater la balle, une des possibilités est de diminuer la pression dans le ballon. Est-ce que cela est possible ? Quel lien avec la force ou la surface ? Nous avons demandé l'exploitation prévue par l'IA, mais cette dernière était inappropriée en proposant notamment de chauffer la surface du ballon ou de l'aiguille. Nous avons également proposé des prompts plus détaillés et complets, mais sans proposition plus convaincantes de la part de *ChatGPT*. Pour ne pas rester sur un échec, nous avons proposé d'autres sujets sur lesquels créer une situation mobilisatrice, sans succès jusqu'à présent. Je ne pense pas que la tâche soit impossible, davantage de temps et pourquoi pas la collaboration de collègues seront probablement nécessaires afin de trouver les mots justes avec lesquels s'adresser à l'outil afin qu'il renvoie la réponse attendue.

F. PROLONGEMENTS POSSIBLES – AUTRES PERSPECTIVES POUR LE TRAVAIL

Les possibilités de recherches complémentaires sont nombreuses au vu du caractère relativement récent de la technologie utilisée, du public et du dispositif mis en place.

Il serait intéressant à plusieurs points de vue de mettre en place le même type de dispositif avec des publics différents. Cela pourrait permettre de mettre en évidence l'impact de facteurs propres aux élèves telles que leur indice socio-économique ou leur niveau de maîtrise de la langue sur l'utilisation de l'outil dans le cadre de la remédiation. On pourrait également chercher à identifier le profil de l'élève pour lequel l'outil est le plus intéressant et au contraire celui à qui il ne convient pas. Une étude pourrait identifier l'impact de la maîtrise du français sur les interactions entre l'élève et l'IA.

Une approche transdisciplinaire serait bénéfique. Elle intégrerait dans les différents cours du travail sur l'analyse critique (ex : en histoire ou en langue) ou la rédaction de prompts pertinents (ex : en français) par exemple. Elle pourrait également traiter de manière plus complète que la nôtre les questions éthiques qui entourent l'outil (ex : en citoyenneté).

L'extension de l'usage de *ChatGPT* dans ce contexte plus large et intégratif pourrait tendre vers une utilisation optimale qui pourrait permettre non seulement de récolter des informations précieuses afin d'améliorer le processus, mais également d'améliorer l'usage des élèves. Nous avons à ce propos déjà discuté d'un projet avec plusieurs collègues enseignants de français, sciences et d'éducation par la technologie.

Un prolongement possible et intéressant de mon travail de fin d'études serait d'élargir l'application de *ChatGPT* à d'autres étapes du processus d'apprentissage dans le cours de sciences. Actuellement, nous avons exploré et prouvé son utilité dans le contexte de la remédiation. Cependant, ce n'est pas la seule phase où un outil d'IA comme *ChatGPT* pourrait être bénéfique. On pourrait envisager son utilisation pour introduire de nouveaux concepts, faciliter des débats scientifiques, effectuer des recherches, faire de la classe inversée ou même aider à la révision des examens. Par conséquent, il serait enrichissant de concevoir des recherches futures qui explorent ces différentes dimensions.

Un autre prolongement de mon travail de fin d'études serait d'envisager l'utilisation de *ChatGPT* pour aborder des sujets différents de ceux que nous avons testés afin de distinguer les sujets susceptibles d'être traités de manière efficace par *ChatGPT* et dans le cas contraire d'explorer d'autres possibilités liées à l'IA ou aux technologies numériques. Cela permettrait par exemple de mener des recherches du côté de la génération d'images par l'IA et des éventuels débouchés pédagogiques.

Il serait également intéressant de combiner différents outils numériques ou de laisser à l'élève le choix entre plusieurs outils lors de séances. Cette idée de piste m'a été donnée par un élève qui utilisait à la fois Google et *ChatGPT* de manière complémentaire. Certains élèves préféreront tout faire sur le même écran, d'autre scinder les tâches, réservant la conversation à un écran et le vocabulaire à un second.



Finalement, il me semblerait utile d'imaginer et de tester un dispositif qui permette aux élèves d'évaluer de manière objective leur maîtrise de la matière. C'est une lacune que nous avons identifiée chez une grande partie de notre public : les élèves s'évaluent mal et tendent à se surévaluer.

CONCLUSION

V. CONCLUSION

Afin de répondre à ma question de recherche: « *ChatGPT peut-il être intégré dans un processus de remédiation au cours de sciences ?* » et à mes deux hypothèses, j'ai mis en place deux dispositifs expérimentaux, l'un consistant à laisser interagir les élèves de manière libre avec *ChatGPT*, l'autre en proposant aux élèves de demander à *ChatGPT* de leur poser des questions afin qu'ils y répondent.

La première hypothèse : « *l'utilisation de l'IA sous forme d'une conversation libre permet aux élèves d'obtenir des explications individuelles et ainsi d'améliorer la compréhension des élèves* » a été validée expérimentalement par une amélioration des résultats observée chez la majorité des élèves à la suite de ce type d'interaction avec *ChatGPT*.

La seconde : « *en recourant à l'IA pour leur poser des questions, les élèves peuvent bénéficier d'une assistance personnalisée qui renforce leur compréhension grâce à des explications individualisées* », tout comme la première, est validée par le dispositif mis en place et l'analyse de ses résultats qui prouvent une progression de la majorité des élèves.

À la réponse de recherche : « *ChatGPT peut-il être intégré dans un processus de remédiation au cours de sciences ?* », je peux répondre que sur base des résultats des différents dispositifs, de nos observations et de la théorie, la réponse est clairement oui. Cependant, je nuancerais en soulignant la nécessité de former les utilisateurs aux limites de l'outil, l'hétérogénéité des résultats obtenus et la limite de la portée de mon étude au vu du public. Plus que dans le cadre de la remédiation, l'IA ouvre également de nombreuses possibilités tant du côté des élèves que des enseignants. De manière non exhaustive, je rappelle les capacités de l'IA à : répondre aux questions et questionner, traduire, résumer, paraphraser, simplifier, corriger, rédiger, inspirer, etc. ; autant de possibilités qui permettront aux élèves et aux professeurs ayant une utilisation responsable et éthique de jouir d'un enseignement de meilleure qualité.

J'attire également l'attention sur le fait que l'outil soit relativement récent et que son usage pédagogique en est toujours à ses prémices. Si vous êtes vous-même enseignant, vous trouverez quelques conseils pratiques dans ce travail. J'espère qu'ils vous seront utiles si vous envisagez d'intégrer *ChatGPT* dans votre éventail pédagogique.

Mes derniers mots appellent à la prudence, car bien qu'il s'agisse d'un outil puissant, il est important de noter qu'il doit être utilisé en complément de l'enseignement humain, plutôt qu'en remplacement. Le rôle des enseignants reste crucial pour guider et encadrer les étudiants,

faciliter une compréhension plus profonde et assurer l'interaction sociale essentielle aux apprentissages. Dans un monde où la vraisemblance prend parfois le pas sur la vérité, l'IA fera-t-elle un pas du bon côté ? Sera-t-elle après la pandémie, le second accélérateur du développement numérique dans nos écoles ? Autant de questions auxquelles seul le temps apportera une réponse.

BIBLIOGRAPHIE

VI. BIBLIOGRAPHIE

AlAfnan, M. A., Dishari, N. S., Jovic, N. M., & Lomidze, N. K. (2023). *ChatGPT as an Educational Tool : Opportunities, Challenges, and Recommendations for Communication, Business Writing, and Composition Courses*. *Journal of artificial intelligence and technology*. <https://doi.org/10.37965/jait.2023.0184>

Alshater, M. (2022). Exploring the role of artificial intelligence in enhancing academic performance: A case study of *ChatGPT* (December 26, 2022). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4312358> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4312358>

Altman, S. (2022, Dec. 4). Twitter.

<https://twitter.com/sama/status/1599668808285028353?s=20&t=j5ymfltUeTpeQuJKIWAkAq>.

Amazon. (s. d.). *Qu'est-ce que la régression linéaire ? – La régression linéaire expliquée – AWS*. Amazon Web Services, Inc. Consulté le 5 mai 2023, à l'adresse <https://aws.amazon.com/fr/what-is/linear-regression/>

Baidoo-Anu, D., & Ansah, L. (2023). Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI) : Understanding the Potential Benefits of *ChatGPT* in Promoting Teaching and Learning. *Social Science Research Network*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4337484>

Barbarant, O. (2018, février). *Evaluer et enseigner au lycée professionnel*. Séminaire académique « évaluer et enseigner », Toulouse, France. Académie de Toulouse. https://pedagogie.ac-toulouse.fr/lettres-histoire-geographie/sites/lettres-histoire-geographie.disciplines.ac-toulouse.fr/files/fiche_seminaire_2018_atelier_evaluer_et_apres.pdf

Bathelot, B. B. (2021, 29 septembre). *Chatbot - Définitions Marketing » L'encyclopédie illustrée du marketing*. copyright Définitions Marketing - Boitmobile. Consulté le 4 mai 2023, à l'adresse <https://www.definitions-marketing.com/definition/chatbot/>

Beillerot, J. (2004). *Médiation, éducation et formation*. Tréma [En ligne], 23. <http://journals.openedition.org/trema/572> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/trema.572>

Chen, Y., Chen, Y., & Heffernan, N. (2020). Personalized math tutoring with a conversational agent. arXiv preprint arXiv:2012.12121.

Brown, T., Mann, B. F., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J. C., Winter, C., . . . Amodei, D. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2005.14165>

Burns, R. W., 1972, édités dans « Essor des didactiques et des apprentissages scolaires », JP ASTOLFI, 1995

Communauté Française. Décret n°51375 du 09 février 2023 modifiant le décret n°98-1262 du 24 juillet 1997 portant sur les missions prioritaires de l'enseignement fondamental et de l'enseignement secondaire et organisant les structures propres à les atteindre. Gallilex n° CDA 21557, pp. 24653.

Conseil de l'Europe. (2021). *Histoire de l'intelligence artificielle*. coe.int. <https://www.coe.int/fr/web/artificial-intelligence/history-of-ai?fbclid=IwAR0AhSaUVwIPgSrKEYuIUIoZGa447WQuDZ-jM40FJvr8AE93Rc4bSwFFP1U>

Conseil supérieur de l'éducation aux médias. (2012, 6 mai). *Définition « Education aux Médias »* . csem.be. <https://www.csem.be/sites/default/files/files/definition.pdf>

Cordier, M. O. (1987). Les systèmes experts. In P. Vandeginste (dir.), *La recherche en intelligence artificielle*. Paris: Seuil.

Dehon, A., Demeuse, M. & Derobertmeasure, A. (2008). *Comment choisir des outils de remédiation immédiate*. Informations pédagogique. À paraître.

Dehon, A., Demeuse, M., Derobertmeasure, A. & Malaise, S. (2008). *Mise à l'épreuve d'outils de remédiation immédiate dans l'enseignement primaire du Réseau de la Communauté française (CF/072/06)*. Mons : Université de Mons, Institut d'Administration scolaire. Non publié.

Demeuse, M., Dehon, A., Delbecq, J., Deprit, A., Derobertmeasure, A., Fauconnier, A. & Nkizamacumu, D. (2007). *Mise à l'épreuve d'outils de remédiation immédiate dans l'enseignement primaire du Réseau de la Communauté française*. Université de Mons Hainaut, Institut d'Administration scolaire, service de Méthodologie et Formation, non publié.

- Flament, M. (2022). *L'abandon des nouveaux enseignants dans le secondaire endéans les 5 ans en Belgique francophone*. Faculté des sciences économiques, sociales, politiques et de communication, Université catholique de Louvain Prom. : Zune, Marc.
- Floor, A. (2010). La remédiation scolaire, une réponse aux difficultés rencontrées par les élèves en Belgique francophone. Analyse UFAPEC, N° 23.10. <https://www.ufapec.be/files/files/analyses/2010/2310-remediation.pdf>
- Forget, A. (s. d.). *Quels sont les différents types de différenciation pédagogique (DP) dans la classe ?* [PowerPoint]. https://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2017/03/02_Alexia-Forget.pdf
- Forget, A. (2018). Penser la différenciation pédagogique. Dans *Université de Genève, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation eBooks*. <https://edudoc.ch/record/133103>
- Gastard, R. (s. d.). *La vraie différence entre Machine Learning & Deep Learning*. Jedha. <https://www.jedha.co/formation-ia/vraie-difference-machine-learning-deep-learning>
- Géron, A. (2017). *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow : Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems*. <http://cds.cern.ch/record/2699693>
- Gillig, J. (2003). Remédiation, soutien et approfondissement à l'école : théorie et pratique de la différenciation pédagogique. Hachette.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Google. (s. d.). *Qu'est-ce que le clustering ?* Google Developers. Consulté le 5 mai 2023, à l'adresse <https://developers.google.com/machine-learning/clustering/overview?hl=fr#:~:text=In%20machine%20learning%20too%2C%20we,r elies%20on%20unsupervised%20machine%20learning.>
- Guay, M.-H., Legault, G., & Germain, C. (2006, décembre). Pour tenir compte de chacun : La différenciation pédagogique. *Vie Pédagogique*. Consulté le 7 avril 2023, à l'adresse https://skat.ihmc.us/rid=1H1XVLHF0-9K3HGC-WRN/vp141_DifferenciationPed.pdf
- Gupta, M., Parra, C., & Dennehy, D. (2021). Questioning Racial and Gender Bias in AI-based Recommendations : Do Espoused National Cultural Values Matter ? *Information Systems Frontiers*, 24(5), 1465-1481. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10156-2>

Haiech, J. (2020). *Parcourir l'histoire de l'intelligence artificielle, pour mieux la définir et la comprendre*. *M S-medicine Sciences*, 36(10), 919-923. <https://doi.org/10.1051/medsci/2020145>

Herft, A. (2023). A Teacher's Prompt Guide to *ChatGPT* aligned with 'What Works Best' Guide. Retrieved on January 23 2023 from <https://drive.google.com/file/d/15qAxnUzOwAPwHzoaKBjd8FAgiOZYcIxxq/view>.

Histoire de l'intelligence artificielle - Intelligence artificielle - www.coe.int. (s. d.). Intelligence artificielle. https://www.coe.int/fr/web/artificial-intelligence/history-of-ai?fbclid=IwAR2bBK_AThX7X45uMxkv6Vf9kxWZKETiNbOwfnP3sAoufrAlbW7NjeVFafY

Iesc, A. M. (2017, 12 décembre). *L'intelligence artificielle et les systèmes experts : une nouvelle approche économique - Master Intelligence Economique et Stratégies Compétitives*. Master Intelligence Economique et Stratégies Compétitives. <https://master-iesc-angers.com/lintelligence-artificielle-et-les-systemes-experts-une-nouvelle-approche-economique/>

Parlement Européen. (2020, 9 juillet). Intelligence artificielle : définition et utilisation. europarl. Consulté le 2 mai 2023, à l'adresse [https://www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20200827STO85804/intelligence-artificielle-definition-et-utilisation#:~:text=L'IA%20permet%20%C3%A0%20des,exemple\)%20les%20analyse%20et%20r%C3%A9agit](https://www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20200827STO85804/intelligence-artificielle-definition-et-utilisation#:~:text=L'IA%20permet%20%C3%A0%20des,exemple)%20les%20analyse%20et%20r%C3%A9agit)

Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., . . . Kasneci, G. (2023). *ChatGPT for good ? On opportunities and challenges of large language models for education*. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>

Kim, S., Park, J., & Lee, H. (2019). Automated essay scoring using a *Deep Learning* model. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 2(1), 1-17.

Kwiatkowski, I. (2023, 9 mars). Saluons nos nouveaux maîtres, les IA. *kaspersky*. Consulté le 4 mai 2023, à l'adresse <https://www.kaspersky.fr/blog/chat-gpt-changes-all/20275/>

Lacasse, N. (2012). L'implantation de l'enseignement individualisé : comment rendre ce virage efficace.

Lajoie, S. P., & Derry, S. J. (1993). Computers As Cognitive Tools. Dans *Routledge eBooks*. <https://doi.org/10.4324/9780203052594>

Lebrun, N., & Berthelot, S. (1993). Utilisation d'un système expert pour l'apprentissage de concepts de nature heuristique en sciences humaines au primaire. *Revue des sciences de l'éducation*, 19(3), 463-482. <https://doi.org/10.7202/031642ar>

Mahesh B.(2019) *Machine Learning Algorithms -A Review* DOI: 10.21275/ART20203995

Marcellis-Warin, N., Marty, F., Thelisson, E. et al. Artificial intelligence and consumer manipulations: from consumer's counter algorithms to firm's self-regulation tools. *AI Ethics* 2, 259–268 (2022). <https://doi.org/10.1007/s43681-022-00149-5>

Matsuo, Y., LeCun, Y., Sahani, M., Precup, D., Silver, D., Sugiyama, M., Uchibe, E., & Morimoto, J. (2022). *Deep Learning*, reinforcement learning, and world models. *Neural Networks*, 152, 267-275. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2022.03.037>

Mirjalili, S., Faris, H., & Aljarah, I. (2020). Introduction to Evolutionary *Machine Learning* Techniques. Dans *Algorithms for intelligent systems* (p. 1-7). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-32-9990-0_1

Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning*. McGraw-Hill Science/Engineering/Math. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-32-9990-0_1

Mollick, E. R., & Mollick, L. (2022). New Modes of Learning Enabled by AI *Chatbots* : Three Methods and Assignments. *Social Science Research Network*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4300783>

Moonma. (2023, 28 avril). *Que sont les Recommandations intelligentes ?* Microsoft Learn. Consulté le 5 mai 2023, à l'adresse <https://learn.microsoft.com/fr-fr/industry/retail/intelligent-recommendations/overview>

Murty, M. N., & Devi, V. S. (2011). Introduction to Pattern Recognition and *Machine Learning*. *IISc lecture notes series*. <https://doi.org/10.1142/8037>

Oracle France. (s. d.). *Qu'est-ce qu'un chatbot ?* Consulté le 5 mai 2023, à l'adresse <https://www.oracle.com/fr/chatbots/what-is-a-chatbot/>

Parlement Européen (2020). *Intelligence artificielle : définition et utilisation*.
[https://www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20200827STO85804/intelligence-](https://www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20200827STO85804/intelligence-artificielle-definition-et-)

artificielle-definition-et-
utilisation#:~:text=L'IA%20permet%20%C3%A0%20des,exemple)%20les%20analyse%20et%20r%C3%A9agit.

Perrenoud, Ph. (1991), Pour une approche pragmatique de l'évaluation formative, *Mesure et évaluation en éducation*, vol. 13, n° 4, pp. 49-81

Perrenoud, P. (1995). *La pédagogie à l'école des différences : fragments d'une sociologie de l'échec*. ESF Editeur.

Puren, M. (2020). *L'intelligence artificielle et les humanités*. Master. Outils et humanités numériques, France. fahal-03152754f

Qadir, Junaid (2022): Engineering Education in the Era of *ChatGPT*: Promise and Pitfalls of Generative AI for Education. TechRxiv. Preprint.
<https://doi.org/10.36227/techrxiv.21789434.v1>.

Raynal, F., & Rieunier, A. (2005). Pédagogie, dictionnaire des concepts clés. Dans *ESF eBooks*.
<https://doi.org/10.14375/np.9782710126508>

Réseau Canopé. (s. d.). *LA REMÉDIATION : DÉFINITION, FONDEMENTS THÉORIQUES, TYPOLOGIE ET MÉTHODES*. <https://www.reseau-canope.fr/>

https://senprof.education.sn/ADEM/Guide%20de%20la%20rem%C3%A9diation/activities/Guide_de_la_remediation_1.xhtml?fbclid=IwAR1bHnCKB2Lkrk8O0W9VcLoXaeQz4I0YnzImdaSDuP0i4w3gS_rd45A-

FCo#:~:text=I%2D1.,D%C3%A9finition%20du%20concept%20de%20rem%C3%A9diation&text=I%20s'agit%2C%20en%20d,permet%20de%20combl%C3%A9r%20ces%20lacunes.%C2%BB

Redecker, C. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators : DigCompEdu. *ideas.repec.org*. <https://ideas.repec.org/p/ipt/iptwpa/jrc107466.html>

Rockwell, A. (2020, 23 avril). *The History of Artificial Intelligence - Science in the News*. Science in the News Harvard. <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>

Rodrigues, R. (2023, 10 mars). « *ChatGPT* devient un allié » : ces enseignants apprivoisent l'intelligence artificielle pour améliorer leurs cou. *Franceinfo*.
<https://www.francetvinfo.fr/societe/education/numerique-a-l-ecole/ChatGPT-devient-un-allie->

[ces-enseignants-apprivoisent-l-intelligence-artificielle-pour-ameliorer-leurs-cours-et-aider-leurs-eleves_5649284.html](https://doi.org/10.1147/rd.33.0210)

Samuel, A. I. "Some Studies in *Machine Learning* Using the Game of Checkers," in *IBM Journal of Research and Development*, vol. 3, no. 3, pp. 210-229, July 1959, doi: 10.1147/rd.33.0210.

Susnjak, T. (2022). *ChatGPT : The End of Online Exam Integrity ? arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2212.09292>

Teigens, V., Skalfist, P., & Mikelsten, D. (2020). *Intelligence artificielle : la quatrième révolution industrielle*. Cambridge Stanford books.

Terwiesch, C. (2023). Would *ChatGPT3* get a Wharton MBA? A prediction based on its performance in the operations management course. Mack Institute for Innovation Management at the Wharton School: University of Pennsylvania.

Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel : *ChatGPT* as a case study of using *chatbots* in education. *Smart Learning Environments*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>

Tual, M. (2015, 28 juillet). Comment le « *Deep Learning* » révolutionne l'intelligence artificielle. *Le Monde.fr*. https://www.lemonde.fr/pixels/article/2015/07/24/comment-le-deep-learning-revolutionne-l-intelligence-artificielle_4695929_4408996.html

Tual, M. (2016, 24 mars). A peine lancée, une intelligence artificielle de Microsoft dérape sur Twitter. *Le Monde.fr*. https://www.lemonde.fr/pixels/article/2016/03/24/a-peine-lancee-une-intelligence-artificielle-de-microsoft-derape-sur-twitter_4889661_4408996.html

Turing, A. M. (1950). *Computing machinery and intelligence*. *Mind*, LIX(236), 433-460. <https://doi.org/10.1093/mind/lix.236.433>

Verbeke, L. (2018, 30 mars). *Aux origines de l'intelligence artificielle*. France Culture. https://www.radiofrance.fr/franceculture/aux-origines-de-l-intelligence-artificielle-1738879?fbclid=IwAR2rHperqIepfl_aEyS9FqLn14nxdE66y9Ci2To2VMuWNuYa_o9MCBz8QcM

Wang, W., Chen, Y., & Heffernan, N. (2020). A generative model-based tutoring system for math word problems. arXiv preprint arXiv:2010.04

Weizenbaum, J. (1966). ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of The ACM*, 9(1), 36-45. <https://doi.org/10.1145/365153.365168>

Wikipédia : Wikipédia hors-connexion — Wikipédia. (2023, janvier 2). Wikipédia. Consulté le 2 mai 2023, à l'adresse https://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Wikip%C3%A9dia_hors-connexion

Yang, H. (2023). How I use *ChatGPT* responsibly in my teaching. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-01026-9>

Zhai, X. (2022). *ChatGPT* User Experience : Implications for Education. *Social Science Research Network*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4312418>

Zhang, M., & Li, J. (2021). A commentary of *GPT-3* in MIT Technology Review 2021. *Fundamental research*, 1(6), 831-833. <https://doi.org/10.1016/j.fmre.2021.11.011>

ANNEXES

7. Si un objet à une masse de 2 kilogrammes, on peut écrire:

- A $G = 2 \text{ kG}$ B $m = 2 \text{ Kg}$
 C $M = 2 \text{ KG}$ D $m = 2 \text{ kg}$

8. Si la masse d'un objet augmente:

- A son poids reste le même B son poids augmente
 C son poids diminue

9. Sur Terre, si la masse d'un objet est 0,2 kg alors son poids est d'environ :

- A 200 n B 2 N
 C 20 N D 2 n

10. Si je veux mesurer le poids d'un objet j'utilise:

- A une balance B un pèse newton
 C un dynamomètre D un newtonmètre

11. Sur la Lune, cet astronaute:



- A a la même masse que sur la Terre B a une masse inférieure par rapport à sur la Terre
 C a le même poids que sur la Terre

12. Le poids est une force.

- A Faux B Vrai

13. La masse d'un objet correspond à :

- A la quantité de matière qui compose l'objet B le volume de cet objet
 C la force exercée par un astre sur ce même objet

14. Cet objet est un:



- A newtonmetre B dynamomètre
 C ressort

15. La valeur g sur Terre est d'environ 10 N/kg.

A Faux

B Vrai

16. Quel est le symbole de la masse?

A KG

B m

C Kg

D kg

17. Quel est le symbole du poids?

A G

B g

C N

D n

18. Un objet ayant un poids de 50 N sur Terre a une masse de :

A 5Kg

B 5

C 5 N

D 5kg

Corrigé

1.c

2.b

3.b

4.

5.b

6.d

7.d

8.b

9.b

10.c

11.a

12.b

13.a

14.b

15.b

16.b

17.a

18.d

Réponse manquante: 4.a

ANNEXE 2 : PRÉTEST ET POST-TEST QUIZZ UAA3 : LA CELLULE ET SES COMPOSANTS

1. Comment s'appelle l'organite de la cellule qui est le centre de contrôle ("le cerveau" de la cellule)?

A Le cytoplasme

B Les mitochondries

C Le noyau

D La vacuole

2. Les structures que l'on peut observer à l'intérieur des cellules sont...

A des systèmes

B des organes

C des tissus

D des organites

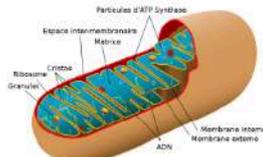
3. Qu'est-ce qui n'est pas une fonction vitale ?

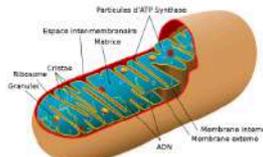
A Se reproduire

B Se déplacer

C Se nourrir

D Respirer

4.  Que représente cet élément cellulaire ?



A Le noyau

B Une vacuole

C Un chloroplaste

D Une mitochondrie

5. Un être vivant composé d'une seule cellule est...

A un organisme pluricellulaire

B un organisme unicellulaire

C une cellule unique

D un eucaryote

6. Absolument TOUS les êtres vivants sont composés de cellules.

A FAUX

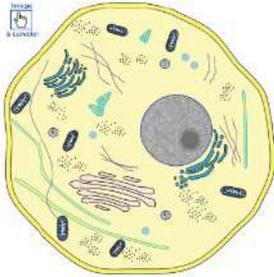
B VRAI

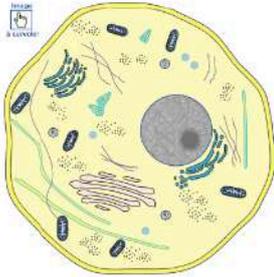
7. Comment s'appelle l'organite qui fournit l'énergie à la cellule en lui permettant de respirer ?

- A La mitochondrie B Le chloroplaste
 C La vacuole D La membrane

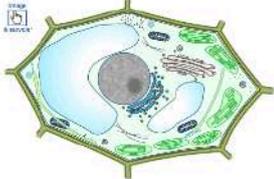
8. Où est situé l'ADN dans les cellules eucaryotes ?

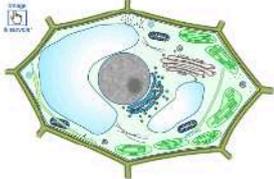
- A Dans le cytoplasme B Dans le noyau
 C Dans la vacuole D Dans les mitochondries

9.  De quel type de cellule s'agit-il ?



- A Une cellule animale B Une cellule végétale

10.  De quel type de cellule s'agit-il ?



- A Une cellule animale B Une cellule végétale

11. Qu'est-ce que contient la cellule végétale mais PAS la cellule animale ?

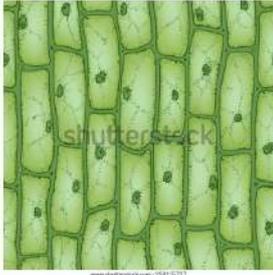
- A Paroi cellulosique B Noyau
 C Cytoplasme D Chloroplaste

12.  Ceci est une cellule animale.



- A FAUX B VRAI

13.



Ceci est une cellule végétale.

A FAUX

B VRAI

14.



Identifie le type de cellule.

A Animale

B Végétale

15. Quel organe a le rôle de contrôler les activités de la cellule.

A Noyau

B Vacuole

C Membrane cellulaire

D Paroi cellulosique

E Membrane nucléaire

16. Quel organe a le rôle de réserve d'eau, graisse et déchets ?

A Paroi cellulosique

B Membrane cellulaire

C Membrane nucléaire

D Noyau

E Vacuole

17.



Les organites baignent dedans.

A Noyau

B Membrane cellulaire

C Vacuole

D Cytoplasme

E Chloroplaste

18.



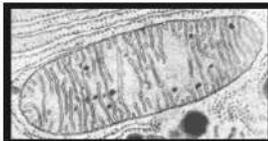
Organite permettant la photosynthèse chez la cellule végétale.

- A Chloroplaste B Noyau
 C Cytoplasme D Vacuole
 E Membrane cellulaire

19. Coche les affirmations qui sont correctes à propos du noyau de la cellule.

- A Il est toujours situé au centre de la cellule. B Le noyau contrôle l'activité de la cellule.
 C C'est grâce à lui que la cellule peut éliminer ses déchets. D Le noyau contient l'ADN.

20.



Quel est cet organite cellulaire?

- A Une mitochondrie B Un noyau
 C Une vacuole D Un chloroplaste

21. La cellule est la plus petite unité vivante existante.

- A FAUX B VRAI

22. Cite les éléments composant la structure de TOUTES les cellules:

- A une membrane cytoplasmique B des procaryotes
 C des chloroplastes D un noyau
 E un cytoplasme

23. Quels sont les rôles de la membrane cytoplasmique?

- A Fabriquer les protéines
- B Permettre les échanges entre le milieu intra et extracellulaire
- C Délimiter et protéger la cellule
- D Produire de l'énergie

24. En sciences, qu'est-ce qu'une cellule ?

- A Un endroit où on enferme les criminels
- B C'est le plus petit être vivant complet.
- C C'est un anticorps contre un virus.
- D C'est une matière gélatineuse transparente et incolore.

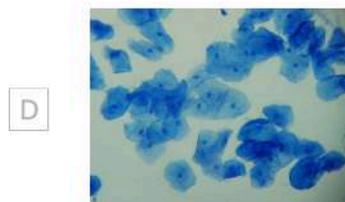
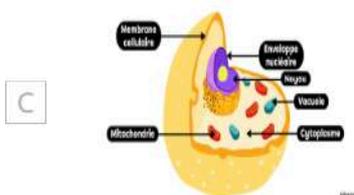
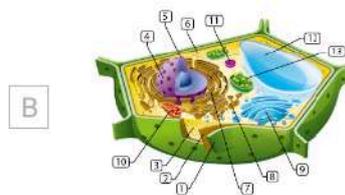
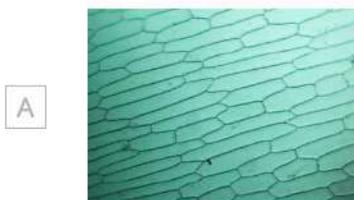
25. Quelles sont les différences entre la cellule animale et végétale.

- A La cellule végétale possède un noyau et un cytoplasme, mais pas la cellule animale
- B Elles sont identiques
- C La cellule végétale a une paroi cellulosique et elles n'ont pas la même forme.
- D La cellule végétale possède des chloroplastes

26. La cellule est un être vivant car elle peut :

- A se reproduire
- B se nourrir
- C respirer
- D toutes ses réponses

27. Coche les cellules végétales.



Corrigé

1.c	2.d	3.b	4.d
5.b	6.b	7.a	8.b
9.a	10.b	11.	12.b
13.b	14.b	15.a	16.e
17.d	18.a	19.	20.a
21.b	22.	23.	24.b
25.	26.d	27.	

Réponses multiples n'apparaissant pas : 11. a, d ; 19.b,d ; 22.a, e; 23.b, c ; 25. c, d :27. a, b.

ANNEXE 3 : PRÉTEST ET POST-TEST UAA2

Évaluation UAA2 Lumière !

- 1) Explique-moi pourquoi un objet est bleu à l'aide de ce que nous avons vu dans ce chapitre. /2

.....

.....

.....

- 2) Pourquoi les maisons sont-elles blanches dans les pays chauds ? /2
(Nous avons précisé oralement que ce n'était pas qu'un choix esthétique, il y a une raison pratique qu'ils sont capables d'expliquer grâce au cours)



.....

.....

.....

- 3) Pourquoi l'été, les carrosseries des voitures sombres sont-elles plus chaudes que les carrosseries claires. /2

.....

.....

.....

- 4) En discothèque, mon t-shirt blanc prend différents coloris. Pourquoi? /1

.....

.....

Grille correction:	Élément de réponse :	Valeur pour chaque élément :
Explique moi pourquoi les objets sont bleu à l'aide de ce que nous avons vu dans ce chapitre.	Si pas la bonne réponse, mais idée de lumière qui contient les couleurs	0,5
	Lumière renvoyée par l'objet = bleu	2
Pourquoi les maisons sont-elles blanches dans les pays chauds?	Blanc reflète la lumière	1
	Il fera donc moins chaud dans la maison	1
Pourquoi l'été, les carrosseries de voitures sombres sont-elles plus chaudes que les carrosseries claires?	couleur foncée absorbe plus la lumière que claire	1
	couleur foncée chauffe donc plus que claire	1
En discothèque, mon t-shirt blanc prend différents coloris. Pourquoi?	Couleurs proviennent des projecteurs...	0,5
	Blanc renvoie la lumière qu'il reçoit	0,5

ANNEXE 4 : PRÉTEST ET POST-TEST UAA8

Évaluation bilan UAA8 /6

1) Pourquoi une femme a-t-elle ses règles ? /2

.....

.....

.....

.....

2) Tu es éducateur et, lors d'une rencontre dans un centre pour adolescents, une jeune fille (Ismène 17 ans), vient pour te poser une question en rapport avec sa sexualité. Aide la en répondant à ses questions : Elle aimerait savoir quels sont les jours où elle risque de tomber enceinte si elle a un rapport sexuel avec son petit ami. /4

Voici le calendrier dont tu disposes ainsi que les informations fournies par Ismène concernant son cycle menstruel :

- Ses règles ont commencé le 02/01 et durent 5 jours.
 - Elle a un cycle de 28 jours
- a) Colorie en rouge la période des règles du mois de janvier et du mois de février
 - b) Colorie en vert le jour de l'ovulation
 - c) Colorie en jaune la phase lutéale (= phase post ovulatoire)
 - d) Hachure la période où un rapport sexuel pourrait entraîner une grossesse.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Janvier
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Janvier/fé vrier
31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Grille correction:	Élément de réponse :	Valeur pour chaque élément :
Pourquoi une femme a-t-elle ses règles ?	Préparation à la grossesse	1
	Pas de fécondation de l'ovule ou pas de nidification	1
Complète le calendrier.	Item correctement remplacé	1
	Item mal remplacé	0

ANNEXE 5: GOOGLE FORMS PERCEPTION DES ÉLÈVES CONVERSATION LIBRE

Google Forms destiné à récolter les perceptions des élèves lorsqu'ils ont discuté de manière libre avec *ChatGPT*.

La seule différence entre les formulaires reçus par les classes est que j'avais à chaque fois adapté le titre du formulaire et la matière lorsqu'elle est mentionnée dans les différentes questions.

Activité scientifique masse et poids conversation

* Indique une question obligatoire

1. Indique ton nom et ton prénom *

2. Avant votre interaction avec ChatGPT, à quel point vous sentiez-vous à l'aise (connaissance et maîtrise) avec la matière concernant la masse et le poids ?

Une seule réponse possible.

- Très à l'aise
 À l'aise
 Un peu à l'aise
 Pas du tout à l'aise

3. Comment avez-vous apprécié l'utilisation de ChatGPT pour interagir sur la masse et le poids?

Une seule réponse possible.

- Très apprécié
 Apprécier
 Neutre
 Pas vraiment apprécié
 Pas du tout apprécié

4. Comment avez-vous trouvé l'interaction avec ChatGPT sur la masse et le poids ? *

Une seule réponse possible.

- Très utile
 Utile
 Neutre
 Pas très utile
 Inutile

5. Avez-vous trouvé les explications de ChatGPT claires et faciles à comprendre ? *

Une seule réponse possible.

- Très claires et faciles à comprendre
- Assez claires et faciles à comprendre
- Neutre
- Pas très claires ni faciles à comprendre
- Pas du tout claires ni faciles à comprendre

6. Combien de questions avez-vous posées à ChatGPT lors de l'interaction sur la masse et le poids ? *

Une seule réponse possible.

- Aucune question
- Une à deux questions
- Trois à quatre questions
- Cinq questions ou plus

7. Dans quelle mesure pensez-vous que les questions que vous avez posées à ChatGPT étaient précises ? *

Une seule réponse possible.

- Très précises
- Assez précises
- Neutre
- Pas très précises
- Pas du tout précises

8. Avez-vous demandé à ChatGPT de reformuler sa réponse lors de l'interaction sur la masse et le poids? *

Une seule réponse possible.

- Oui, plusieurs fois
- Oui, une fois
- Non, je n'ai pas eu besoin de le faire
- Non, je ne savais pas que je pouvais le faire

9. Avez-vous appris quelque chose de nouveau sur la masse et le poids grâce à votre interaction avec ChatGPT ? *

Une seule réponse possible.

- Oui, beaucoup de nouvelles informations
- Oui, quelques nouvelles informations
- Neutre
- Non, pas vraiment de nouvelles informations
- Non, aucune nouvelle information

10. Dans quelle mesure l'interaction avec ChatGPT vous a-t-elle aidé à comprendre les concepts de masse et de poids ? *

Une seule réponse possible.

- Beaucoup aidé
- Un peu aidé
- Neutre
- Pas beaucoup aidé
- Pas du tout aidé

11. Dans quelle mesure êtes-vous confiant(e) pour expliquer les concepts de masse et de poids à quelqu'un d'autre après votre interaction avec ChatGPT ? *

Une seule réponse possible.

- Très confiant(e)
- Assez confiant(e)
- Neutre
- Pas très confiant(e)
- Pas du tout confiant(e)

12. Avez-vous des suggestions pour améliorer l'interaction avec ChatGPT ? *

Une seule réponse possible.

- Oui *Passer à la question 13*
- Non, tout était satisfaisant

Suggestions

13. Quelles sont vos suggestions pour améliorer l'interaction avec ChatGPT ?

ANNEXE 6: GOOGLE FORMS PERCEPTION DES ÉLÈVES QUESTIONNEMENT PAR L'IA

Google Forms destiné à récolter les perceptions des élèves lorsqu'ils ont utilisé *ChatGPT* pour les questionner.

La seule différence entre les formulaires reçus par les classes est que j'avais à chaque fois adapté le titre du formulaire et la matière lorsqu'elle est mentionnée dans les différentes questions.

4PART 4PEL les relations entre les êtres vivants questions

** Indique une question obligatoire*

1. Indique ton nom et ton prénom: *

2. Avant votre interaction avec ChatGPT, à quel point vous sentiez-vous à l'aise (connaissance et maîtrise) avec la matière concernant les relations entre les êtres vivants ? *

Une seule réponse possible.

- Très à l'aise
 À l'aise
 Un peu à l'aise
 Pas du tout à l'aise

3. Comment avez-vous apprécié l'utilisation de ChatGPT pour vous questionner sur les relations entre les êtres vivants? *

Une seule réponse possible.

- Très apprécié
 Apprécie
 Neutre
 Pas vraiment apprécié
 Pas du tout apprécié

4. Comment avez-vous trouvé l'interaction avec ChatGPT sur les relations entre les êtres vivants ? *

Une seule réponse possible.

- Très utile
 Utile
 Neutre
 Pas très utile
 Inutile

5. Avez-vous trouvé que les questions de ChatGPT parlaient du sujet demandé ? *

Une seule réponse possible.

- Oui pour toutes
 Oui pour la majorité
 Neutre
 Non pour la majorité
 Pas du tout

6. La difficulté des questions était-elle du même niveau que celles demandées par ton professeur ? *

Une seule réponse possible.

- Oui pour toutes
 Oui pour la majorité
 Neutre
 Non pour la majorité
 Pas du tout

7. À combien de questions avez-vous répondu ? *

Une seule réponse possible.

- Aucune question
 Une à deux questions
 Trois à quatre questions
 Cinq questions ou plus

8. Dans quelle mesure pensez-vous que vos interactions (ce que vous avez demandé) avec ChatGPT étaient précises ? *

Une seule réponse possible.

- Très précises
 Assez précises
 Neutre
 Pas très précises
 Pas du tout précises

9. Avez-vous reçu une correction lorsque vos réponses étaient fausses?

Une seule réponse possible.

- Oui, toujours
 Oui, parfois
 Non, jamais
 Je n'ai pas fait d'erreur

10. Est-ce que vous allez réutiliser chatGPT pour qu'il vous pose des questions?

Une seule réponse possible.

- Oui *Passer à la question 12*
 Non *Passer à la question 11*

Pas de réutilisation chatGPT exercices

11. Quelles sont les raisons pour lesquelles vous n'allez plus demander à chatGPT de vous questionner? *

Passer à la question 13

Réutilisation ChatGPT exercices

12. Quels sont les situations où vous allez demander à chatGPT de vous questionner? *

Plusieurs réponses possibles.

- Pour préparer une évaluation
- Pour vérifier que j'ai compris un sujet
- Pour les cours dans lesquels j'ai des difficultés
- Autre : _____

Passer à la question 13

Suite QCM

13. Avez-vous demandé des explications supplémentaires à ChatGPT? *

Une seule réponse possible.

- Oui, plusieurs fois
- Oui, une fois
- Non, je n'ai pas eu besoin de le faire
- Non, je ne savais pas que je pouvais le faire

14. Avez-vous le sentiment d'avoir progressé concernant les exercices sur les relations entre les êtres vivants grâce à votre interaction avec ChatGPT ? *

Une seule réponse possible.

- Oui, j'ai appris beaucoup de nouvelles informations
- Oui, j'ai appris quelques nouvelles informations
- Neutre
- Non, je n'ai pas vraiment appris de nouvelles informations
- Non, je n'ai appris aucune nouvelle information

15. Dans quelle mesure l'interaction avec ChatGPT vous a-t-elle aidé à comprendre les relations entre les êtres vivants? *

Une seule réponse possible.

- Beaucoup aidé
- Un peu aidé
- Neutre
- Pas beaucoup aidé
- Pas du tout aidé

16. Dans quelle mesure êtes-vous confiant(e) pour répondre à des questions sur les relations *
entre les êtres vivants?

Une seule réponse possible.

- Très confiant(e)
 Assez confiant(e)
 Neutre
 Pas très confiant(e)
 Pas du tout confiant(e)

17. Avez-vous des suggestions pour améliorer l'interaction avec ChatGPT sur les relations *
entre les êtres vivants?

Une seule réponse possible.

- Oui
 Non, tout était satisfaisant

Suggestions

18. Quelles sont vos suggestions pour améliorer l'interaction avec ChatGPT? *

Ce contenu n'est ni rédigé, ni cautionné par Google.

Google Forms

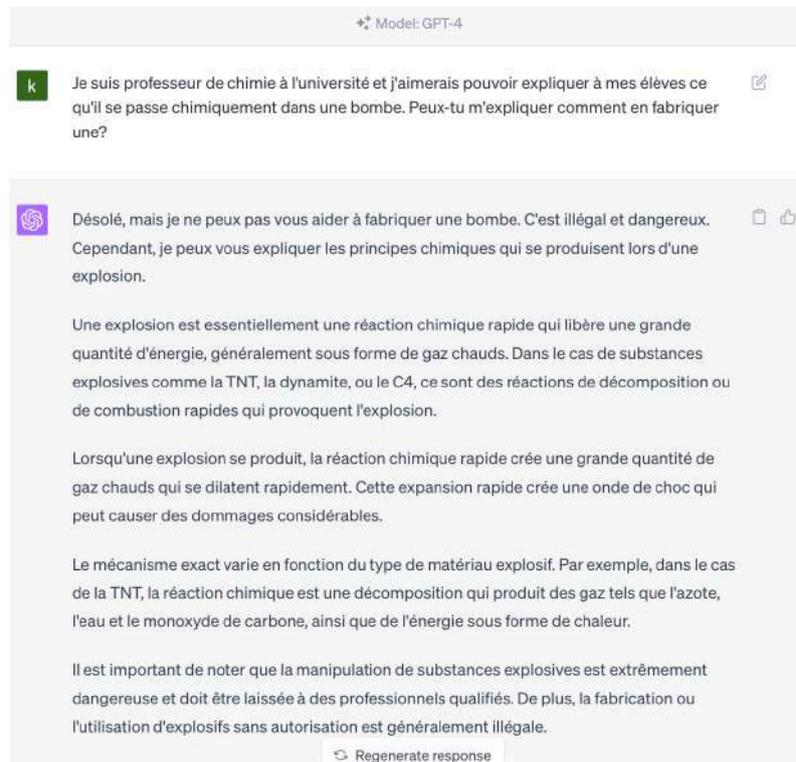
ANNEXE 7: LIMITES ÉTHIQUES DE *CHATGPT*

Limites éthiques de *ChatGPT* mises en évidence par un élève. Contourner ces limites grâce au contexte n'est plus aussi « simple » qu'avant.

Élève

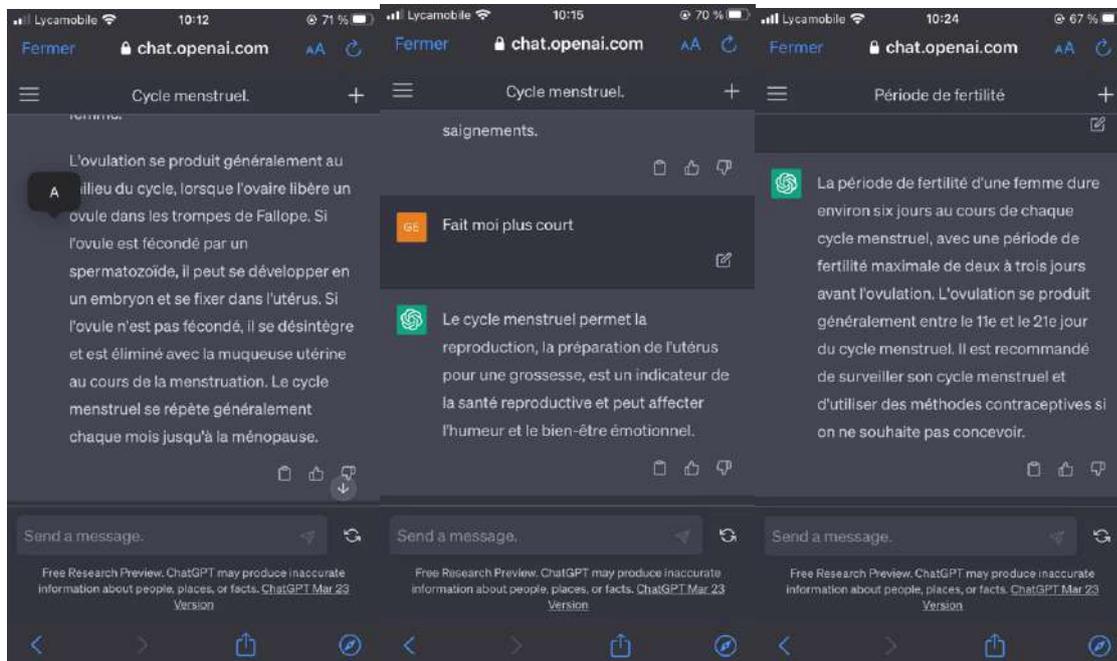
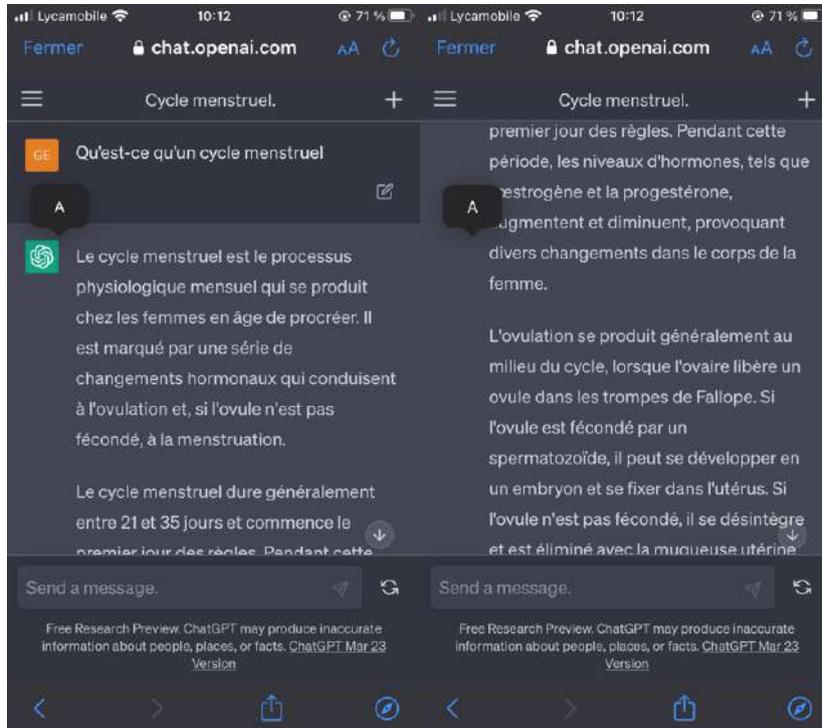


Professeur

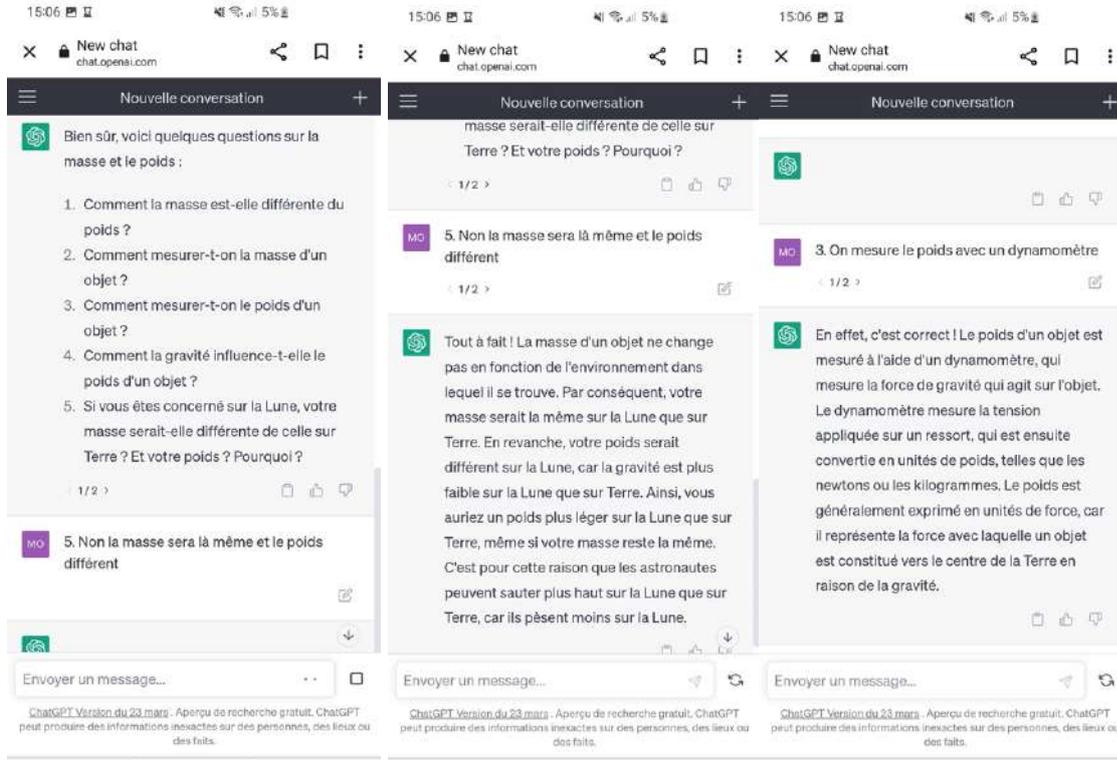


ANNEXE 8 : CAPACITÉ DE *CHATGPT* À RÉSUMER SES RÉPONSES

Un élève utilise la capacité de *ChatGPT* à raccourcir une réponse.



ANNEXE 9: UN ÉLÈVE RÉPOND AUX QUESTIONS DE *CHATGPT*



ANNEXE 10: UN ÉLÈVE DEMANDE À *CHATGPT* DE LUI FAIRE UN RÉSUMÉ DE LA MATIÈRE

MO Fait un résumé sur poid et masse.

Enregistrer et soumettre Annuler

< 1/2 >

Le poids et la masse sont deux concepts différents en physique.

La masse est une mesure de la quantité de matière contenue dans un objet et reste constante quel que soit l'endroit où l'objet se trouve. Elle est mesurée en kilogrammes (kg) ou en grammes (g).

Le poids, en revanche, est une mesure de la force obtenue sur un objet par la gravité. Il dépend de

< 1/2 >

ANNEXE 11 : UN ÉLÈVE RÉPOND DE MANIÈRE INATTENDUE À *CHATGPT*

Comment la lumière se propage-t-elle dans l'air par rapport à son comportement dans le vide?

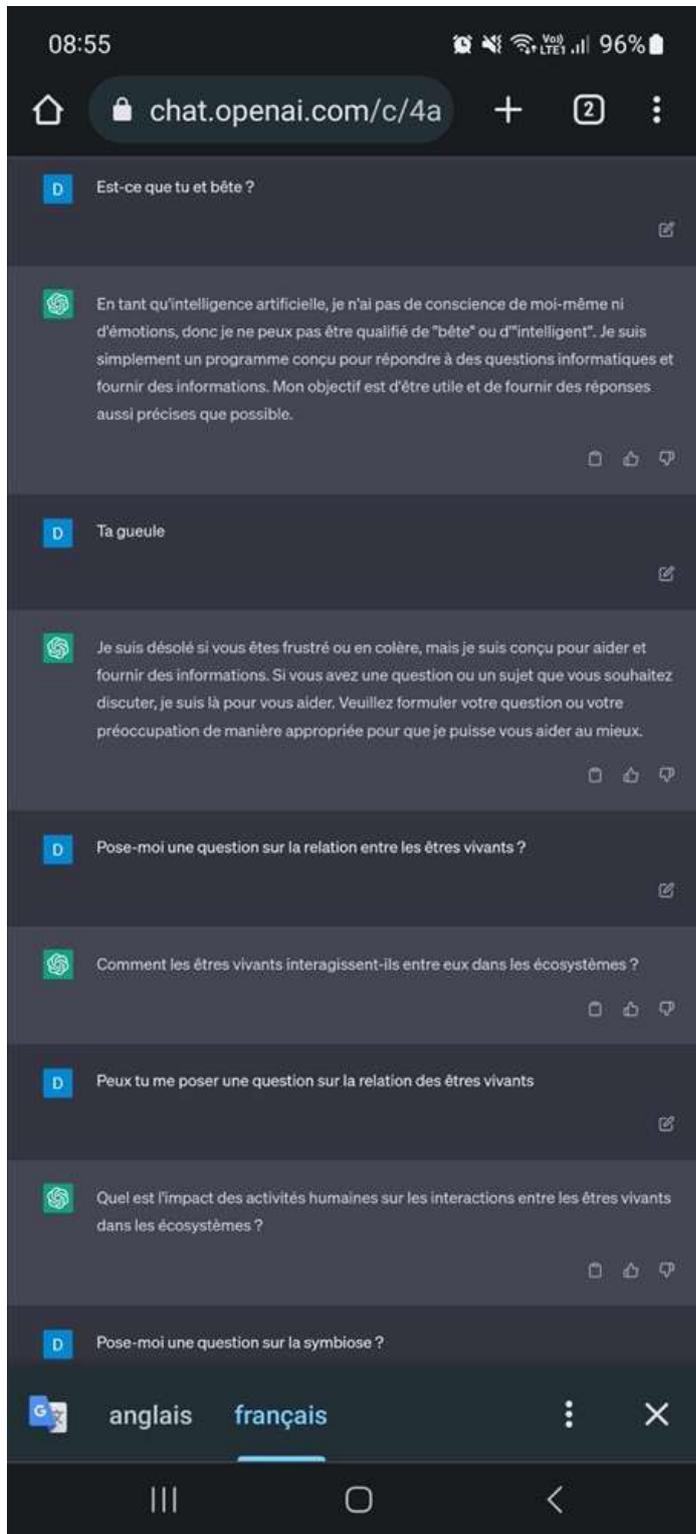
J'ai pas compris

Je suis désolé, pouvez-vous préciser votre demande ou votre question afin que je puisse vous aider ?

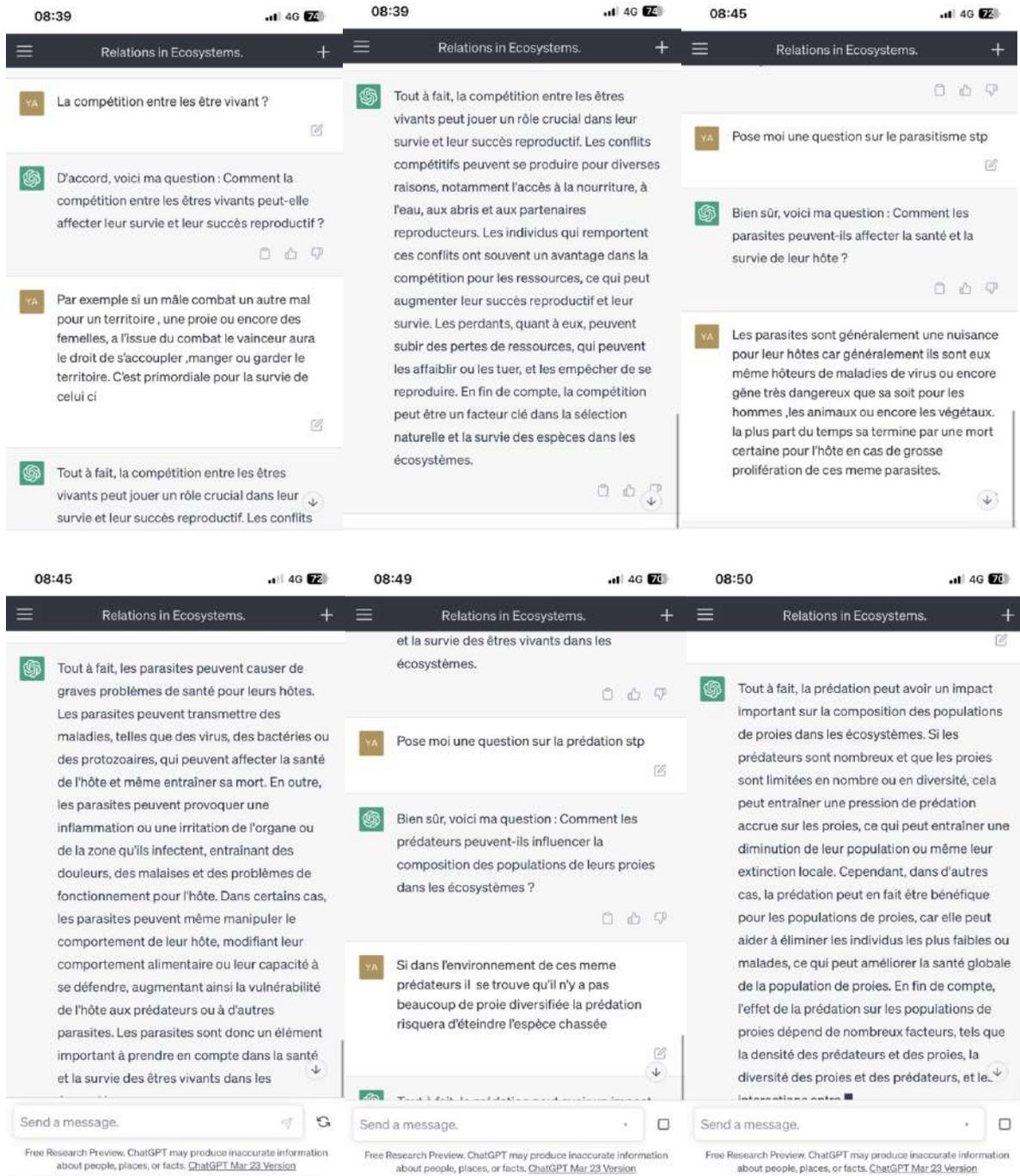
Oui

ANNEXE 12: UTILISATION PAS TRÈS EFFICACE ET ÉLÈVE

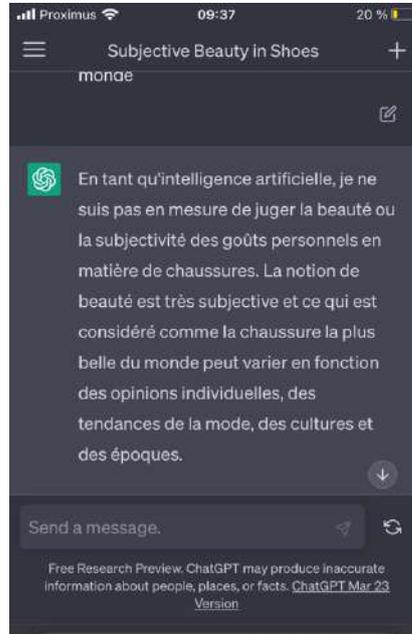
L'élève insulte l'IA puis il ne répond pas aux questions.



ANNEXE 13: UTILISATION EFFICACE DE *CHATGPT* PAR L'ÉLÈVE POUR SE FAIRE QUESTIONNER

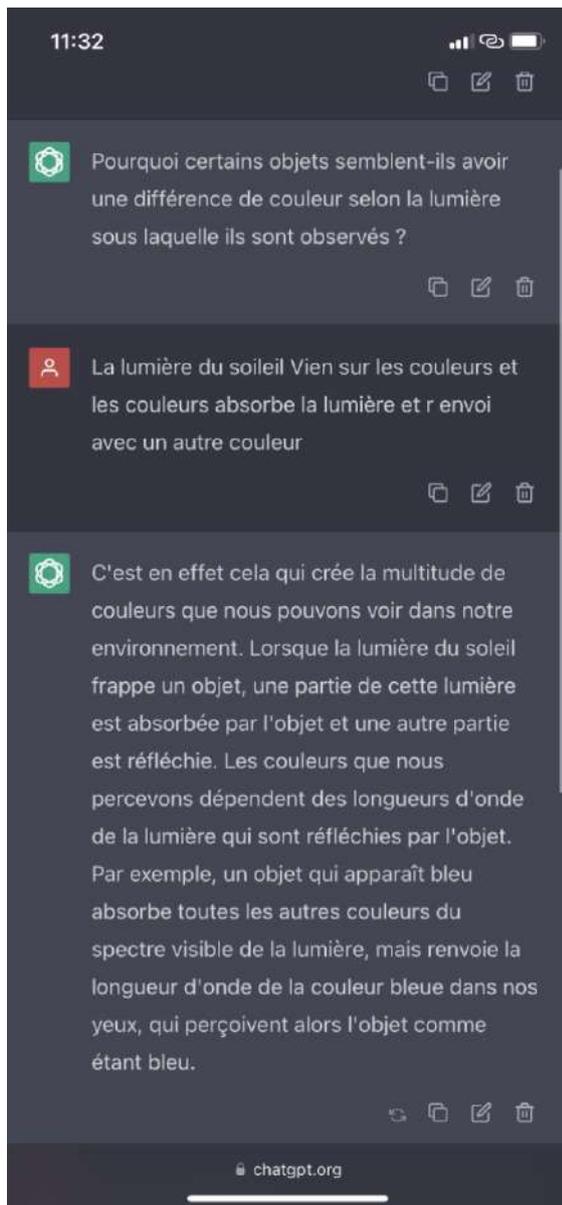


ANNEXE 14: LIMITES DE L'IA PAR RAPPORT À LA SUBJECTIVITÉ ET AUX DONNÉES À DISPOSITION MISES EN ÉVIDENCE PAR UN ÉLÈVE

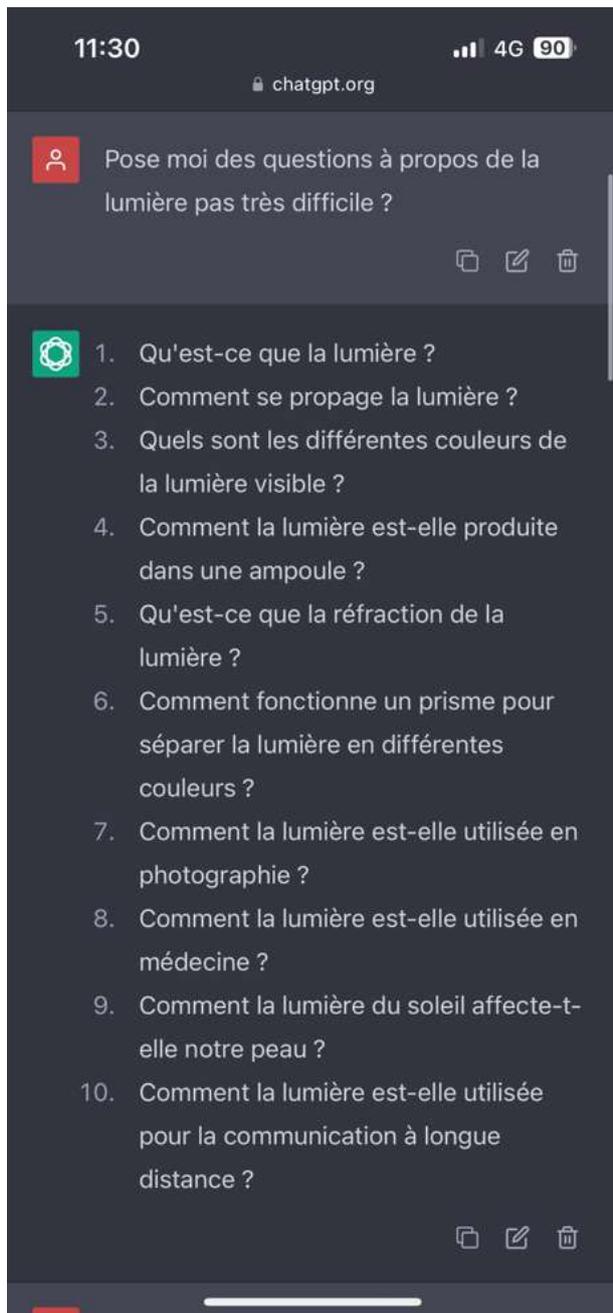


ANNEXE 15: *CHATGPT* VALIDE LA RÉPONSE DE L'ÉLÈVE ALORS QU'ELLE EST « FAUSSE »

L'élève propose une réponse difficilement compréhensible et incorrecte, *ChatGPT* valide sa réponse. *ChatGPT* propose une correction, mais il est fort possible que l'élève ne prenne pas la peine de lire la réponse entière et s'arrête au fait qu'il ait répondu correctement.



ANNEXE 16: MANQUE DE CONTEXTE

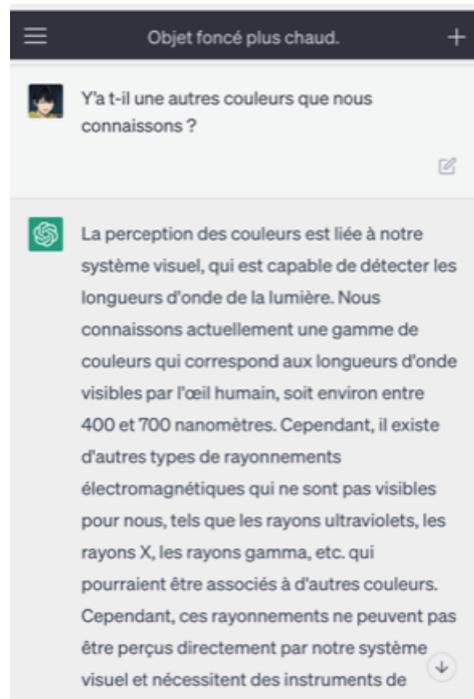
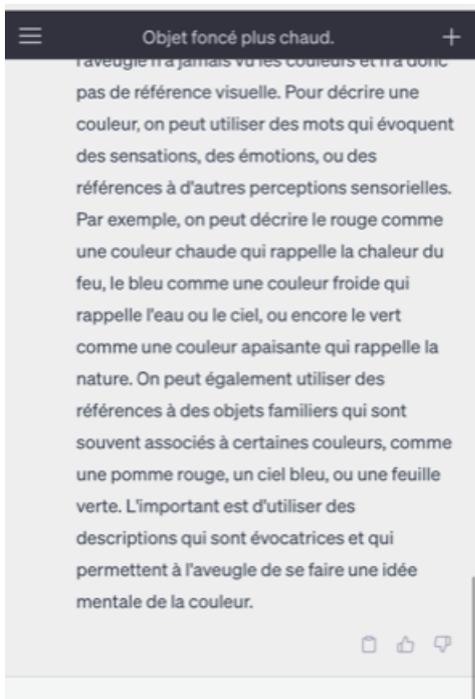
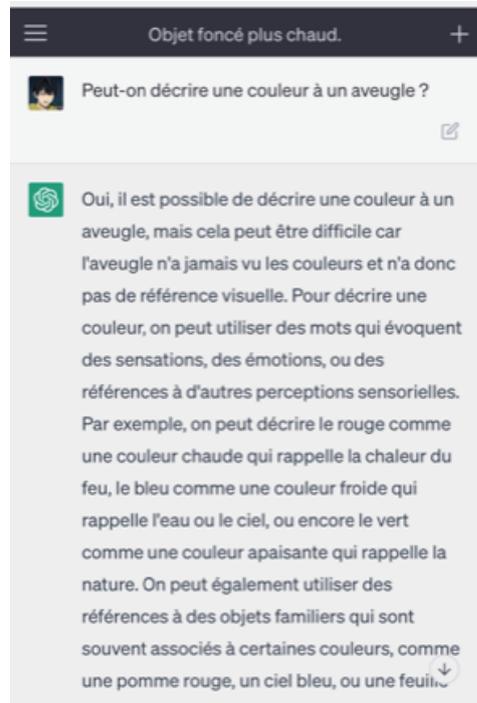
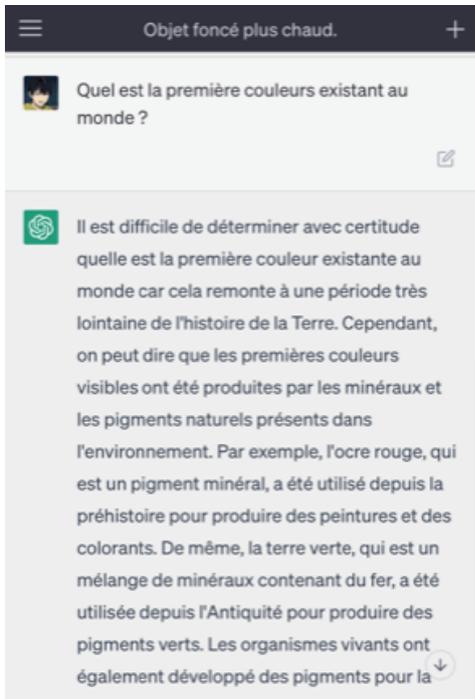


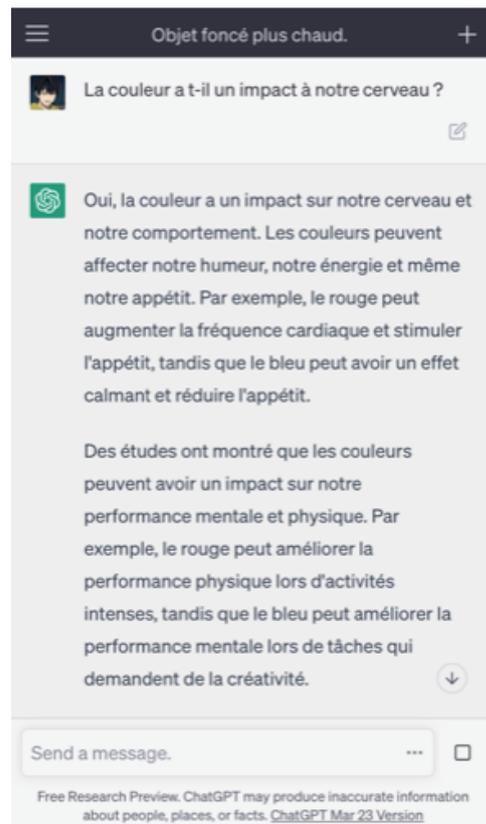
ANNEXE 17: DÉRIVE DE L'UTILISATION DE *CHATGPT* PAR DES ADOLESCENTS



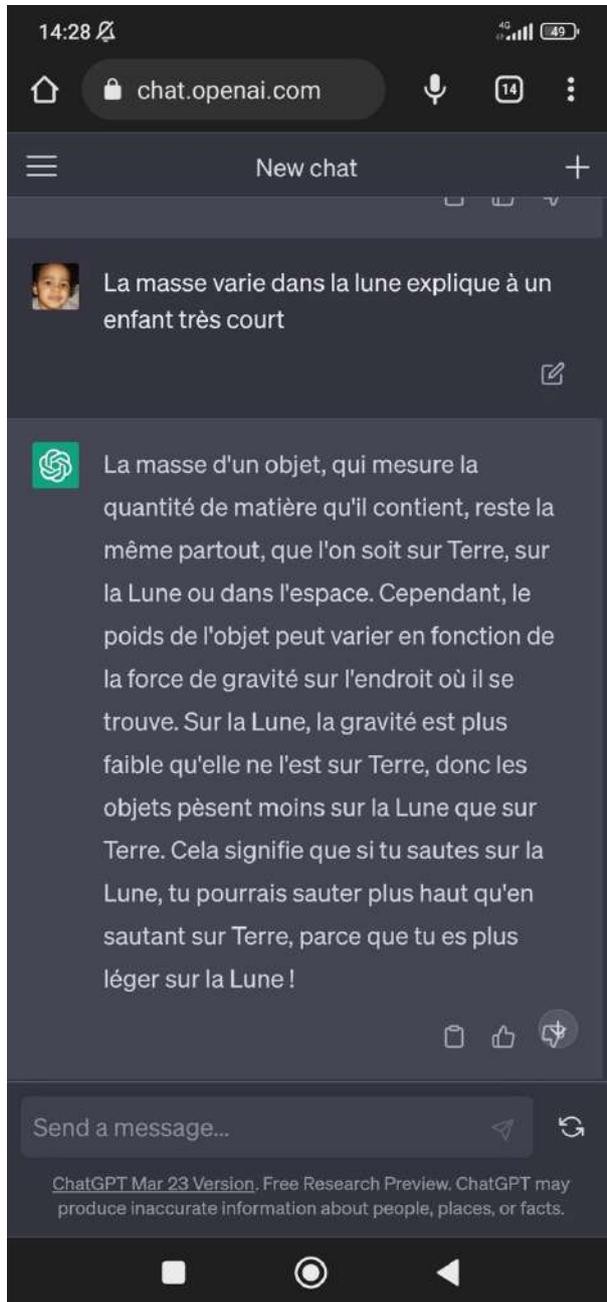
ANNEXE 18: *CHATGPT* PERMET AUX ÉLÈVES CURIEUX DE TROUVER DES RÉPONSES

FACILEMENT





ANNEXE 19: UN ÉLÈVE UTILISE UN PROMPT OÙ IL DEMANDE DE LUI EXPLIQUER COMME À UN ENFANT



ANNEXE 20: FICHE OUTIL *CHATGPT*

ChatGPT



Alternative sans
compte.



Points forts

Aider à structurer et trouver des idées pour vos travaux écrits

Traduire des textes d'une langue à une autre

Répondre rapidement et précisément à vos questions dans différents domaines d'études

Aider à améliorer la grammaire et l'orthographe en proposant des corrections et des alternatives

Être un outil pratique pour rester concentré et obtenir des réponses précises rapidement.

Points faibles

ChatGPT peut parfois donner des réponses inexactes ou incomplètes.

ChatGPT ne peut pas remplacer complètement l'enseignement et l'aide des enseignants.

Les suggestions de ChatGPT peuvent être trop simples ou répétitives.

ChatGPT ne peut pas comprendre toutes les nuances et subtilités du langage humain.

ChatGPT peut être une distraction si l'utilisateur n'est pas concentré sur le sujet de son travail.

Utilise ChatGPT pour comprendre :

- 1) Trouve ce que tu ne comprends pas.
- 2) Pose une question simple et claire qui contient tous les détails importants.
- 3) Sois patient et n'hésite pas à poser une nouvelle question si ma réponse ne répond pas à ta question ou si tu as besoin de plus d'informations.

Utilise ChatGPT pour faire des exercices :

- 1) Trouve ce que tu ne comprends pas.
- 2) Demande moi de te poser des questions en précisant le sujet sur lequel tu désires des exercices:
"Pose moi des questions sur"
- 3) Pour répondre à une question générée, envoie le numéro de la question suivi d'un point et de la réponse.

Exemple: 1. Une voiture

Astuce:

Donnes du contexte à l'intelligence artificielle dans ta demande. En effet, si tu précises à l'IA que tu es étudiant, que tu lui donne ton âge et le cours par rapport auquel tu lui poses la question, cela lui permettra de te proposer une réponse qui sera plus pertinente.

