

Integrating AI into Primary Science Education: Perceptions and Practices of Future Teachers

Jalila Ghalloudi, Youssef Nafidi

Faculty of Education Sciences,
Mohammed V University, Rabat, Morocco

Science Step Journal / SSJ

2025/Volume 3 - Issue 8

To cite this article: Ghalloudi, J., & Nafidi, Y. (2025). Integrating AI into Primary Science Education: Perceptions and Practices of Future Teachers. *Science Step Journal*, 3(8). 354-372. ISSN: 3009-500X.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15116133>

Abstract

This research examines how future teachers perceive the integration of artificial intelligence (AI) in primary science education. A questionnaire was developed to collect data on their knowledge, attitudes, current uses, and future intentions regarding AI. The results indicate that the majority of respondents have high access to digital tools and consider themselves sufficiently familiar with information and communication technologies, yet they demonstrate a limited level of knowledge about AI itself. Nonetheless, most participants acknowledge the potential added value of AI, particularly for personalized learning, diagnosing difficulties, and optimizing lesson preparation time. However, concerns related to the dehumanization of the pedagogical relationship, the cost of tools, and the lack of specialized training hinder its large-scale adoption. The study also highlights the need to enhance preparation and pedagogical support to assist future teachers in integrating AI. Many respondents expressed interest in additional training, believing that adequate institutional support, coupled with technical resources and training programs, would promote a more confident and ethical adoption of these tools, thereby ensuring a responsible and sustainable use of AI in primary science education.

Keywords:

Artificial Intelligence, science education, primary education, future teachers, technological adoption, and training.

Intégration de l'IA dans l'Enseignement des Sciences au Primaire: Perceptions et Pratiques des Futurs Enseignants

Jalila Ghalloudi, Youssef Nafidi

Faculté des Sciences de l'Éducation,
Université Mohammed V, Rabat, Maroc

Resumé

Cette recherche étudie la manière dont de futurs enseignants perçoivent l'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans l'enseignement des sciences au primaire. Un questionnaire a été élaboré pour recueillir des données sur leurs connaissances, leurs attitudes, leurs usages actuels et leurs intentions futures concernant l'IA. Les résultats montrent que la majorité des répondants dispose d'un accès élevé aux outils numériques et se déclare suffisamment familière avec les technologies de l'information et de la communication, mais possède un niveau de connaissances limité sur l'IA. La plupart des participants reconnaissent néanmoins une valeur ajoutée potentielle de l'IA, notamment pour la personnalisation de l'apprentissage, le diagnostic des difficultés et l'optimisation du temps de préparation des cours. Toutefois, des craintes liées à la déshumanisation de la relation pédagogique, au coût des outils et au manque de formation spécialisée freinent l'adoption à grande échelle. L'étude met également en évidence la nécessité de renforcer la préparation et l'accompagnement pédagogique pour soutenir les futurs enseignants dans l'intégration de l'IA. De nombreux répondants se disent intéressés par des formations complémentaires, estimant qu'un soutien institutionnel adéquat, assorti de ressources techniques et de dispositifs de formation, pourrait favoriser une adoption plus confiante et éthique de ces outils, assurant ainsi une utilisation responsable et durable de l'IA dans l'enseignement des sciences au primaire.

Mots clés

Intelligence artificielle, enseignement des sciences, primaire, futurs enseignants, adoption technologique, formation.

Introduction

Au fil des dernières décennies, l'intelligence artificielle (IA) a suscité un intérêt croissant dans les domaines éducatifs, portée par des avancées techniques majeures qui ouvrent la voie à des applications innovantes et transformatrices (Becker, 2017). Alors que l'IA s'impose dans divers secteurs, y compris l'éducation (López-Chila et al., 2024; Parra-Sánchez, 2022), son potentiel pour enrichir l'enseignement et l'apprentissage, notamment dans l'enseignement des sciences, se révèle particulièrement prometteur (CHAIBI, 2024). En effet, l'intégration de l'IA pourrait permettre de personnaliser les parcours d'apprentissage (Chen et al., 2021; Zawacki-Richter et al., 2019), d'optimiser l'évaluation automatisée (Perin & Lauterbach, 2018) et de proposer des systèmes de tutorat intelligents adaptés aux besoins spécifiques des élèves (Huang & Chen, 2016; Hwang et al., 2020; Lodhi et al., 2018).

Cependant, l'intégration de l'IA dans l'éducation présente des défis spécifiques, notamment en termes d'implications éthiques, de coûts d'acquisition et de maintenance, ainsi que d'un manque de formation adaptée pour les futurs enseignants (Collin & Marceau, 2021). Un consensus parmi les chercheurs souligne que le potentiel transformateur de l'IA n'est pas encore pleinement exploité, en partie en raison d'une préparation insuffisante des acteurs éducatifs (Celik, 2023; Luckin, George, & Cukurova, 2022; Seufert, Guggemos, & Sailer, 2021).

Par ailleurs, l'éducation à l'IA demeure encore émergente dans de nombreux pays, qui n'ont pas ou peu intégré ces technologies dans leurs curriculums nationaux, limitant ainsi la formation indispensable au développement de compétences clés telles que l'auto-apprentissage, la collaboration humain-outil et la réflexion éthique (Celik, 2023). Cette situation accentue le fossé entre les avancées rapides de l'IA et les pratiques pédagogiques, et met en évidence la nécessité de démocratiser l'enseignement de l'IA pour outiller efficacement enseignants et apprenants.

Compte tenu de l'écart entre les avancées rapides de l'IA et leur intégration limitée dans la formation des enseignants, nous posons l'hypothèse que, malgré un accès élevé aux outils numériques et une aisance déclarée avec les TIC, les futurs enseignants ne disposent pas encore des connaissances ni de la formation nécessaires pour intégrer efficacement l'IA dans l'enseignement des sciences au primaire.

Dans ce contexte, il est crucial d'examiner les perceptions, les usages et les besoins en formation des futurs enseignants de sciences. L'objectif de cette étude est d'évaluer leur niveau de familiarité avec les technologies d'IA, d'analyser leurs attitudes et d'identifier les formations nécessaires pour une intégration réfléchie et durable de l'IA dans l'enseignement des sciences au primaire. En nous appuyant sur le modèle UTAUT (Venkatesh et al., 2003), reconnu pour analyser l'acceptation des technologies en contexte éducatif (Zawacki-Richter et al., 2019), nous explorerons, à partir de leurs définitions et expériences d'usage, les avantages perçus (comme la personnalisation de

l'apprentissage) ainsi que les obstacles potentiels (tels que la crainte d'une déshumanisation, des insuffisances techniques ou des coûts élevés).

Enfin, cette recherche examinera les intentions d'utilisation à long terme de l'IA par les futurs enseignants, tout en soulignant l'importance d'une intégration éthique, garantissant la protection des données, la transparence et une supervision humaine adéquate.

3. Méthodologie

3.1. Type de recherche

Cette étude adopte une approche quantitative descriptive destinée à examiner de manière systématique les perceptions, connaissances et intentions des participants concernant l'utilisation de l'intelligence artificielle (IA) dans l'enseignement des sciences. Ce cadre méthodologique permet de mesurer objectivement les attitudes et de dégager des tendances au sein d'un échantillon ciblé (Creswell & Creswell, 2017).

3.2. Instrument de collecte de données

L'outil principal de collecte est un questionnaire structuré, élaboré à partir d'une revue approfondie de la littérature sur l'adoption des technologies de l'information et de la communication (TIC) et l'intégration de l'IA en éducation (Pedro et al., 2019; Zawacki-Richter et al., 2019). Le questionnaire se compose de cinq sections:

- Informations générales: Recueil des données démographiques (par exemple, le sexe) et des informations sur les outils numériques disponibles ainsi que le niveau d'aisance avec les TIC.
- Connaissances et usage de l'IA: Évaluation de la compréhension du concept d'IA à travers diverses définitions, du degré de connaissance des participants et de leurs expériences antérieures avec des outils d'IA.
- Perceptions et attitudes envers l'IA dans l'enseignement des sciences: Mesure de la valeur ajoutée perçue de l'IA, de son potentiel à soutenir différents aspects pédagogiques, et identification des obstacles potentiels à son intégration.
- Besoins de formation et de support: Investigation sur la formation reçue concernant l'IA, ainsi que sur l'intérêt pour de futures sessions de formation et le soutien pédagogique nécessaire.
- Intentions futures et recommandations: Analyse de la volonté d'intégrer l'IA dans l'enseignement après la formation initiale et identification des principes éthiques jugés essentiels pour son utilisation.

Les questions, formulées sous forme de choix multiples et d'échelles de Likert, permettent une quantification précise des perceptions et facilitent l'identification des tendances principales.

3.3. Population et échantillon

La population ciblée comprend principalement des étudiants en licence d'éducation, spécialité enseignement primaire, de la Faculté des Sciences de l'Éducation de Rabat, susceptibles d'intégrer l'IA dans l'enseignement des sciences au primaire. L'échantillon est constitué de 102 répondants, recrutés selon une méthode de volontariat visant à assurer une représentativité pertinente.

3.4. Procédure de collecte

La collecte des données a été réalisée en ligne via Microsoft Forms. Le questionnaire a été diffusé principalement par email auprès des étudiants. Avant de répondre, les participants ont été informés de la finalité scientifique de l'étude, du respect de l'anonymat et des conditions de confidentialité, conformément aux principes éthiques de recherche (Creswell & Creswell, 2017).

3.5. Analyse des données

Les données recueillies seront analysées à l'aide de méthodes statistiques descriptives et analytiques à l'aide du logiciel SPSS. L'analyse descriptive fournira un aperçu global des réponses, tandis que des analyses croisées (par exemple, en fonction des profils des participants) et des tests de corrélation permettront d'identifier les relations pertinentes entre les variables. Cette approche analytique vise à obtenir une compréhension approfondie des perceptions et des intentions relatives à l'intégration de l'IA dans l'enseignement des sciences.

4. Résultats

4.1. Caractéristiques démographiques

4.1.1. Répartition par sexe

La répartition des répondants selon le sexe ($n = 102$) met en évidence une prédominance féminine (82 %), contre 18 % d'hommes. Cette situation reflète généralement la composition de la population au sein des facultés d'éducation, où les étudiantes sont souvent majoritaires.

4.2. Disponibilité et utilisation des outils numériques

4.2.1. Types d'outils numériques possédés

Les données recueillies montrent que la quasi-totalité des répondants possède un smartphone (98 réponses). Viennent ensuite l'ordinateur portable (58 réponses) et la connexion Internet à domicile (56 réponses), tandis que seuls 2 répondants déclarent détenir une tablette. Aucun participant n'a indiqué ne posséder aucun outil numérique, suggérant une large accessibilité aux technologies de base.

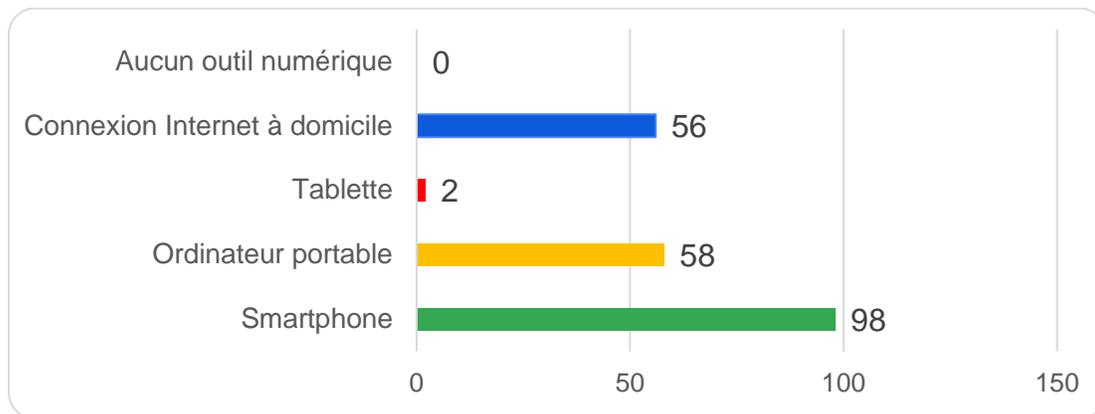


Figure 1. Répartition des types d'outils numériques disponibles

Cette répartition, illustrée en Figure 1, met en évidence l'importance des supports mobiles dans le contexte éducatif, renforçant l'idée que les étudiants pourraient aisément intégrer des applications liées à l'IA via leurs appareils personnels.

4.3. Niveau d'utilisation des TIC

Afin d'évaluer l'aisance technologique des participants, il leur a été demandé d'indiquer leur niveau d'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC). Les résultats révèlent que 69 % se considèrent de niveau intermédiaire, 19 % avancé et 12 % débutant.

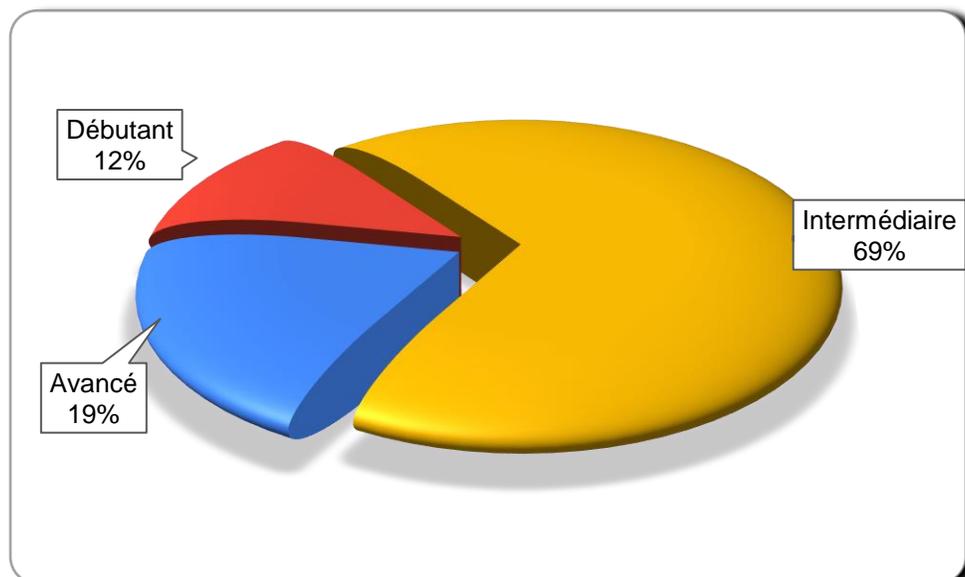


Figure 2. Répartition du niveau d'utilisation des TIC

Cette distribution suggère que la majorité des répondants dispose déjà d'une certaine familiarité avec les outils numériques, ce qui pourrait faciliter l'adoption de solutions basées sur l'IA.

4.4. Compréhension et connaissances en intelligence artificielle

4.4.1. Notion d'IA

Afin d'appréhender la perception initiale du concept d'intelligence artificielle, les répondants ont été invités à choisir parmi plusieurs définitions proposées. La majorité (57 %) a opté pour la définition suivante: « un ensemble de technologies permettant aux machines d'imiter certaines capacités cognitives humaines (raisonnement, apprentissage, etc.) ». Cette formulation reflète précisément l'essence de l'IA, qui vise à simuler certaines fonctions cognitives humaines grâce à des technologies avancées. En revanche, 19 % des répondants perçoivent l'IA comme un système entièrement autonome, susceptible de remplacer l'humain dans toutes les tâches, tandis que 14 % la considèrent comme un simple outil exécutant des algorithmes sans véritable intelligence, et 11 % se déclarent incertains quant à sa définition.

4.4.2. Niveau de connaissance en IA

Interrogés sur leur niveau de connaissance de l'IA, 57 % déclarent en avoir « un peu », 34% se disent « moyennement » familiers, 5 % estiment ne rien connaître du tout et 4 % se jugent « très bien » informés.

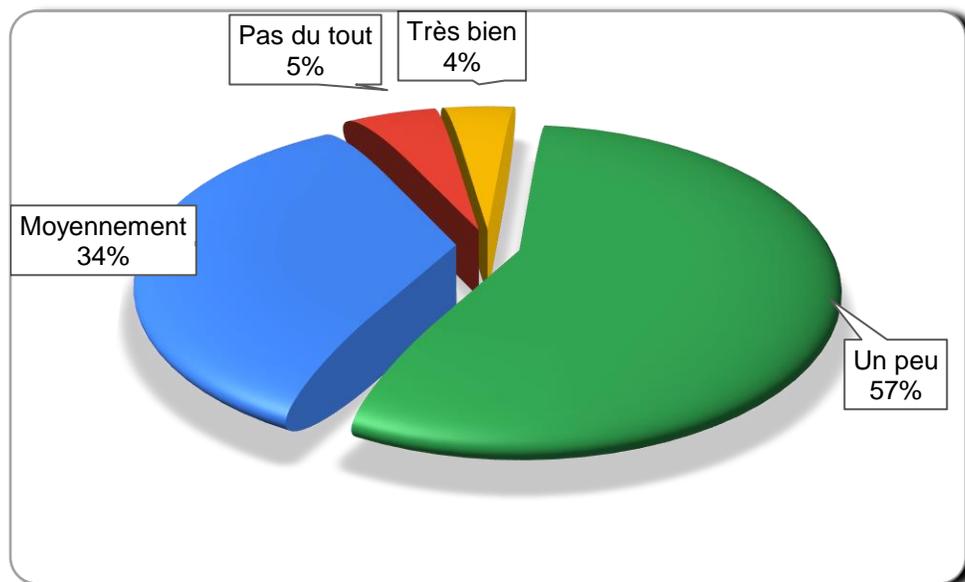


Figure 3. Auto-évaluation des connaissances en IA

Dans l'ensemble, ces données suggèrent qu'une majorité dispose de connaissances partielles sur l'IA, soulignant un potentiel besoin de formations complémentaires pour approfondir cette expertise.

4.5. Usage de l'IA et outils expérimentés

4.5.1. Usage de l'IA

S'agissant de l'utilisation concrète d'outils d'IA, 75 % des participants mentionnent un usage occasionnel, 20 % un usage régulier et 5 % n'y recourent jamais.

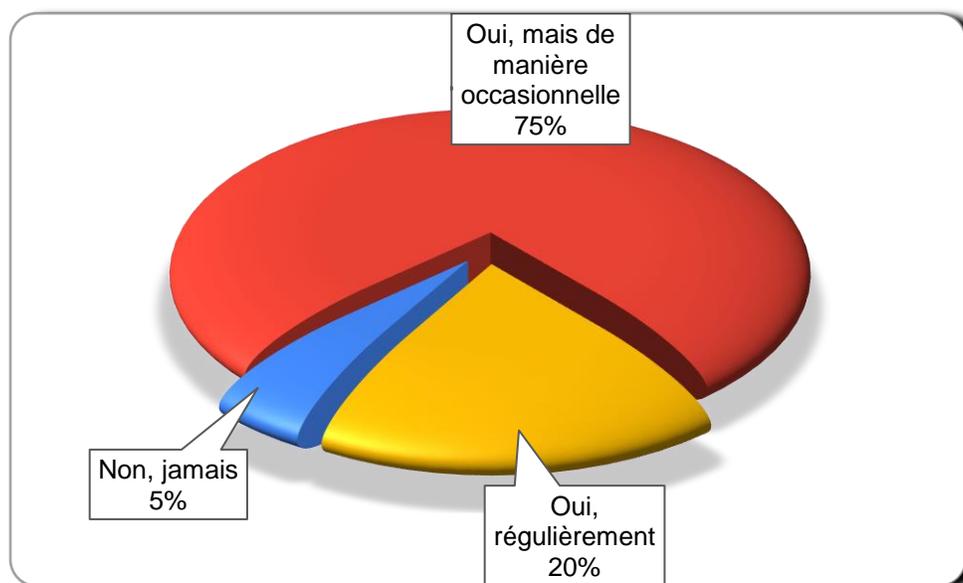


Figure 4. Fréquence d'utilisation des outils d'IA

Cette répartition témoigne d'une adoption déjà existante, mais souvent sporadique, de l'IA dans la vie académique ou personnelle des répondants.

4.5.2. Outils d'IA testés

Parmi les répondants ayant déclaré avoir utilisé des outils d'IA, 89 ont essayé des assistants conversationnels (ChatGPT, Bard, etc.), 31 ont recours à des correcteurs orthographiques ou traducteurs automatiques, et 6 utilisent des systèmes de reconnaissance vocale. Les systèmes de recommandation sont plus marginaux (7), tout comme les autres formes d'IA (4). Notons que 6 répondants ont déclaré n'avoir finalement utilisé aucun outil.

Tableau 1. Répartition des outils d'IA testés

Outil d'IA	Nombre de réponses
Assistants conversationnels (ex. ChatGPT, Bard, etc.)	89
Systèmes de reconnaissance vocale	6
Correcteurs orthographiques ou traducteurs automatiques	31
Systèmes de recommandation (plateformes de streaming, e-commerce, etc.)	7
Autre forme d'IA	4
Aucun outil utilisé	6

La prépondérance des assistants conversationnels suggère un attrait pour des applications interactives et relativement accessibles.

4.6. Perception de la valeur ajoutée de l'IA dans l'enseignement

L'étude s'est également intéressée à la manière dont les répondants perçoivent la contribution que l'IA pourrait apporter à l'enseignement des sciences au primaire. Une majorité relative (51 %) se déclare « plutôt d'accord » avec l'idée que l'IA offre une valeur ajoutée, 24 % « plutôt pas d'accord », 15 % « pas du tout d'accord » et 10 % « tout à fait d'accord ».

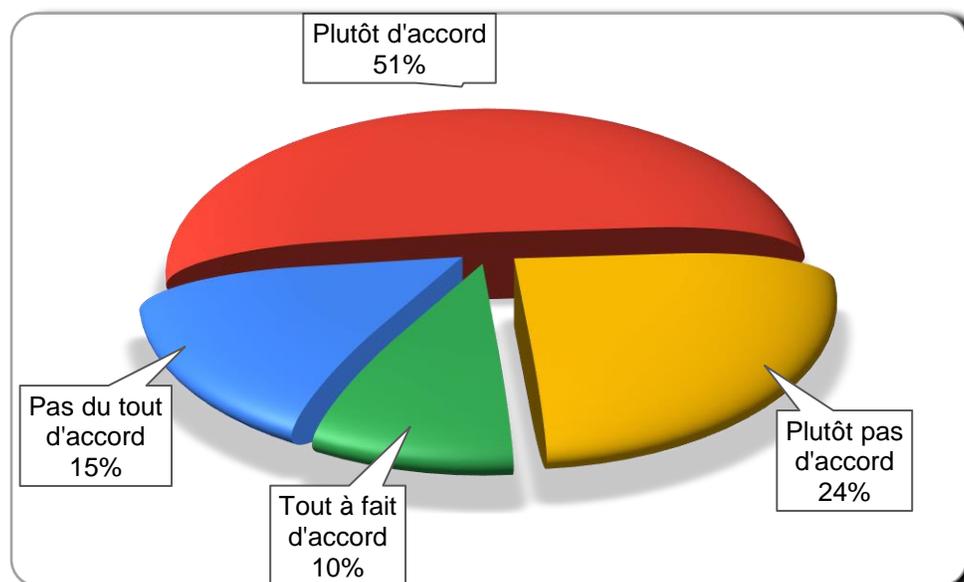


Figure 5. Perception de la valeur ajoutée de l'IA

Ces données traduisent des avis hétérogènes, avec un noyau favorable (61 % si l'on regroupe « plutôt d'accord » et « tout à fait d'accord ») et une minorité sceptique (39 % répartie entre « pas du tout d'accord » et « plutôt pas d'accord »).

4.7. Domaines de soutien pédagogique par l'IA

Pour approfondir cette perception, les participants ont précisé dans quels domaines l'IA pourrait soutenir l'apprentissage des sciences. Ainsi, selon le Tableau 2, 56 répondants ont indiqué que la fourniture de ressources pédagogiques riches (vidéos, simulations, etc.) représente un atout majeur, tandis que 54 participants considèrent que le gain de temps dans la préparation des cours constitue également un bénéfice significatif. Par ailleurs, 52 répondants évoquent l'importance de l'aide au diagnostic des difficultés d'apprentissage, 41 mettent en avant la correction automatique des exercices, et 18 soulignent que la personnalisation du processus d'apprentissage offre un potentiel de différenciation pédagogique notable. Seuls 3 participants n'aperçoivent aucun bénéfice de l'intégration de l'IA dans ce contexte.

Tableau 2. Domaines de soutien pédagogique par l'IA

Aspect	Nombre de réponses
Personnalisation du processus d'apprentissage	18
Correction automatique des exercices	41
Fourniture de ressources pédagogiques riches (vidéos, simulations, etc.)	56
Aide au diagnostic des difficultés d'apprentissage	52
Gain de temps dans la préparation des cours	54
Aucun bénéfice	3

Ce tableau souligne l'intérêt marqué pour l'optimisation de la pratique enseignante (automatisation de tâches, enrichissement des ressources pédagogiques) et le potentiel de différenciation pédagogique offert par l'IA.

4.8. Obstacles à l'intégration de l'IA

La mise en évidence des obstacles à l'intégration de l'IA dans l'enseignement est cruciale pour comprendre les freins potentiels à son adoption. Ainsi, 48 répondants indiquent un manque de formation des enseignants sur cette technologie, 49 soulignent l'insuffisance de ressources techniques (appareils, logiciels), 38 jugent que le coût élevé des outils constitue un obstacle important, et 48 expriment leur crainte de voir la dimension humaine de l'enseignement compromise. Par ailleurs, 27 participants manifestent des inquiétudes quant à la protection des données personnelles, tandis que seulement 7 n'identifient aucun obstacle majeur.

Tableau 3. Obstacles à l'intégration de l'IA dans l'enseignement des sciences

Obstacle	Nombre de réponses
Manque de formation des enseignants sur cette technologie	48
Manque de ressources techniques (appareils, logiciels)	49
Coût élevé des outils	38
Crainte de perdre la dimension humaine dans l'enseignement	48
Inquiétudes concernant la protection des données personnelles	27
Aucun obstacle	7

Cette répartition met en relief des problématiques financières, organisationnelles et pédagogiques susceptibles de limiter l'introduction effective de l'IA dans les pratiques d'enseignement. Ces obstacles soulignent la nécessité d'investir dans des formations spécialisées et de renforcer les infrastructures techniques, tout en garantissant la protection des données et en préservant l'aspect humain de l'enseignement.

4.9. Disposition à utiliser l'IA et impact sur la motivation

4.9.1. Niveau de disposition à utiliser l'IA

Les réponses recueillies révèlent que 49 % des répondants se disent « assez prêts » à adopter l'IA, 13 % « très prêts », 29 % « peu prêts » et 9 % « pas du tout prêts ».

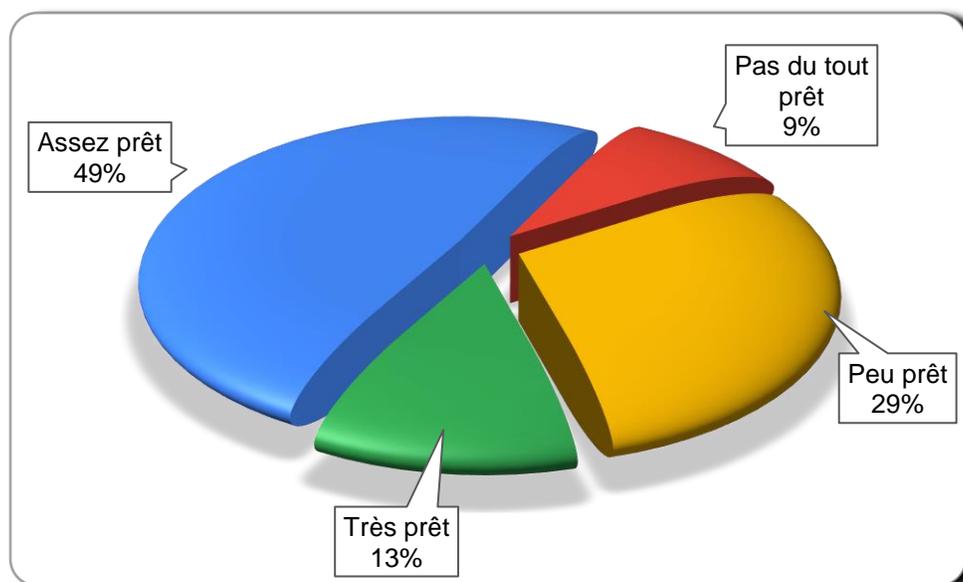


Figure 6. Disposition à utiliser l'IA

On peut ainsi observer une ouverture notable à l'égard de l'IA, bien que certains enseignants potentiels demeurent prudents.

4.9.2. Motivation des élèves

Concernant l'incidence sur la motivation des élèves, 32 % des participants estiment que l'IA pourrait l'accroître « beaucoup », 40 % « un peu », 22 % déclarent « je ne sais pas » et 6 % ne perçoivent aucun impact.

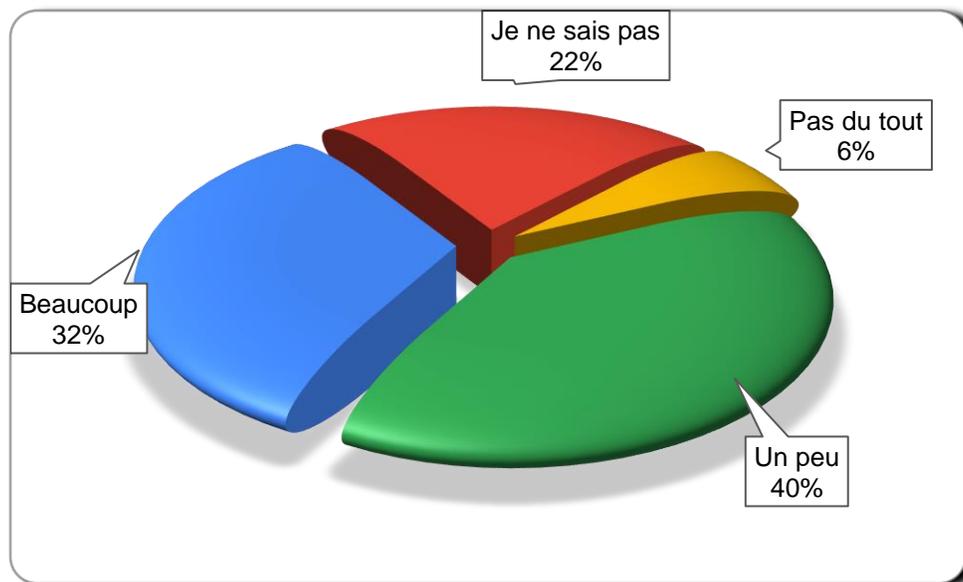


Figure 7. Perception de l'impact de l'IA sur la motivation des élèves

Ces résultats reflètent une relative confiance dans les capacités de l'IA à stimuler l'engagement des élèves, tout en laissant transparaître des doutes chez près d'un quart des répondants.

4.10. Formation et intentions futures

4.10.1. Formation spécifique sur l'IA

La plupart des répondants (87 %) n'a pas suivi de formation spécifique sur l'intégration de l'IA, contrairement à 13 % qui en ont bénéficié. Cette donnée indique un besoin potentiel de dispositifs de formation afin de combler les lacunes en matière de compétences IA.

4.10.2. Besoin de formation

Concernant l'intérêt pour une formation, 44 % des répondants se déclarent « intéressés » et 28 % « très intéressés », alors que 23 % sont « peu intéressés » et 5 % « pas du tout intéressés ».

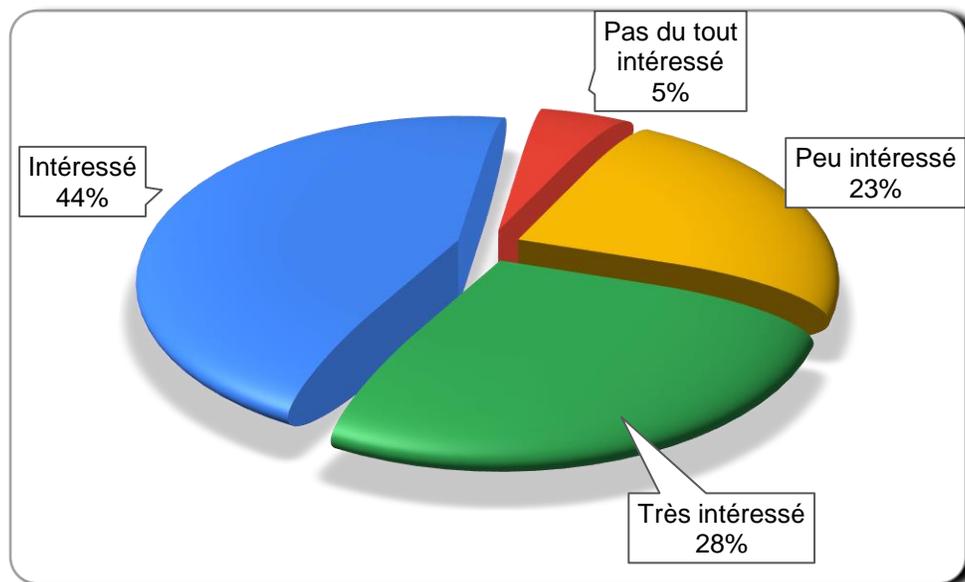


Figure 8. Intérêt pour une formation en IA et ses applications pédagogiques

Une majorité relative se dit donc prête à approfondir ses connaissances, ce qui constitue un facteur essentiel pour une intégration réussie de l'IA.

4.10.3. Intentions d'intégration de l'IA

Les répondants ont également exprimé leurs intentions quant à l'utilisation de l'IA dans l'enseignement des sciences: 68 % envisagent d'y recourir sous réserve de disposer du matériel et de la formation adéquats, 17 % souhaitent l'intégrer dès que possible, 11 % ne prévoient pas d'en faire usage et 4 % sont indécis.

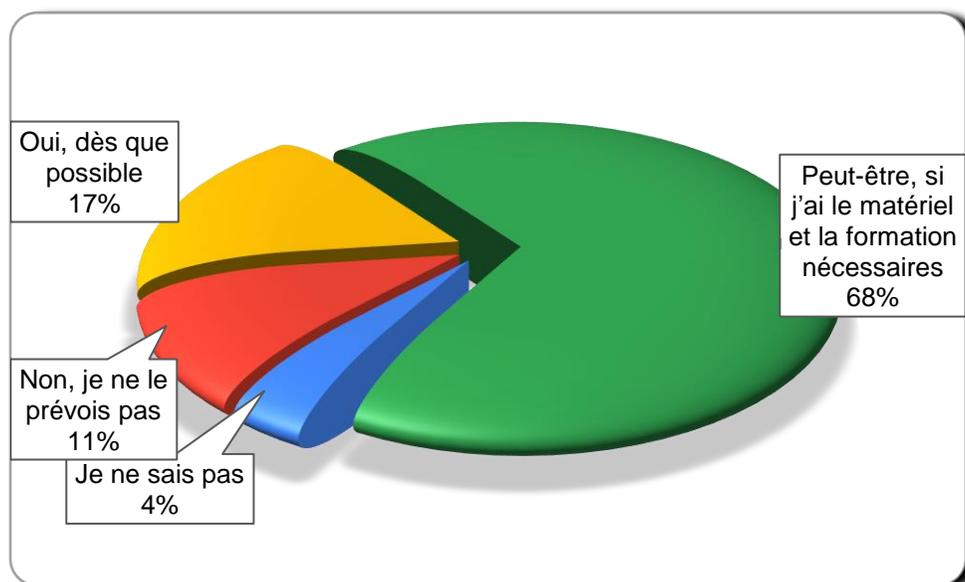


Figure 9. Intentions d'utilisation de l'IA pour enseigner les sciences

Ces résultats confirment une propension majoritairement positive envers l'adoption de l'IA, à condition que les enseignants bénéficient des ressources requises.

4.11. Principes éthiques prioritaires

Enfin, les répondants ont clairement identifié les principes éthiques qu'ils considèrent comme essentiels pour l'utilisation de l'IA dans l'enseignement des sciences. Les données recueillies révèlent que la protection de la confidentialité des données est le critère le plus fréquemment cité, avec 70 réponses, suivi par la transparence des algorithmes et des résultats (43 réponses), la responsabilité et la supervision humaine (42 réponses) et enfin la non-discrimination et l'égalité (21 réponses) (voir Tableau 4).

Tableau 4. Principes éthiques jugés prioritaires

Principe éthique	Nombre de réponses
Protection de la confidentialité des données	70
Transparence des algorithmes et des résultats	43
Non-discrimination et égalité	21
Responsabilité et supervision humaine	42
Autre	1

Ces résultats traduisent une préoccupation marquée pour la sécurité des informations personnelles et pour la transparence des processus décisionnels automatisés, deux enjeux cruciaux pour instaurer un climat de confiance dans l'usage de l'IA. En effet, la protection des données garantit que les informations sensibles des élèves et des enseignants sont dûment sécurisées, tandis que la transparence algorithmique est indispensable pour identifier et corriger les biais potentiels, assurant ainsi une prise de décision équitable et compréhensible. Par ailleurs, l'importance accordée à la responsabilité et à la supervision humaine souligne que l'IA doit demeurer un outil d'aide à la décision et non un substitut complet à l'intervention pédagogique. Ces considérations éthiques représentent des axes stratégiques majeurs pour une intégration responsable et durable de l'IA dans l'environnement éducatif.

5. Discussion

Les résultats de cette étude fournissent un aperçu riche et nuancé de l'adoption de l'intelligence artificielle (IA) dans l'enseignement des sciences, chez des futurs enseignants issus de la Faculté des Sciences de l'Éducation de Rabat. La synthèse des constats révèle plusieurs points essentiels, qui sont en partie confirmés par la littérature récente sur l'acceptation des technologies en éducation (Venkatesh et al., 2003; Zawacki-Richter et al., 2019).

Tout d'abord, la disponibilité élevée des outils numériques – en particulier les smartphones (98 réponses) – et un niveau d'aisance intermédiaire avec les TIC (69 %) constituent un socle favorable à l'intégration de l'IA. Concernant la compréhension de l'IA, 57 % des répondants définissent cette technologie comme « un ensemble de technologies permettant aux machines d'imiter certaines capacités cognitives humaines (raisonnement, apprentissage, etc.) ». Toutefois, une part non négligeable envisage l'IA sous des formes extrêmes (19 % comme système autonome, 14 % comme simple exécutant d'algorithmes), indiquant une hétérogénéité dans les représentations. Ce constat rejoint les critiques formulées par Pedro et al. (2019) sur la nécessité de clarifier la notion d'IA auprès des acteurs du domaine éducatif.

L'usage effectif de l'IA est déjà bien implanté, avec 75 % des participants déclarant un usage occasionnel et 20 % un usage régulier, en particulier via des assistants conversationnels (89 réponses). Cette tendance souligne l'attrait pour des applications interactives et faciles d'accès qui contribuent à l'automatisation de tâches pédagogiques. Par ailleurs, la perception de la valeur ajoutée de l'IA est globalement positive (61 % favorable), même si 39 % des répondants expriment des réserves, notamment en raison de craintes de déshumanisation ou d'obstacles liés aux ressources techniques et au coût. L'acceptation de l'IA semble ainsi reposer principalement sur la « perception d'utilité », un facteur déterminant selon le modèle UTAUT (Sánchez-Holgado & Arcila-Calderón, 2024; Venkatesh et al., 2003).

Parallèlement aux constats relatifs à l'adoption et à la valeur perçue de l'IA, il est essentiel d'examiner les défis qui entravent son intégration dans l'enseignement des sciences. D'une part, le manque de formation des enseignants apparaît comme un obstacle majeur. Lasri(2024) rapporte que 94 % des enseignants interrogés estiment avoir besoin d'une formation spécifique pour intégrer efficacement l'IA dans leur enseignement. Ce constat est complété par Nafidi (2024) qui indique que 91,9 % des futurs enseignants n'ont reçu aucune formation sur l'IA dans l'éducation, et par Zerrouqi&Abderbi(2024), qui soulignent qu'il n'existe actuellement qu'un taux de 6 % d'enseignants formés spécifiquement sur des outils tels que ChatGPT.

D'autre part, les craintes de déshumanisation persistent : certains enseignants redoutent que l'IA ne réduise l'interaction humaine en classe – une préoccupation également mise en lumière dans notre étude (48 réponses) et soutenue par Lasri(2024). En outre, la protection des données personnelles demeure un enjeu crucial, car l'exploitation des données des élèves par les outils d'IA pose des questions éthiques et légales (27 réponses). Par ailleurs, les inégalités d'accès aux ressources technologiques se font sentir, le manque d'équipements dans certaines écoles limitant l'adoption généralisée des outils basés sur l'IA, tandis que le coût des technologies IA (38 participants) constitue un frein majeur, comme le confirment également El Azzouzi&Chetouani(2024) et Nafidi (2024).

Les analyses d'association réalisées via le test du khi-carré renforcent ces constats. En effet, des liens significatifs ont été observés entre (a) le Sexe et l'Intention d'utiliser l'IA pour enseigner les sciences ($\chi^2(4) = 12,57, p = 0,014$), (b) la Perception de la valeur ajoutée et l'Usage des outils d'IA ($\chi^2(6) = 22,13, p = 0,001$), ainsi qu'entre (c) le Niveau de connaissances en IA et l'Usage des outils d'IA ($\chi^2(6) = 13,58, p = 0,035$). Ces résultats indiquent que la valorisation de l'IA et la maîtrise perçue de cette technologie favorisent l'adoption réelle de ces outils.

Tableau 5. Relations significatives entre variables

Relation	Valeur du χ^2 p (ddl)	(test exact)	Interprétation synthétique
Sexe × Intention d'utiliser l'IA	12,57 (4)	0,014 (0,016)	Les intentions d'intégrer l'IA diffèrent selon le sexe des répondants
Valeur ajoutée de l'IA × Usage des outils d'IA	22,13 (6)	0,001 (0,002)	Une perception positive de l'IA est associée à un usage plus fréquent
Connaissances en IA × Usage des outils d'IA	13,58 (6)	0,035 (0,049)	Les répondants mieux informés tendent à utiliser l'IA plus fréquemment

Enfin, le besoin en formation apparaît comme un levier stratégique majeur : 87 % des répondants n'ont jamais suivi de formation spécifique, tandis que 72 % expriment un intérêt fort à en bénéficier, et 68 % envisagent d'utiliser l'IA sous réserve d'un accompagnement technique et pédagogique adéquat. Ce décalage entre l'intention et la formation effective met en lumière l'importance de renforcer la digitalisation des compétences pour permettre une adoption durable et responsable de l'IA dans l'enseignement.

Conclusion

Cette étude met en évidence que l'intégration de l'IA dans l'enseignement des sciences au primaire suscite un réel intérêt chez les futurs enseignants, tout en révélant des connaissances souvent partielles et des préoccupations notables. D'une part, la disponibilité élevée des outils numériques et la familiarité déclarée avec les TIC constituent un socle favorable à l'adoption de l'IA. D'autre part, les craintes liées à la déshumanisation, au coût, au manque de formation spécialisée et aux enjeux de protection des données freinent encore son intégration à grande échelle.

Les analyses montrent que la perception de l'utilité et la maîtrise technique comptent parmi les principaux moteurs de l'adoption, corroborant les modèles d'acceptation technologique. Parallèlement, le besoin de formation ciblée en IA apparaît comme un levier stratégique majeur : bien que la plupart des participants se disent prêts à utiliser l'IA, ils soulignent fortement l'importance d'un accompagnement pédagogique et institutionnel pour adopter ces outils de manière éthique et efficace.

Au regard de ces résultats, plusieurs pistes d'action se dessinent pour favoriser une intégration durable de l'IA dans l'enseignement des sciences. D'abord, le renforcement de la formation initiale et continue, incluant des modules dédiés aux fondements de l'IA et à ses applications pratiques, permettrait de développer les compétences nécessaires chez les futurs enseignants. Ensuite, l'allocation de ressources techniques et l'amélioration des infrastructures numériques sont indispensables pour surmonter les obstacles matériels et financiers identifiés. Enfin, la mise en place de cadres éthiques clairs, portant sur la transparence des algorithmes, la protection des données et la supervision humaine, s'avère cruciale pour instaurer un climat de confiance et préserver la dimension humaine de la relation pédagogique.

Pour approfondir les enseignements de cette étude, il serait pertinent d'examiner d'autres contextes institutionnels et culturels, ainsi que de conduire des recherches qualitatives plus fines sur la manière dont ces futurs enseignants se forment et s'approprient concrètement l'IA en classe. Ces constats invitent également à poursuivre la recherche sur des variables connexes (telles que l'impact de l'IA sur la motivation des élèves et l'évolution des pratiques professionnelles), afin de proposer des stratégies d'intégration plus inclusives et responsables dans l'enseignement des sciences au primaire.

Références

- Becker, B. (2017). Artificial intelligence in education: what is it, where is it now, where is it going. *Ireland's Yearbook of Education, 2018*, 42-46.
- Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education [Article]. *Computers in Human Behavior, 138*, Article 107468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- CHAIBI, M. (2024). Intégration des outils de l'intelligence artificielle dans l'enseignement de la physique-chimie au Maroc. *Revue Marocaine de l'Évaluation et de la Recherche Educative(12)*, 231-255.
- Chen, X., Zou, D., Xie, H., & Cheng, G. (2021). Twenty Years of Personalized Language Learning: Topic Modeling and Knowledge Mapping. *Educational Technology and Society, 24(1)*, 205-222.
- Collin, S., & Marceau, E. (2021). L'intelligence artificielle en éducation: enjeux de justice. *Formation et profession, 29(2)*, 1-4.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- El Azzouzi, M., & Chetouani, A. (2024). L'Intégration de l'Intelligence Artificielle dans l'Enseignement des Sciences Physiques et Chimiques:: Réflexion sur les Opportunités et les Défis. *Revue Marocaine de Didactique et Pédagogie, 4(2)*, 54-66.
- Huang, J., & Chen, Z. (2016). The research and design of a web-based intelligent tutoring system. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering, 11(6)*, 337-348.
- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 1*, Article 100001. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>
- Lodhi, P., Mishra, O., Jain, S., & Bajaj, V. (2018). StuA: An intelligent student assistant. *IJIMAI, 5(2)*, 17-25.
- López-Chila, R., Llerena-Izquierdo, J., Sumba-Nacipucha, N., & Cueva-Estrada, J. (2024). Artificial Intelligence in Higher Education: An Analysis of Existing Bibliometrics [Review]. *Education Sciences, 14(1)*, Article 47. <https://doi.org/10.3390/educsci14010047>
- Luckin, R., George, K., & Cukurova, M. (2022). AI for school teachers. *CRC Press*. . <https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9781003193173>
- Mostafa, L. (2024). L'intégration de l'intelligence artificielle dans l'enseignement des sciences physiques au lycée marocain: réalité, défis et perspectives? *Revue Marocaine de l'Évaluation et de la Recherche Educative(12)*, 221-230.
- NAFIDI, Y. (2024). Artificial Intelligence in Education: Perceptions, Use, and Challenges Among Trainee Teachers in Morocco. *Revue Marocaine de Didactique et Pédagogie, 4(2)*.

- Parra-Sánchez, J. S. (2022). Potencialidades de la Inteligencia Artificial en Educación Superior: Un enfoque desde la personalización. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 14(1), 19-27.
- Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development.
- Perin, D., & Lauterbach, M. (2018). Assessing text-based writing of low-skilled college students. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 28, 56-78.
- Sánchez-Holgado, P., & Arcila-Calderón, C. (2024). Adoption and use factors of artificial intelligence and big data by citizens [Article]. *Communication and Society*, 37(2), 227-246. <https://doi.org/10.15581/003.37.2.227-246>
- Seufert, S., Guggemos, J., & Sailer, M. (2021). Technology-related knowledge, skills, and attitudes of pre-and in-service teachers: The current situation and emerging trends. *Computers in Human Behavior*, 115, 106552.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 425-478.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27.
- Zerrouqi, Z., & Abderbi, J. (2024). Exploration de l'Usage de ChatGPT par les Enseignants des Sciences de la Vie et de la Terre (Maroc). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 42(1), 169-177.