

Repenser l'Éducation au Maroc : Apport de l'approche TaRL et de l'intelligence artificielle pour améliorer la qualité de l'enseignement et les performances internationales

Rethinking Education in Morocco: The Contribution of the TaRL Approach and Artificial Intelligence to Enhancing Teaching Quality and International Performance

Maria EL QABLI, (Doctorante)

*Apprentissage, Cognition, Technologie, Éducation (ACTE)
 Faculté des sciences de l'éducation
 Université Mohammed V, Maroc*

Abdelaziz BOUMAHDI, (Enseignant chercheur)

*Faculté des sciences de l'éducation
 Université Mohammed V, Maroc*

Adresse de correspondance :	Faculté des sciences de l'éducation Boulevard Mohammed Ben Abdellah Regragui Université Mohammed V Maroc (Rabat) 10000 0537774278
Déclaration de divulgation :	Les auteurs n'ont pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude et ils sont responsables de tout plagiat dans cet article.
Conflit d'intérêts :	Les auteurs ne signalent aucun conflit d'intérêts.
Citer cet article	EL QABLI, M., & BOUMAHDI, A. (2025). Repenser l'Éducation au Maroc : Apport de l'approche TaRL et de l'intelligence artificielle pour améliorer la qualité de l'enseignement et les performances internationales. International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics, 6(5), 467–485. https://doi.org/10.5281/zenodo.15362686
Licence	Cet article est publié en open Access sous licence CC BY-NC-ND

Received: 02/03/2025

Accepted: 10/05/ 2025

International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics - IJAFAME

ISSN: 2658-8455

Volume 6, Issue 05 (2025)

Repenser l'Éducation au Maroc : Apport de l'approche TaRL et de l'intelligence artificielle pour améliorer la qualité de l'enseignement et les performances internationales

Résumé :

Le système éducatif marocain, dans son fonctionnement et dans ses indicateurs de performance, se trouve actuellement face à des défis importants en termes de classement international et de compétences des apprenants. Pour redresser la situation, il a été décidé d'appliquer la nouvelle approche, Teaching at the Right Level « TaRL ». L'objectif de l'étude est d'évaluer l'impact de cette approche sur le niveau des compétences des apprenants, mais également sur le potentiel d'amélioration du classement national des compétences en matière d'éducation. L'étude se fonde sur une méthodologie qui croise des éléments empiriques et théoriques. Elle prévoit, dans un premier temps, de passer un test de compétences aux apprenants. Des parcours de remédiation ciblés ont ensuite été mis en œuvre selon le modèle TaRL, et un post-test a été réalisé pour mesurer les progrès. Les analyses préliminaires effectuées dans des établissements primaires qui ont adopté l'approche TaRL mettent en évidence une amélioration significative des compétences des apprenants, notamment pour ceux initialement classés à des niveaux inférieurs. Les résultats de la recherche font ressortir des effets prometteurs de l'approche TaRL sur l'amélioration des compétences des apprenants. Cette approche pourrait devenir un pilier essentiel dans l'amélioration du système éducatif marocain, en favorisant des progrès significatifs dans les apprentissages des apprenants. Son efficacité repose toutefois sur une évaluation rigoureuse et une adaptation continue des interventions mises en œuvre, afin d'assurer la pérennité et la généralisation de ses effets. Si des expérimentations sont déjà en cours, notamment aux 232 collèges au sein des 12 AREF, leur portée restera limitée tant qu'elles ne seront pas étendues à l'ensemble du système scolaire. Par ailleurs, l'intégration de l'intelligence artificielle dans cette approche, actuellement en phase d'expérimentation, ouvre de nouvelles perspectives. Elle pourrait renforcer l'efficacité de TaRL en permettant un suivi personnalisé des apprenants, une adaptation plus fine des parcours d'apprentissage et une optimisation des stratégies pédagogiques, contribuant ainsi à une transformation plus profonde et durable de l'école marocaine.

Mots clés : Amélioration des compétences - Éducation au Maroc - Intelligence artificielle - Parcours de remédiation - TaRL.

Classification JEL : I21, C93, O15

Type de l'article : Recherche Empirique

Abstract:

The Moroccan education system, in both its functioning and performance indicators, is currently facing significant challenges in terms of international rankings and learners' competencies. To address this situation, the decision has been made to implement the new approach, Teaching at the Right Level (TaRL). The objective of this study is to assess the impact of this approach on learners' skill levels, as well as its potential to improve the national ranking of educational competencies. The study is based on a methodology that combines empirical and theoretical elements. Initially, a competency test was administered to learners. Targeted remediation programs were then implemented following the TaRL model, and a post-test was conducted to measure progress. Preliminary analyses carried out in primary schools that have adopted the TaRL approach highlight a significant improvement in learners' competencies, particularly among those initially classified at lower levels. The research findings indicate promising effects of the TaRL approach on enhancing learners' skills. This approach could become a key pillar in improving the Moroccan education system by fostering significant progress in student learning. However, its effectiveness depends on rigorous evaluation and continuous adaptation of the interventions implemented to ensure the sustainability and scalability of its effects. While experiments are already underway in 232 middle schools across the 12 AREFs, their impact will remain limited unless extended to the entire educational system. Furthermore, the integration of artificial intelligence into this approach, which is currently in the experimental phase, opens new perspectives. AI could enhance the effectiveness of TaRL by enabling personalized learner tracking, more precise adaptation of learning pathways, and optimized pedagogical strategies, thereby contributing to a deeper and more sustainable transformation of the Moroccan school system.

Keywords: Artificial intelligence - Education in Morocco - Improvement of competencies - Remediation pathways - TaRL.

JEL Classification: I21, C93, O15

Paper type: Empirical research

1. Introduction

Le système éducatif marocain, comme beaucoup d'autres dans les pays en développement, fait face à des défis structurels importants qui nuisent à la qualité des apprentissages et à l'équité des parcours scolaires. Malgré les efforts constants pour améliorer l'accès à l'éducation et favoriser la scolarisation, les résultats des apprenants restent décevants, surtout dans des matières essentielles comme la lecture, les mathématiques et les sciences (Monia Alazali & Mohammed Bougroum, 2024). Les classements du Maroc dans des évaluations internationales telles que PISA (Programme for International Student Assessment) et TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), montrent que ces difficultés persistent (Sobhi, 2010). Ces résultats révèlent une fragilité dans l'acquisition des compétences de base, qui sont cruciales pour tout développement cognitif futur, et mettent en lumière un décalage entre les attentes des institutions et le niveau réel des apprenants (Tremblay & Poellhuber, 2022).

Par ailleurs, les rapports du Conseil Supérieur de l'Éducation, de la Formation et de la Recherche Scientifique (CSEFRS) soulignent des disparités entre les milieux urbains et ruraux, un taux de décrochage scolaire élevé au niveau secondaire, et des pratiques pédagogiques peu adaptées qui ne tiennent pas suffisamment compte de la diversité des niveaux des apprenants (Cattani & Nardelli, 2022). Cela rend impératif une réforme en profondeur des approches éducatives pour mieux répondre aux besoins concrets des apprenants.

Dans cette optique, l'approche Teaching at the Right Level (TaRL), mise en place par l'organisation Pratham en Inde, offre une solution novatrice en adaptant les apprentissages au niveau réel des apprenants, plutôt qu'à celui attendu en fonction de leur âge. Elle repose sur des bases solides à savoir, une évaluation diagnostique initiale, un regroupement temporaire par niveau, et l'utilisation de méthodes d'apprentissage actives, courtes, ludiques et contextualisées (Muammar et al., 2023). Cette approche a prouvé son efficacité dans plusieurs pays du Sud, notamment en Afrique et en Asie, où les classes sont souvent hétérogènes et les ressources limitées (Cattani & Nardelli, 2022).

C'est dans ce contexte que le ministère marocain de l'Éducation nationale, du Préscolaire et des Sports a lancé, dès la rentrée 2024-2025, une expérimentation officielle de cette méthode dans plusieurs établissements pilotes, en partenariat avec les Académies Régionales d'Éducation et de Formation (AREF). Cette initiative s'inscrit dans la feuille de route 2022-2026 et fait écho à la vision stratégique 2015-2030. Parallèlement à cette démarche institutionnelle, une étude indépendante a été initiée dans un cadre de recherche académique avec l'objectif d'explorer comment l'approche TaRL peut être adaptée aux spécificités de l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) dans les collèges pionniers marocains, en intégrant un dispositif numérique innovant (Tondeur et al., 2017).

Cette recherche s'inscrit donc dans une volonté de mieux comprendre comment les bases pédagogiques de TaRL (Baron, 2014), peuvent être renforcées par les avancées récentes en intelligence artificielle et en technologies éducatives. Le dispositif élaboré dans le cadre de cette étude repose sur la digitalisation complète des parcours TaRL et l'intégration de chatbots éducatifs, capables d'interagir de manière personnalisée avec les apprenants (Latham & Goltz, 2019). Grâce aux outils d'IA, il devient possible d'établir un diagnostic automatisé des acquis, de proposer des contenus adaptés au niveau réel de chaque apprenant, et de réguler dynamiquement les séquences d'enseignement-apprentissage (Pinski & Benlian, 2023). L'objectif est de créer un environnement d'apprentissage intelligent et adaptatif, où les principes de différenciation, d'individualisation et de progression maîtrisée peuvent s'épanouir pleinement (Aggarwal et al., 2024).

L'étude vise donc à explorer dans quelle mesure cette approche hybride, qui combine la démarche TaRL et les outils d'intelligence artificielle, peut améliorer l'efficacité pédagogique

dans les cours de SVT. Elle cherche à déterminer comment ce dispositif techno pédagogique peut faciliter la remédiation des compétences de base, soutenir le développement de compétences transversales telles que le raisonnement scientifique ou la communication disciplinaire, et contribuer à une transformation durable des pratiques d'enseignement (Aliabadi et al., 2023). En ancrant cette expérimentation dans le contexte réel des classes de collège, cette recherche aspire à offrir une contribution concrète à la réforme pédagogique, en proposant un modèle reproductible, évolutif et en phase avec les besoins variés des apprenants du système éducatif marocain.

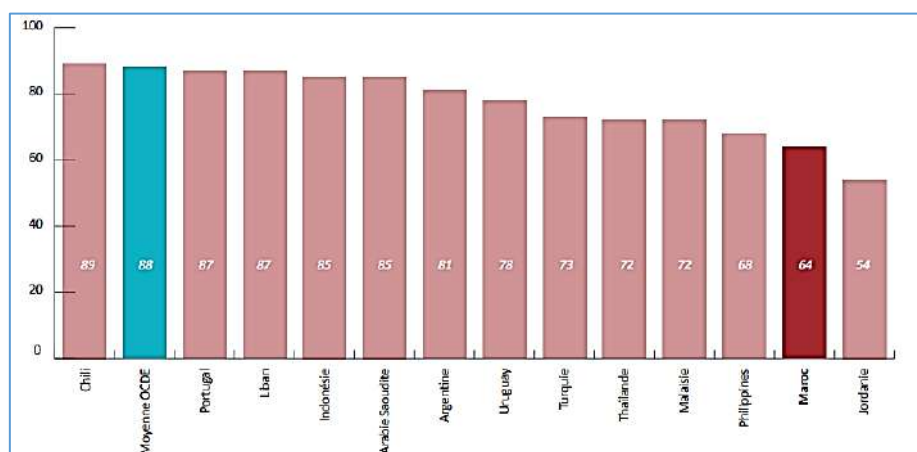
2. Revue de Littérature

Dans le contexte éducatif marocain, où les performances aux évaluations internationales suscitent de vives inquiétudes, il est devenu urgent d'innover sur le plan pédagogique. Cette revue se penche sur les défis structurels du système éducatif, examine les raisons des difficultés d'apprentissage et met en avant l'approche TaRL comme une solution prometteuse pour une remédiation ciblée et efficace.

2.1. Les défis du système éducatif marocain et la nécessité d'innovation pédagogique

Bien que les résultats des examens standardisés tels que PISA (Figure 1) et TIMSS révèlent des performances préoccupantes des apprenants marocains, classés souvent parmi les derniers des pays participants, le système éducatif national n'est pas dénué de qualités (Stitou & Amaquen, 2013).

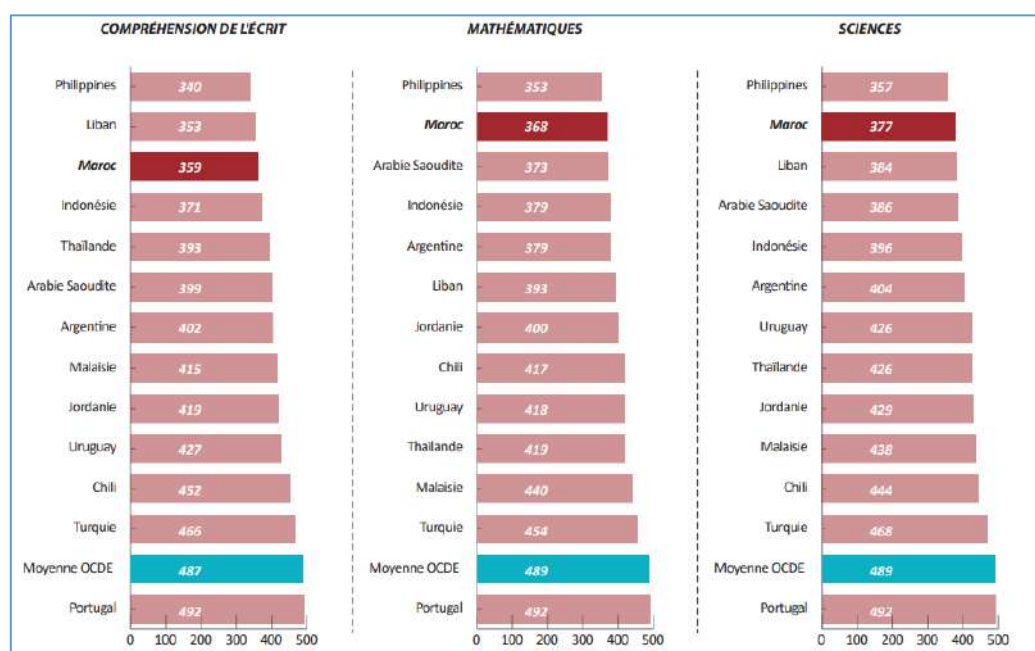
Figure 1: Pourcentage des élèves de 15 ans couverts par l'enquête PISA



Source : Rapport national Pisa 2018 Agence MCA-Morocco et OCDE

Malgré des défis non négligeables, certains établissements parviennent à tirer leur épingle du jeu grâce à l'engagement de corps enseignants innovants (Tondeur et al., 2017). Il est possible d'améliorer l'efficacité de l'enseignement en encourageant des approches pédagogiques stimulantes, adaptées aux besoins de chaque enfant. Avec la volonté de progresser, l'avenir n'est pas sans espoir. Bien que les apprenants marocains aient traditionnellement éprouvé des difficultés dans les matières scientifiques et la lecture, les résultats du programme PISA 2018 (Elbousairi et al., 2023) ont révélé l'ampleur préoccupante de l'écart avec les standards internationaux (Figure 2). En effet, le score moyen des apprenants en sciences s'établissait à seulement 377 points pendant que leur performance en compréhension écrite stagnait autour de 359 points, des chiffres alarmants qui contrastaient cruellement avec la moyenne de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques) se situant à 487 points dans ces deux domaines exigeants (Stitou & Amaquen, 2013).

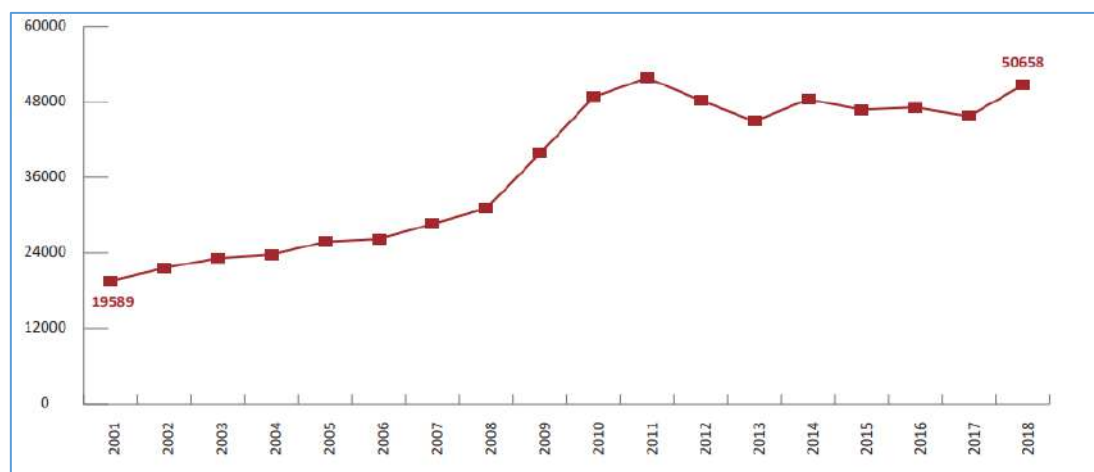
Figure 2: Pourcentage des élèves de 15 ans couverts par l'enquête PISA



Source : Rapport national Pisa 2018 Agence MCA-Morocco et OCDE

Malgré les efforts budgétaires croissants consacrés à l'éducation (Figure 3), le système éducatif marocain a encore du mal à préparer efficacement les apprenants aux exigences des disciplines STEM (Sciences, Technologie, Ingénierie et Mathématiques) et à leur faire acquérir des compétences solides en lecture, qui sont pourtant essentielles pour leur réussite tant académique que professionnelle (Tremblay & Poellhuber, 2022).

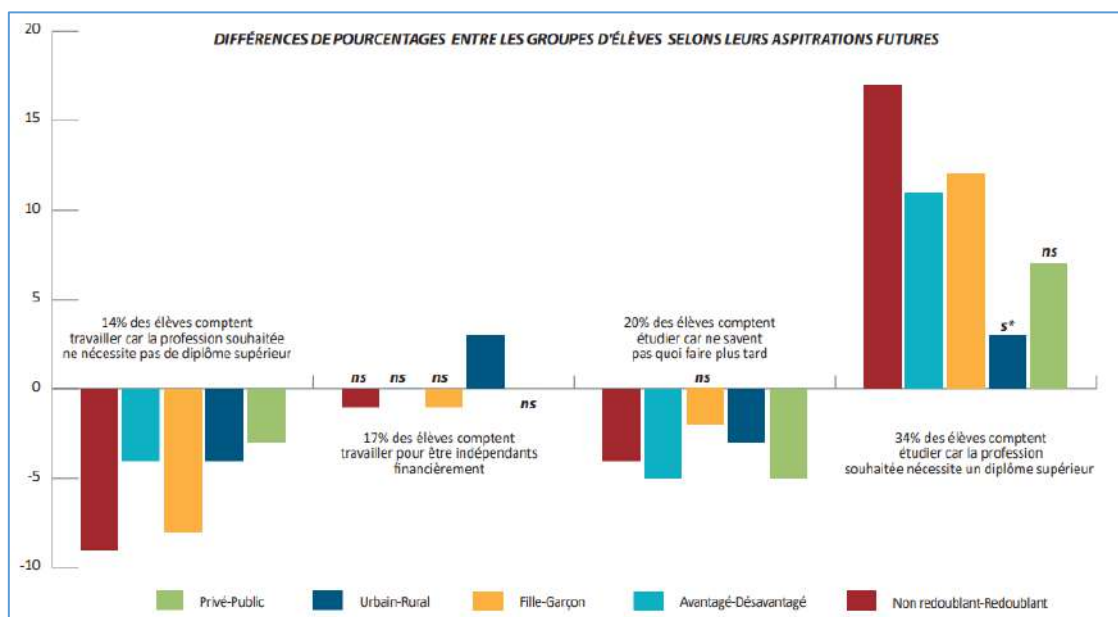
Figure 3 : Budget alloué au Département de l'éducation nationale (en millions de dirhams)



Source : Données du ministère de l'Éducation Nationale, du Préscolaire et des Sports (MENPS) et du Haut-Commissariat au Plan (HCP)

Ces résultats vont bien au-delà de la simple évaluation des savoirs académiques, car ils révèlent en fait des déficits en matière de compétences essentielles qui ne peuvent plus être ignorées dans le monde actuel, les apprenants sont plus que jamais déficitaires en compétences transversales, celles mobilisées dans la résolution de problèmes, la pensée critique, la communication scientifique et qui sont pourtant déterminantes non seulement pour la performance scolaire, mais aussi pour la vie professionnelle plus tard (Figure 4).

Figure 4: Répartition des apprenants marocains selon ce qu'ils envisagent de faire après 5 ans, selon leurs caractéristiques



Source : Rapport national Pisa 2018 Agence MCA-Morocco et OCDE

Une telle situation appelle donc une réforme radicale du système éducatif marocain pour l'investir dans un modèle d'apprentissage inclusif et pertinent qui prépare les apprenants aux exigences du XXI^e siècle (Monia Alazali & Mohammed Bougroum, 2024) ; c'est la raison pour laquelle un projet ambitieux se doit d'harmoniser aussi bien les finalités et les curriculums des systèmes éducatifs que de revisiter les modalités du travail enseignant et de l'évaluation, de la formation des enseignants aux dispositifs d'acquisition des savoirs souhaités par le système éducatif marocain (Zelick, 2013). Enfin, face à une demande de relation intersubjective plus authentique, puissions généreusement dans cette nouvelle culture du travail coopérative et souvent exigeante. Il est plus important que jamais de se poser des questions sur les modalités et les finalités des évaluations (Marzin-Janvier et al., 2019). Cela permet non seulement aux apprenants de progresser, mais aussi de prendre en compte le temps nécessaire pour la performance scolaire et d'autres aspects.

2.2. Les racines des difficultés : un diagnostic multifactoriel

De multiples études scientifiques convergentes identifient certaines des causes de la défaillance du système éducatif marocain (Lundh et al., 2018). Les pratiques d'enseignement principalement traditionnelles, ancrées dans le paradigme ex-cathedra, qui sont basées sur la mémorisation et la transmission d'un contenu déjà établi, ne permettent d'éveiller qu'épisodiquement les capacités d'analyse et de pensée critique des apprenants et leur difficulté à adapter les connaissances acquises à leur application dans des situations variées (Riad, 2020). De plus, la dissonance linguistique entre l'arabe dialectal (souvent parlé en tant que langue maternelle), l'arabe classique (langue scolaire), et le français (langue des sciences) contribue à un retard cognitif qui empêche, dans l'expérience d'apprentissage, une acquisition cognitivo-linguistique intégrée, ouvrant à une compréhension active des contenus scientifiques. En outre, il existe un déficit de ressources, en particulier dans les disciplines relatives aux sciences de la vie et de la Terre (SVT) caractérisé notamment par le manque de travaux pratiques et d'outils numériques disponibles à disposition (Evans & Popova, 2016). Cette absence de ressources constitue indubitablement un frein à l'appropriation des démarches scientifiques et à l'engagement des apprenants. Ces constats laissent donc supposer qu'il est aujourd'hui impératif d'opérer des changements dans les pratiques enseignantes qui devraient précisément

pouvoir concilier le développement de compétences de base avec des formes d'enseignement innovantes d'un point de vue tant pédagogique que technologique (Gadille et al., 2022).

2.3. L'approche TaRL : fondements, preuves d'efficacité et limites

2.3.1. Origines et principes clés

Développée par le J-PAL (Abdul Latif Jameel Poverty Action Lab) et popularisée par les travaux de Banerjee et Duflo en 2011, la méthode TaRL (Teaching at the Right Level) représente une approche innovante qui rompt avec le modèle traditionnel "one-size-fits-all" (taille unique) en matière d'éducation (Muammar et al., 2023). La méthode TaRL vise à adapter l'enseignement au profil de chaque apprenant, en fonction de ses besoins particuliers, qui doivent être évalués non pas sur l'âge, mais sur un niveau de compétence réelle. Son caractère innovant s'exprime à travers plusieurs niveaux ou paliers de changement, tout d'abord la reclassification des apprenants selon leur niveau réel, car les systèmes éducatifs ont en effet traditionnellement pour principale référence l'âge et non le niveau (Jazuli, 2022). En amont, la méthode TaRL mise sur des évaluations diagnostiques pour appréhender le niveau de compétence réelle des apprenants afin de les regrouper en classes d'habileté homogène, pour leur permettre de progresser à leur rythme, ces apprentissages du niveau de base (en français et mathématiques) et de l'âge (en classe de conditions ordinaires) garantissant d'élever le niveau (réel) de compétence pour chaque apprenant, en accord avec les besoins exprimés par les apprenants eux-mêmes (Riad, 2020). Ensuite une orientation vers des actions pédagogiques qui favorisent la coopération et le dialogue, donc l'interactivité, dans l'apprentissage, à l'instar de jeux de stratégies et de mises en situation mobilisant plutôt la dynamique coopérative, les apprenants y trouvant les clés leur permettant de mieux interagir et d'être davantage (cognitivement) en mouvement (Charlier et al., 2013). L'enseignant peut lors d'activités ludiques, stimuler la demande de savoir (Baron, 2014), ce qui peut être une approche commune favorisant la vocation même de l'enseignement, produire des résultats, des acquisitions pédagogiques et des compétences essentielles pour la vie (Tableau 1). Un autre aspect essentiel de la méthode TaRL est la formation des enseignants pour qu'ils adoptent une pédagogie différenciée, axée sur les besoins spécifiques des apprenants (Charlier et al., 2013). Cela signifie leur fournir des outils et des stratégies qui leur permettent d'adapter leur enseignement selon les niveaux de compétence des apprenants, afin de mieux répondre aux défis uniques que chaque groupe peut rencontrer.

Tableau 2: Enseigner au bon niveau Teaching at the Right Level (Tarl)

ÉTAPE	DESCRIPTION	ILLUSTRATION
1. Évaluer	Tester rapidement les compétences de base	Évaluations orales / écrites simples
2. Regrouper	Constituer des groupes d'élèves ayant un niveau similaire	Ateliers de petits groupes
3. Enseigner	Adapter l'enseignement aux besoins du groupe	Activités personnalisées
4. Amuser	Intégrer des jeux et activités dynamiques	Jeux de mots, quiz, concours
5. Suivre	Mesurer fréquemment les progrès	Fiches de suivi

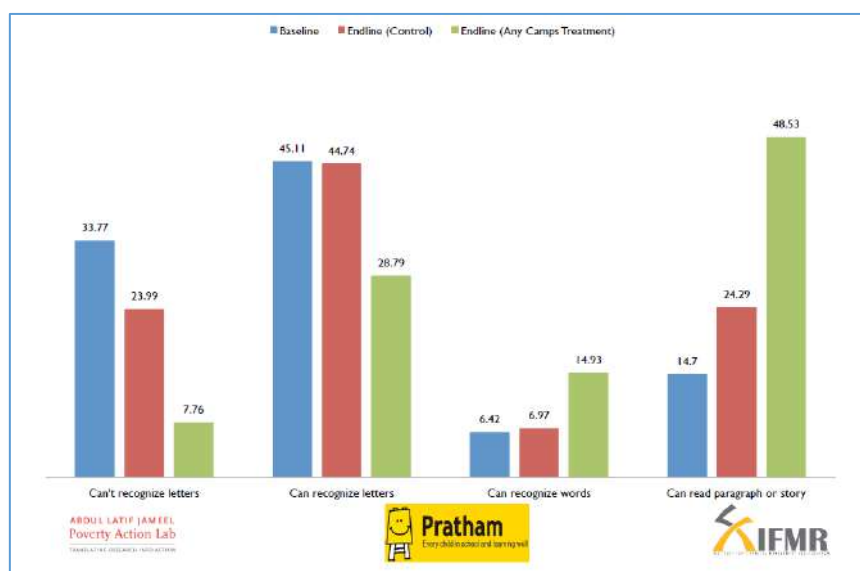
Source : Auteurs

2.3.2. Résultats empiriques dans les pays émergents

Des essais randomisés contrôlés (RCT) réalisés en Inde (Figure 5), au Kenya et au Ghana ont prouvé que la méthode TaRL (Teaching at the Right Level) est efficace pour améliorer les résultats scolaires. Ces études ont montré que TaRL peut entraîner une augmentation impressionnante de 20 à 30 % des scores en lecture et en mathématiques en seulement six mois

(Banerjee et al., 2017). En outre, cette approche a aidé à réduire les inégalités en se concentrant spécifiquement sur les apprenants les plus en difficulté, ce qui est crucial pour favoriser une éducation inclusive (Evans & Popova, 2016). Cependant, l'application de la méthode TaRL aux sciences expérimentales, comme les sciences de la vie et de la Terre (SVT), reste encore limitée. Il y a peu de données sur la façon d'adapter les outils TaRL aux démarches d'investigation scientifique, qui nécessitent souvent une approche plus pratique et expérimentale. De plus, l'efficacité de TaRL dans des contextes multilingues complexes, comme au Maroc où plusieurs langues coexistent dans l'enseignement, n'a pas été suffisamment étudiée (Tremblay & Poellhuber, 2022). Cette lacune soulève des interrogations sur la capacité de la méthode à s'adapter à des environnements où le décalage linguistique pourrait poser un obstacle à l'apprentissage. Ainsi, même si TaRL a démontré son efficacité dans certains domaines, il est essentiel de poursuivre des recherches pour évaluer son potentiel dans l'enseignement des sciences dans des contextes variés.

Figure 5: Distribution des compétences des apprenants en Inde (Situation de départ et situation finale (par statut de traitement, camps d'apprentissage de l'Uttar Pradesh)



Source: Mainstreaming an Effective Intervention: Evidence from Randomized Evaluations of “Teaching at the Right Level” in India (Harvard Kennedy School)

2.4. L'IA comme accélérateur de personnalisation pédagogique

2.4.1. Potentiels identifiés par la littérature

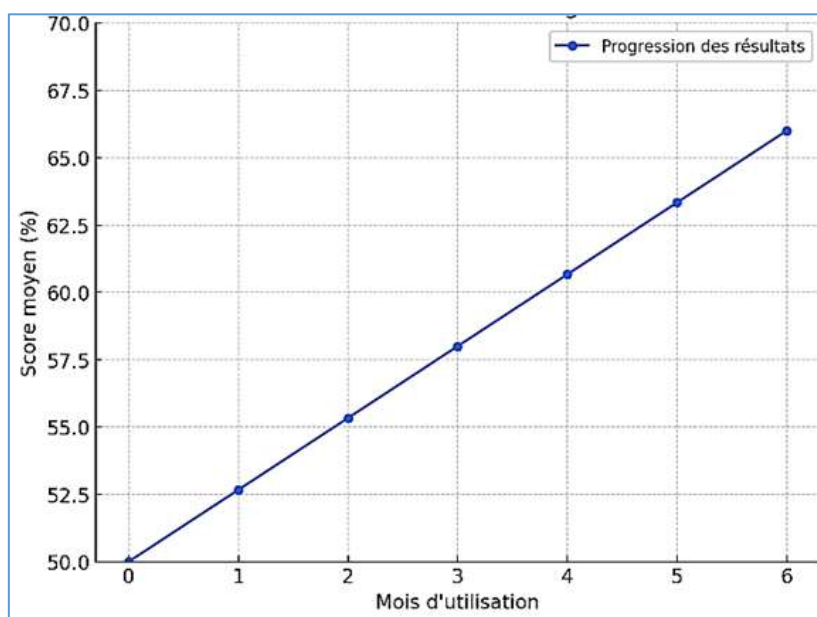
L'intelligence artificielle (IA) apporte des outils précieux à la méthode TaRL (Teaching at the Right Level), en introduisant des innovations qui peuvent encore enrichir l'apprentissage des apprenants (Latham & Goltz, 2019). Tout d'abord, l'IA permet d'effectuer un diagnostic précis des lacunes individuelles. Grâce à des algorithmes d'analyse des erreurs, comme le traitement du langage naturel (NLP) appliqué aux écrits des apprenants, on peut déceler leurs points faibles avec une précision inédite (Guo et al., 2021). Cela aide les enseignants à cibler plus efficacement les interventions nécessaires pour chaque apprenant. Ensuite, l'adaptation dynamique des contenus est facilitée par des plateformes d'IA telles que Smart Sparrow et Squirrel AI (Desai et al., 2021). Ces outils ajustent en temps réel les exercices des sciences de la vie et de la Terre (SVT) en fonction du profil de chaque apprenant, prenant en compte ses compétences et ses besoins spécifiques (Zhou et al., 2020). Cette personnalisation de l'apprentissage booste l'engagement et la réussite des apprenants. Enfin, l'IA joue un rôle clé dans le développement des compétences transversales. Les simulations interactives, comme les laboratoires virtuels, encouragent non seulement le raisonnement scientifique, mais aussi la

maîtrise des langues. Ces outils permettent aux apprenants de pratiquer leurs compétences linguistiques tout en explorant des concepts scientifiques, créant ainsi des synergies entre différentes disciplines (Utterberg Modén et al., 2024).

2.4.2. Études de cas pertinentes

L'intelligence artificielle (IA) apporte des outils précieux à la méthode TaRL (Teaching at the Right Level), en introduisant des innovations qui peuvent encore améliorer l'apprentissage des apprenants. Tout d'abord, l'IA permet de diagnostiquer avec précision les lacunes (Pinski & Benlian, 2023). Par exemple, au Brésil, l'outil d'intelligence artificielle "Geekie" a prouvé son efficacité en augmentant de 32 % les résultats des apprenants en biologie (Figure 6). Ce succès est dû à une approche qui combine tutorat adaptatif et regroupement par niveau, ce qui permet d'ajuster l'apprentissage aux besoins spécifiques des apprenants (Latham & Goltz, 2019)

Figure 6 : Amélioration des résultats en biologie avec Geekie



Source : L'IA dans l'éducation en 2025, geekie.app

En Tunisie, le projet "IA-STEM" (Ryoo & Winkelmann, 2021) a également mis en lumière les bénéfices de l'IA dans le domaine éducatif. Ce projet a révélé que l'utilisation d'un retour automatisé sur les rapports d'expériences scientifiques aidait à améliorer la qualité des communications scientifiques des apprenants, renforçant ainsi leur capacité à rédiger et à présenter des résultats de manière claire et structurée.

Ces exemples montrent comment l'intégration de l'intelligence artificielle dans les systèmes éducatifs peut non seulement booster les performances académiques, mais aussi enrichir les compétences en communication scientifique, deux éléments cruciaux pour préparer les élèves aux défis de demain.

2.5. Lacunes de la littérature et positionnement de l'étude

Aucune recherche n'a encore vraiment examiné comment la méthode TaRL (Teaching at the Right Level) et l'intelligence artificielle (IA) peuvent être intégrées spécifiquement dans l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre (SVT), ni quel impact cela pourrait avoir sur des compétences transversales comme la communication et le raisonnement dans un contexte arabophone (Muammar et al., 2023). C'est d'autant plus préoccupant que ces compétences sont cruciales pour le développement global des apprenants, et il n'existe pas d'études qui mesurent cet impact dans des environnements multilingues, comme c'est souvent

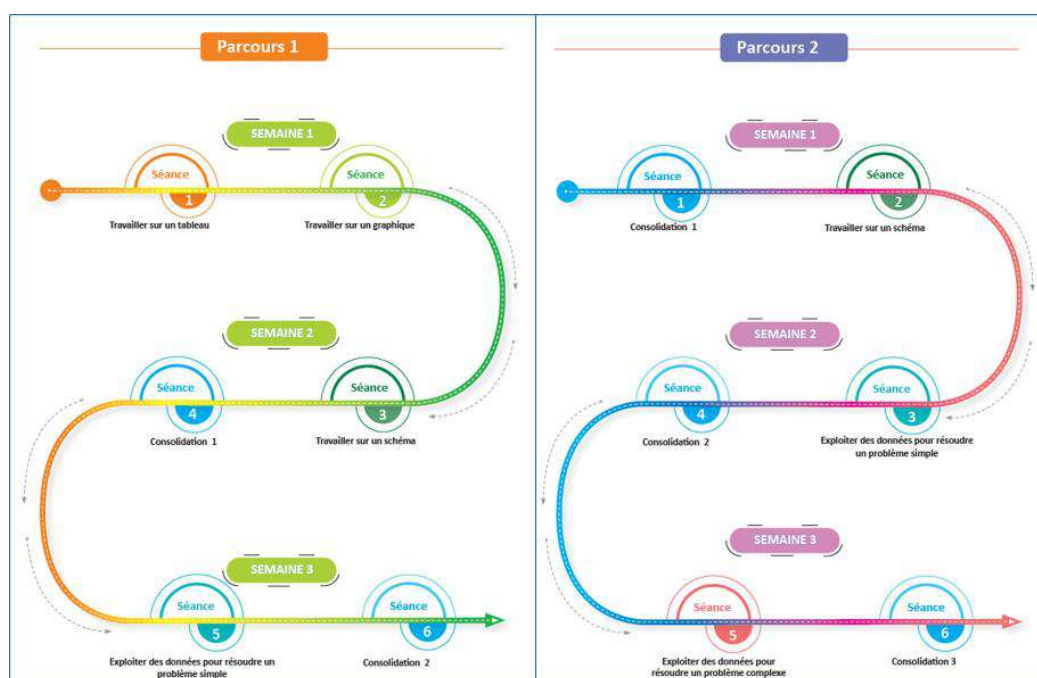
le cas au Maroc. De plus, les effets à moyen terme de cette approche sur des classements internationaux tels que PISA et TIMSS (Elbousairi et al., 2023) n'ont pas été suffisamment explorés, laissant en suspens la question de l'influence potentielle de ces méthodes innovantes sur les performances académiques à une échelle plus large. Cette étude a donc pour but de combler ces lacunes importantes en combinant TaRL et IA dans des collèges marocains pilotes, ce qui permettra d'explorer de nouvelles stratégies pédagogiques adaptées aux besoins des apprenants. En mesurant scientifiquement les progrès en compétences disciplinaires en SVT et en compétences transversales, l'étude cherchera à fournir des données probantes sur l'efficacité de cette intégration (Banerjee et al., 2017).

3. Méthodologie

3.1. Design de l'étude.

Dans le cadre de l'expérimentation numérique du dispositif TaRL, une méthodologie a été soigneusement élaborée en accord avec les orientations définies par l'équipe centrale nationale, qui regroupe des inspecteurs pédagogiques et des enseignants expérimentés, dont fait partie l'auteur principal de cette étude. La première étape a été de créer et d'intégrer un test de positionnement dans un système de gestion de l'apprentissage (LMS), afin d'évaluer les compétences initiales des apprenants en SVT (Falloon, 2024). Ce test a permis de classer les apprenants en deux parcours distincts (Figure 7), selon leur niveau réel de maîtrise des compétences de base. Sur cette base, des parcours de remédiation numériques ont été développés dans le LMS, enrichis d'outils d'intelligence artificielle pour adapter les contenus aux besoins spécifiques de chaque apprenant (Khosravi et al., 2022). L'ensemble des activités proposées avait pour but d'accompagner progressivement les apprenants dans la consolidation de leurs acquis, en suivant une logique alignée sur les paliers progressifs de l'approche TaRL. À la fin de la période de remédiation, un post-test, également intégré dans le LMS, a été administré pour conclure la séquence expérimentale et préparer l'analyse de l'impact de l'intervention (Boulaknadel, 2024).

Figure 7 : Parcours de remédiation de la période TaRL



Source : Auteurs

3.2. Pré-test : Evaluation initiale des compétences des apprenants

L'évaluation initiale des compétences en Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) a été une étape clé dans l'expérimentation numérique du dispositif TaRL. Cette évaluation a mis l'accent sur trois dimensions essentielles : la lecture de textes scientifiques, la compréhension et l'explication de concepts clés en SVT, ainsi que la capacité à formuler des raisonnements logiques à partir de situations-problèmes, conformément aux référentiels de compétences actuels (Falloon, 2024). Le test de positionnement, intégré dans un système de gestion de l'apprentissage (LMS), plateforme développée par l'auteur principal de cette étude, a été conçu pour déterminer avec précision le niveau réel de chaque apprenant, afin de les orienter vers des parcours de remédiation adaptés. Avant son déploiement à grande échelle, ce test a été soumis à une phase de cobayage réalisée en mai 2024, ce qui a permis de valider sa pertinence pédagogique et d'ajuster ses modalités techniques et didactiques. Pour garantir une utilisation efficace de l'outil dans sa dimension numérique, une session de formation ciblée a été organisée pour les enseignants impliqués dans le pilotage (Zhai et al., 2024). Cette formation, dirigée par l'auteur principal de cette étude sous la supervision des inspecteurs pédagogiques de l'équipe centrale, avait pour but de familiariser les participants avec l'environnement du LMS, les objectifs du test de positionnement, et les logiques d'évaluation alignées sur l'approche TaRL. Elle a permis d'assurer une mise en œuvre cohérente tout en renforçant les compétences techniques et pédagogiques des acteurs de terrain (Many et al., 2024).

3.3. Mise en œuvre des activités de remédiation personnalisées pour renforcer les compétences scientifiques des apprenants.

Dans le cadre de l'expérimentation numérique du dispositif TaRL, tous les supports de remédiation ont été intégrés dans un système de gestion de l'apprentissage (LMS). Les contenus pédagogiques sont organisés en modules interactifs et dynamiques, pensés pour accompagner les apprenants à travers des étapes progressives de remédiation. Les livrets destinés aux apprenants ont également été numérisés dans cet environnement numérique, ils contiennent des résumés de leçons, des aide-mémoires, des activités en ligne et des exercices à réaliser de manière autonome. L'organisation de ces ressources a pour but de favoriser un apprentissage personnalisé et accessible en continu, soutenu par des outils d'intelligence artificielle intégrés au LMS (Guo et al., 2021). La phase de remédiation a été planifiée sur un mois, conformément à la structure recommandée pour ce niveau. Cela a offert un encadrement pédagogique flexible et progressif, en accord avec les principes de l'approche TaRL.

3.4. Post-test de validation des acquis

La méthode TaRL intégrant l'IA, appliquée aux SVT, sujet de l'expérimentation numérique, a été considérée comme la variable indépendante, tandis que les compétences en lecture scientifique, en communication et en raisonnement logique représentaient les variables dépendantes (Ramesh & Sanampudi, 2022). Pour mesurer l'impact de cette approche, un post-test intégré au sein du LMS a été administré après la période de remédiation. Ce post-test a été soigneusement élaboré pour refléter les compétences spécifiques que les apprenants devaient développer durant cette période. Il a inclus des exercices de lecture de textes scientifiques, des tâches de communication d'idées scientifiques, ainsi que des problèmes nécessitant un raisonnement logique en SVT. Cette méthode a permis de garantir que les compétences acquises étaient non seulement théoriques, mais aussi applicables dans des situations pratiques. En comparant les résultats de ce post-test avec ceux du test de positionnement initial, il a été possible d'évaluer l'efficacité des interventions mises en place.

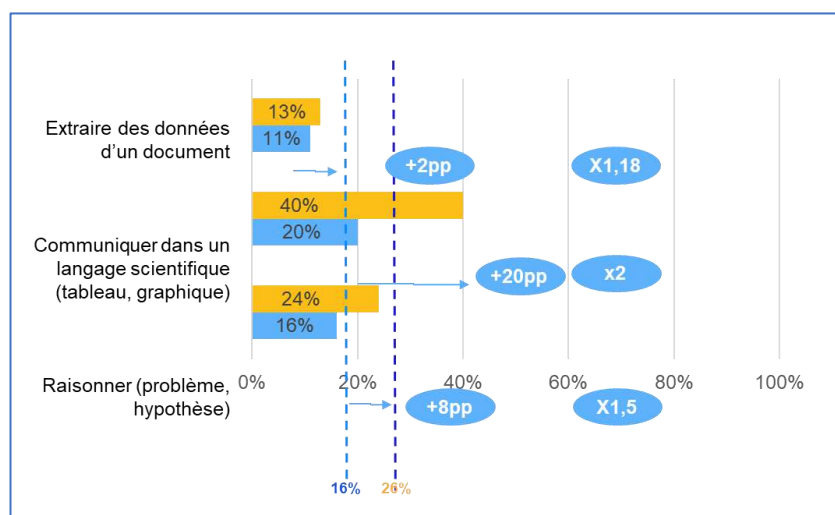
4. Résultats :

L'échantillon, mobilisé dans le cadre de cette expérimentation numérique du dispositif TaRL intégrant l'IA, est constitué de classes de deuxième année du collège, issues des douze Académies Régionales d'Éducation et de Formation (AREF). Chaque classe ciblée a travaillé sur la discipline des Sciences de la Vie et de la Terre (SVT). Les résultats recueillis permettent de constater les écarts entre les performances observées lors du test de positionnement initial et celles relevées au post-test, notamment en ce qui concerne la lecture de textes scientifiques, l'explication de concepts fondamentaux en SVT, ainsi que le raisonnement logique appliqué à des problématiques scientifiques.

4.1. Résultats quantitatifs :

Les données montrent clairement que la plupart des apprenants évalués n'ont pas acquis les compétences de base attendues, surtout en ce qui concerne la lecture de textes scientifiques, l'explication des concepts en SVT, et la formulation de raisonnements logiques. Une grande partie des apprenants a été placée dans le Parcours 1, ce qui indique un écart important par rapport aux compétences nécessaires à leur niveau scolaire (Figure 8). Ces résultats soulignent l'urgence de mettre en place des parcours de remédiation adaptés pour aider les apprenants à surmonter ces lacunes et à progresser vers des niveaux de compétence plus élevés (Muammar et al., 2023).

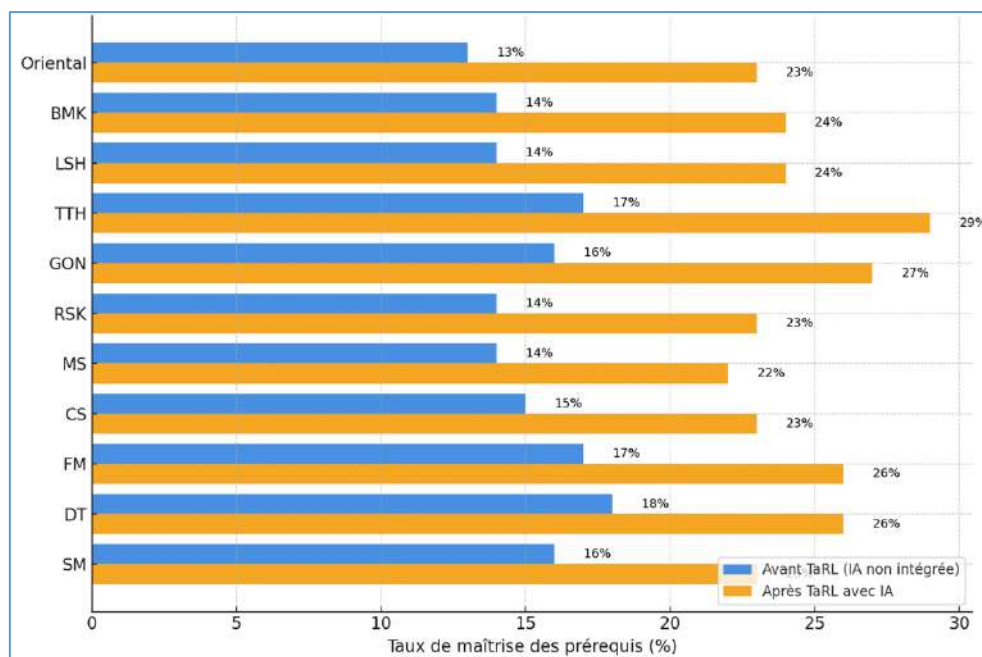
Figure 8 : Évolution des compétences des SVT avant et après l'expérimentation



Source : Auteurs

Le pourcentage d'apprenants possédant des compétences de base a doublé, passant de 20 % à 40 %. Cela illustre clairement l'impact positif des activités de remédiation ciblées sur ce groupe. En ce qui concerne les compétences intermédiaires, on observe également une progression de 8 points de pourcentage, ce qui indique une augmentation de la complexité des acquis. Quant aux apprenants ayant de faibles compétences, leur nombre reste relativement stable avec une légère hausse de 2 points de pourcentage. Ces résultats indiquent que ce groupe d'apprenants pourrait vraiment bénéficier d'un accompagnement plus long et plus personnalisé. Les résultats relatifs aux taux de maîtrise des principaux prérequis en SVT, observés avant et après l'intervention dans l'ensemble des AREF participantes, sont synthétisés et représentés dans la (Figure 9).

Figure 9: l'évolution du taux de maîtrise des prérequis en SVT (niveau 2e année collège) dans les différentes AREF



Source : Auteurs

On constate une amélioration notable dans toutes les régions, atteignant jusqu'à +12 points, par exemple, TTH (Tanger-Tétouan, Hoceima) ou GON (Guelmim-Oued Noun). Cela montre que l'IA, intégrée dans la remédiation différenciée, a vraiment aidé les apprenants à faire des progrès concrets.

4.2. Résultats qualitatifs :

Les témoignages des enseignants et des apprenants montrent des changements notables, notamment une motivation accrue et une meilleure compréhension des concepts en SVT (Tableau 3). Des observations sur les dynamiques de groupe lors des activités TaRL révèlent également des interactions positives entre les apprenants. Bien que l'impact de cette approche puisse être détecté après deux à trois ans (Jazuli, 2022), les résultats du post-test ont déjà démontré une amélioration significative des compétences.

Tableau 4 : Évolution qualitative des compétences pédagogiques perçues avant et après l'approche TaRL- IA

Indicateurs évalués	Avant l'intervention	Après l'intervention	Évolution perçue
Capacité à comprendre un texte scientifique complexe	2,1	4,2	↑ +2,1
Capacité à expliquer un concept en SVT avec clarté	2,0	4,0	↑ +2,0
Capacité de raisonnement logique appliqué à des situations scientifiques	2,3	4,5	↑ +2,2
Motivation à participer aux activités scientifiques	2,4	4,3	↑ +1,9
Qualité des interactions entre pairs pendant les activités collaboratives	2,6	4,4	↑ +1,8

Source : Auteurs

5. Analyse critique et discussion des résultats

Les résultats de cette recherche offrent un éclairage précieux sur les bénéfices pédagogiques de l'approche Teaching at the Right Level (TaRL), qui intègre des outils de l'intelligence artificielle, dans le cadre de l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) au

collège au Maroc. L'étude met en lumière une amélioration significative des compétences des apprenants dans trois domaines clés : la lecture scientifique, la communication disciplinaire et le raisonnement logique (Tremblay & Poellhuber, 2022). Cela témoigne de l'efficacité potentielle de cette méthode différenciée. Ces avancées sont d'autant plus remarquables qu'elles concernent principalement des apprenants qui avaient été identifiés comme en difficulté avant le début de l'expérimentation (Monia Alazali & Mohammed Bougroum, 2024). Cette progression s'aligne avec les observations de (Tremblay et Poellhuber, 2022), qui soulignent que l'adaptation des parcours éducatifs au niveau réel de maîtrise des apprenants peut rétablir les conditions d'un apprentissage efficace, surtout pour les apprenants les plus vulnérables. L'approche TaRL, en combinant évaluation diagnostique, remédiation ciblée et utilisation de l'IA pour personnaliser les parcours, répond de manière pragmatique aux défis de l'hétérogénéité des classes. De plus, ces résultats s'inscrivent parfaitement dans la dynamique de réforme initiée par le ministère de l'Éducation nationale marocain, notamment à travers les objectifs de la Vision Stratégique 2015-2030. L'amélioration de la qualité des apprentissages est une priorité, et les résultats de cette expérimentation renforcent l'idée que l'innovation pédagogique basée sur les données peut contribuer à un changement de paradigme éducatif. Ce changement est essentiel pour améliorer à long terme la performance du système éducatif marocain et renforcer sa position dans les classements internationaux (Stitou & Amaquen, 2013).

5.1. Implications pour les politiques éducatives

L'étude met en lumière des implications importantes pour les politiques et pratiques éducatives. D'abord, une généralisation de l'approche TaRL à une échelle nationale pourrait constituer un levier stratégique pour améliorer la qualité des apprentissages, notamment dans les matières scientifiques comme les SVT. Le modèle TaRL, en identifiant précisément les lacunes des apprenants et en les accompagnant progressivement vers des niveaux plus complexes, offre une approche adaptée aux réalités locales du système éducatif marocain (Jazuli, 2022). En particulier, les parcours différenciés en fonction des niveaux de compétence, tels que développés en SVT, permettent d'aborder les besoins spécifiques des apprenants de manière plus ciblée, ce qui constitue une réponse directe aux défis rencontrés par les établissements scolaires en matière de compétences de base.

Pour garantir l'efficacité et la pérennité de cette méthode, une évaluation continue des progrès des apprenants et des ajustements constants des interventions seront essentiels. Ces ajustements doivent être guidés par des données empiriques provenant des résultats des prétests, des remédiations et des post-tests, comme ceux utilisés dans cette étude. Cela permettrait de perfectionner les parcours de remédiation et d'adapter l'approche aux besoins changeants des apprenants et aux spécificités locales des établissements. En outre, l'intégration des outils d'intelligence artificielle peut vraiment améliorer la qualité des apprentissages en offrant des analyses détaillées des performances des apprenants (Boulaknadel, 2024). Ces outils sont capables d'identifier rapidement les domaines qui nécessitent une attention particulière, de personnaliser les interventions selon les besoins individuels et de permettre un suivi en temps réel des progrès. Cela garantit une approche plus réactive et adaptée (Zhai et al., 2024).

5.2. Formation des acteurs éducatifs

Un élément clé pour réussir l'implémentation du dispositif TaRL, qui intègre l'intelligence artificielle, est la formation des acteurs éducatifs à tous les niveaux du système. Selon les recherches de (Lebrun, 2011), la qualité de la formation initiale et continue des enseignants et des inspecteurs est cruciale pour s'approprier les innovations pédagogiques. Dans le cadre de cette expérimentation, nous avons organisé une série de formations intensives et bien structurées, d'abord pour les équipes centrales, composées d'inspecteurs pédagogiques et d'enseignants experts. Ces derniers ont été formés en collaboration avec des spécialistes

internationaux de l'approche TaRL, y compris des experts du programme Pratham (Inde), ainsi que des développeurs du modèle d'intégration de l'intelligence artificielle dans l'enseignement différencié. L'objectif de ces formations était de permettre une compréhension approfondie des principes de l'approche TaRL et des méthodes de déploiement d'outils numériques et intelligents pour l'évaluation, la remédiation et le suivi des apprentissages. Une fois cette première phase terminée, les équipes centrales ont joué un rôle clé en transmettant les compétences acquises aux cadres éducatifs des 12 Académies Régionales de l'Éducation et de la Formation (AREF) à travers des ateliers provinciaux bien organisés. L'engagement actif des enseignants et des inspecteurs dans cette dynamique de formation et d'expérimentation s'est avéré être un levier essentiel pour assurer l'efficacité du dispositif. Comme le soulignent (Marzin et al., 2002), le succès de toute innovation pédagogique dépend non seulement de la qualité des outils proposés, mais surtout de leur adoption et de leur adaptation sur le terrain par les praticiens. Dans ce contexte, leur capacité à tirer parti des apports du modèle TaRL, enrichi par des outils d'IA, a permis de personnaliser les parcours d'apprentissage, d'améliorer la réactivité pédagogique et de s'adapter en temps réel aux besoins variés des apprenants.

5.3. Analyse prospective : Vers une remédiation adaptative fondée sur l'intelligence artificielle

L'un des grands apports de cette étude est de mettre en lumière comment l'intelligence artificielle (IA) peut s'intégrer dans les dispositifs de remédiation, en harmonie avec l'approche pédagogique TaRL. L'IA se présente comme un outil novateur pour améliorer les processus d'évaluation, le suivi personnalisé et l'adaptation des parcours d'apprentissage. Comme le souligne (Prof. Sumedha P Raut et al., 2022), les systèmes intelligents, qui s'appuient sur des algorithmes d'analyse prédictive et d'apprentissage automatique, ont la capacité de traiter en temps réel les données des performances des apprenants, permettant ainsi de proposer des ajustements dynamiques et sur mesure. L'introduction de plateformes d'apprentissage numérique (e-learning) qui intègrent des modules d'IA pourrait révolutionner la façon dont la remédiation est conçue et mise en œuvre, tant en classe qu'en dehors (Desai et al., 2021). Ces environnements adaptatifs offriraient à chaque apprenant un accompagnement ciblé, en fonction de son profil d'apprentissage, de ses difficultés spécifiques et de son rythme de progression (Aggarwal et al., 2024). Les activités proposées pourraient s'ajuster automatiquement en termes de difficulté et de type, grâce à un système intelligent de recommandations pédagogiques. Dans cette optique, un développement complémentaire est en cours pour créer une application mobile (format APK) qui adopte le principe du zero rating. Cette initiative vient s'ajouter au dispositif numérique déjà en place sur le web, qui combine un LMS, l'approche TaRL et l'intelligence artificielle, élaboré par l'auteur principal de cette étude. L'objectif de cette application mobile est de garantir un suivi intelligent, autonome et continu des apprenants, tout en offrant un accès gratuit et simplifié aux ressources pédagogiques, surtout dans les environnements où la connectivité est encore limitée ou coûteuse. En outre, l'approche TaRL a été élargie dans cette expérimentation pour intégrer des parcours d'excellence (parcours 2) destinés aux apprenants à haut potentiel. Ces parcours, qui se concentrent sur des tâches complexes, des défis intellectuels et des activités d'approfondissement en SVT ainsi que dans d'autres disciplines, ont pour but de renforcer l'autonomie, la rigueur scientifique et la capacité à résoudre des problèmes de haut niveau. Ce double ciblage, remédiation et excellence, met en lumière la flexibilité et l'adaptabilité du modèle TaRL, surtout lorsqu'il est associé à des outils intelligents. Si une telle approche était généralisée, elle pourrait jouer un rôle clé dans l'amélioration du niveau moyen des compétences scientifiques des apprenants marocains, tout en soutenant les plus performants dans leur parcours d'excellence académique. Cela permettrait au pays de mieux se positionner pour améliorer ses résultats dans des évaluations

internationales comme PISA ou TIMSS, tout en renforçant son capital humain dans des secteurs à forte valeur ajoutée (Boulaknadel, 2024).

6. Conclusion

L'approche Teaching at the Right Level (TaRL) s'inscrit dans un mouvement mondial en faveur de pédagogies actives, différenciées et centrées sur le développement de compétences clés, indispensables pour répondre aux défis éducatifs, économiques et sociaux du XXI^e siècle (Jazuli, 2022). Dans un contexte marocain marqué par des disparités persistantes, un taux d'abandon élevé et des performances faibles dans les évaluations internationales (Elbousairi et al., 2023), TaRL offre une réponse concrète et structurée, en mettant l'accent sur la remédiation ciblée, l'apprentissage par compétence et la prise en compte du niveau réel des apprenants (Muammar et al., 2023). En valorisant l'autonomie, la participation active, la coopération et la progression individualisée, elle contribue à renforcer les socles fondamentaux d'apprentissage tout en créant les conditions d'un climat scolaire plus équitable et inclusif (Charlier et al., 2013). L'enrichissement de cette approche par des technologies émergentes, notamment l'intelligence artificielle, s'inscrit dans une logique d'innovation pédagogique au service de la qualité. La digitalisation des parcours TaRL, la conception de dispositifs interactifs tels que des chatbots adaptatifs, ainsi que l'exploitation des données éducatives pour le diagnostic en temps réel et l'accompagnement différencié, permettent de bâtir un environnement d'apprentissage intelligent, évolutif et sensible aux besoins spécifiques de chaque apprenant (Prof. Sumedha P Raut et al., 2022). Ce dispositif vise ainsi à promouvoir une éducation plus équitable et plus performante, dans laquelle chaque apprenant peut progresser à son rythme, en accédant à des ressources personnalisées et contextualisées.

Ce projet répond pleinement aux priorités fixées par la Vision stratégique 2015-2030 du Conseil Supérieur de l'Éducation, de la Formation et de la Recherche Scientifique, qui appelle à faire de l'équité, de la qualité et de la promotion de l'individu les piliers de la réforme éducative au Maroc (Monia Alazali & Mohammed Bougroum, 2024). Il s'inscrit également dans la continuité des objectifs de la Feuille de route 2022-2026, en particulier en ce qui concerne l'amélioration des apprentissages de base, l'individualisation des parcours, la transformation des pratiques pédagogiques, et l'accélération de l'innovation dans les établissements scolaires. Au-delà de son application actuelle dans l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre (SVT), cette démarche est conçue comme un modèle transférable à d'autres disciplines scolaires, notamment les mathématiques, la physique-chimie, les langues et les sciences humaines (Chiang & Lee, 2023). L'ambition est de poser les jalons d'une réforme pédagogique globale, capable de répondre aux exigences d'un système éducatif moderne, résilient et capable d'améliorer de manière durable les résultats des apprenants dans l'ensemble du territoire national (Falloon, 2024).

Le succès de cette approche hybride, combinant pédagogie active et intelligence artificielle, pourrait permettre au Maroc de progresser significativement dans les classements internationaux (PISA, TIMSS, PIRLS) (Elbousairi et al., 2023), tout en garantissant aux générations futures une éducation de qualité, inclusive et socialement équitable. Il s'agit donc d'un levier stratégique pour faire évoluer l'école marocaine vers un modèle plus juste, plus intelligent, et mieux aligné sur les standards internationaux en matière de performance éducative.

À terme, cette étude ambitionne également d'alimenter une réflexion plus large sur les politiques publiques éducatives, en offrant un cadre empirique pour évaluer, ajuster et diffuser des innovations pédagogiques à grande échelle, dans la perspective d'une transformation systémique de l'éducation au service du développement humain, de la justice sociale et de la compétitivité nationale.

Références

- (1). Aggarwal, I., Gautam, P., & Parashar, G. (2024). Automated Subjective Answer Evaluation Using Machine Learning. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4483888>
- (2). Aliabadi, R., Singh, A., & Wilson, E. (2023). Transdisciplinary AI Education : The Confluence of Curricular and Community Needs in the Instruction of Artificial Intelligence. In T. Schlippe, E. C. K. Cheng, & T. Wang (Éds.), *Artificial Intelligence in Education Technologies : New Development and Innovative Practices* (Vol. 190, p. 137-151). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-7947-9_11
- (3). Amine, M. M. (2021). Le rapport d'audit de la qualité de l'école au Maroc : Quelles normes ? The school quality audit report in Morocco : Which standards? 5.
- (4). Banerjee, A., Banerji, R., Berry, J., Duflo, E., Kannan, H., Mukerji, S., Shotland, M., & Walton, M. (2017). From Proof of Concept to Scalable Policies : Challenges and Solutions, with an Application. *Journal of Economic Perspectives*, 31(4), 73-102. <https://doi.org/10.1257/jep.31.4.73>
- (5). Baron, G.-L. (2014). Elèves, apprentissages et « numérique » : Regard rétrospectif et perspectives. *Recherches en éducation*, 18. <https://doi.org/10.4000/ree.8525>
- (7). Boulaknadel, S. (2024). L'apprentissage à l'ère du digital : Exploration des usages de l'intelligence artificielle Learning in the Digital Age : An Exploration of Uses of Artificial Intelligence.
- (8). Cattani-Nardelli, A. (2022). ÉGALITÉ DES CHANCES ET PÉDAGOGIES NOUVELLES EN FRANCE : UNE REVUE DE LA PORTÉE.
- (9). Charlier, P. E., Albarello, E., Anselin, P., & Tripnaux, C. (2013). Revue de la littérature sur les Politiques d'Éducation Prioritaires, analyse de contenu et des processus de construction des Plans Généraux d'Action d'Encadrement Différencié (PGAED).
- (10). Chiang, C.-H., & Lee, H. (2023). A Closer Look into Automatic Evaluation Using Large Language Models (No. arXiv:2310.05657). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.05657>
- (11). Desai, M. B., Desai, V. D., Gupta, R. S., Mevada, D. D., & Mistry, Y. S. (2021). A SURVEY ON AUTOMATIC SUBJECTIVE ANSWER EVALUATION. 20(11).
- (12). Elbousairi, A., Oulhaj, L., & Dkhissi, A. (2023). Les déterminants du choix de l'école privée au Maroc : Evidence à partir des données de l'enquête TIMSS 2019 administrée auprès des élèves du grade quatre. 4(5).
- (13). Evans, D. K., & Popova, A. (2016). What Really Works to Improve Learning in Developing Countries ?
- (14). Falloon, G. (2024). Investigating pedagogical, technological and school factors underpinning effective 'critical thinking curricula' in K-6 education. *Thinking Skills and Creativity*, 51, 101447. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101447>
- (15). Gadille, M., Celik, C. C., & Cappellini, M. (2022). Une recherche action participative sur l'intégration du numérique en milieu scolaire.
- (16). Guo, J., Bai, L., Yu, Z., Zhao, Z., & Wan, B. (2021). An AI-Application-Oriented In-Class Teaching Evaluation Model by Using Statistical Modeling and Ensemble Learning. *Sensors*, 21(1), 241. <https://doi.org/10.3390/s21010241>
- (17). Jazuli, L. (2022). TEACHING AT THE RIGHT LEVEL (TaRL) THROUGH THE ALL
- (18). SMART CHILDREN APPROACH (SAC) IMPROVES STUDENT'S LITERATURE
- (19). ABILITY. *PROGRES PENDIDIKAN*, 3(3), 156-165.
- (20). <https://doi.org/10.29303/prospek.v3i3.269>

- (21). Khosravi, H., Shum, S. B., Chen, G., Conati, C., Tsai, Y.-S., Kay, J., Knight, S., Martinez-Maldonado, R., Sadiq, S., & Gašević, D. (2022). Explainable Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100074.
- (22). <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100074>
- (23). Latham, A., & Goltz, S. (2019). A Survey of the General Public's Views on the Ethics of Using AI in Education. In S. Isotani, E. Millán, A. Ogan, P. Hastings, B. McLaren, & R. Luckin (Éds.), *Artificial Intelligence in Education* (Vol. 11625, p. 194-206). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23204-7_17
- (24). Lebrun, M. (2011). Impacts des TIC sur la qualité des apprentissages des étudiants et le développement professionnel des enseignants : Vers une approche systémique. *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, 18(1), 287-316. <https://doi.org/10.3406/stice.2011.1028>
- (25). Lundh, S., Nasic, S., & Riad, J. (2018). Fatigue, quality of life and walking ability in adults with cerebral palsy. *Gait & Posture*, 61, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.12.017>
- (26). Many, H., Shvetsova, M., & Forestier, G. (2024). Transformation numérique : Comment enseigner (avec) l'IA générative dans l'enseignement supérieur ? *Études & Pédagogies*.
- (27). <https://doi.org/10.20870/eep.2024.8100>
- (28). Marzin-Janvier, P., Chevigny, E., & Géronimi, A. (2019.). Structurer et suivre le travail coopératif de futurs enseignants professeurs des écoles par la plateforme LabNbook.
- (29). Monia Alazali, & Mohammed Bougroum. (2024). Les inégalités d'opportunités dans l'accès à l'éducation au Maroc : Une analyse empirique. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.13328155>
- (30). Muammar, M., Ruqoiyyah, S., & Ningsih, N. S. (2023). Implementing the Teaching at the Right Level (TaRL) Approach to Improve Elementary Students' Initial Reading Skills. *Journal of Languages and Language Teaching*, 11(4), 610. <https://doi.org/10.33394/jollt.v11i4.8989>
- (31). Pinski, M., & Benlian, A. (2023). AI Literacy—Towards Measuring Human Competency in Artificial Intelligence. *Hawaii International Conference on System Sciences*.
- (32). <https://doi.org/10.24251/HICSS.2023.021>
- (33). Prof. Sumedha P Raut, Siddhesh D Chaudhari, Varun B Waghole, Pruthviraj U Jadhav, & Abhishek B Saste. (2022). Automatic Evaluation of Descriptive Answers Using NLP and Machine Learning. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 735-745. <https://doi.org/10.48175/IJAR SCT-3030>
- (34). Ramesh, D., & Sanampudi, S. K. (2022). An automated essay scoring systems : A systematic literature review. *Artificial Intelligence Review*, 55(3), 2495-2527.
- (35). <https://doi.org/10.1007/s10462-021-10068-2>
- (36). Riad, Z. (2020). L'enseignement au Maroc : Exigences éducatives et intrusions idéologiques [Education in Morocco : Educational requirements and ideological intrusions].
- (37). Ryoo, J., & Winkelmann, K. (Éds.). (2021). *Innovative Learning Environments in STEM Higher Education : Opportunities, Challenges, and Looking Forward*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58948-6>
- (38). Sobhi, T. (2010). *Education au Maroc*. UNESCO.
- (39). Stitou, M., & Amaquen, A. (2013). *Maroc—Enquêtes internationales en Éducation : Quelles leçons ?*

- (40). Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F., & Baran, E. (2017). A comprehensive investigation of TPACK within pre-service teachers' ICT profiles : Mind the gap! Australasian Journal of Educational Technology, 33(3). <https://doi.org/10.14742/ajet.3504>
- (41). Tremblay, C., & Poellhuber, B. (2022). Analyse qualitative de référentiels de compétences du XXI^e siècle, numériques et informationnelles : Tendances mondiales observées. Formation et profession, 30(2), 1. <https://doi.org/10.18162/fp.2022.648>
- (42). Utterberg Modén, M., Ponti, M., Lundin, J., & Tallvid, M. (2024). When fairness is an abstraction : Equity and AI in Swedish compulsory education. Scandinavian Journal of Educational Research, 1-15. <https://doi.org/10.1080/00313831.2024.2349908>
- (43). Zelick, S. A. (2013). The Perception of Web 2.0 Technologies on Teaching and Learning in Higher Education : A Case Study. Creative Education, 04(07), 53-93.
- (44). <https://doi.org/10.4236/ce.2013.47A2010>
- (45). Zhai, C., Wibowo, S., & Li, L. D. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities : A systematic review. Smart Learning Environments, 11(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00316-7>
- (46). Zhou, X., Brummelen, J. V., & Lin, P. (2020). Designing AI Learning Experiences for K-12 : Emerging Works, Future Opportunities and a Design Framework (No. arXiv:2009.10228). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2009.10228>