



La qualité éducative face aux transformations technologiques au Maroc : dans quelle mesure l'intégration de l'intelligence artificielle redéfinit-elle la qualité de l'éducation au Maroc ?

Mohammed EL BOUJAMAII

Docteur, Université Mohammed Premier, Oujda, Maroc

<https://orcid.org/0009-0006-5789-0018>

Résumé : À travers une revue critique des réformes passées et des défis actuels, l'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans le système éducatif marocain révèle un potentiel transformateur mais complexe. Bien que l'IA puisse personnaliser l'apprentissage, son adoption exige une infrastructure équitable, une formation pédagogique et éthique des enseignants et un cadre réglementaire robuste. L'expérience des TIC au Maroc, marquée par des lacunes structurelles, souligne la nécessité d'une approche holistique. Ainsi l'IA doit être perçue comme un outil complémentaire, dont l'efficacité dépendra d'une stratégie qui intègre capital humain, innovation pédagogique et gouvernance participative. Dans cette feuille, nous essayerons de mettre le point sur les défis et les conditions l'intégration de l'IA dans le contexte éducatif marocain ainsi que les piliers de l'innovation pédagogique.

Mots-clés : intelligence artificielle – éducation – méthodes innovantes – cadre éthique – apprentissage.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.21245294>

1 Introduction

Depuis deux décennies, le Maroc a engagé une série de réformes ambitieuses pour moderniser son système éducatif, de *la Charte nationale de l'éducation et de la formation*, à *la loi-cadre*, en passant par *la Vision stratégique*. Pourtant, malgré ces efforts, les résultats restent loin des attentes. Dans ce sens, l'émergence de l'intelligence artificielle peut ouvrir des perspectives inédites pour repenser la qualité de l'éducation, toutefois elle soulève aussi des défis majeurs en termes d'équité, de formation, d'éthique et de gouvernance.

Certes l'IA peut apporter des mérites à l'éducation, cependant, son intégration dans un système éducatif aussi complexe que celui du Maroc ne peut se faire sans une réflexion approfondie sur ses limites. Par ailleurs,



l'expérience marocaine avec les TIC (projet GENIE, Vision 2015-2030) a montré que l'introduction des technologies ne suffit pas en absence d'une approche holistique. Cette intervention se propose d'analyser les conditions d'une intégration réussie de l'IA dans l'éducation marocaine.

L'intégration de l'IA dans le système éducatif marocain soulève une question centrale : comment cette technologie peut-elle redéfinir la qualité de l'éducation dans un contexte marqué par des disparités territoriales et une fracture numérique persistante ?

2 L'intelligence artificielle et l'éducation au Maroc : promesses et défis structurels

L'IA constitue une révolution technologique qui affecte les divers aspects de notre vie y compris l'éducation. Toutefois cette situation a fait surgir des questions épineuses se rapportant, notamment, au statut du savoir, de l'enseignant et de l'élève. L'avènement de l'IA dans le domaine éducatif a ouvert plusieurs opportunités, toutefois elle a suscité des réactions intenses, notamment parmi les acteurs pédagogiques. D'ailleurs, les points de vue dans ce sens oscillent entre «enthousiasme technophile et technophobie aveugle» (Couture, 2020).

2.1 L'apport de l'IA à l'éducation

Pour l'élève : dans le contexte de l'éducation, l'intelligence artificielle offre des perspectives prometteuses pour un apprentissage plus efficace. La technologie numérique a permis d'utiliser des outils et des applications plus sophistiqués à l'intérieur et à l'extérieur des salles de classe traditionnelles, dans le but d'améliorer la motivation des élèves (Panagiotidis et al., 2018). Ces nouvelles technologies ont des répercussions profondes sur les systèmes éducatifs, qui vont bien au-delà de la didactique (Schmidt & Strasser, 2022). C'est ainsi que l'enseignement par l'IA permet de nombreuses vertus telles :

- **Personnalisation de l'apprentissage** : l'IA permet de personnaliser et d'adapter le contenu et les exercices en fonction des besoins, du rythme et des intérêts de chaque élève, offrant ainsi un apprentissage sur mesure. Les technologies d'apprentissage adaptatif IA, fournissent des retours instantanés et personnalisés, ajustant les exercices et les activités en temps réel en fonction des performances passées. Ce qui favorise une expérience d'apprentissage fortement individualisée, adaptée aux besoins pédagogiques réels des élèves.
- **Chatbots et tuteurs virtuels** : ces outils interactifs simulent des conversations, offrant une immersion linguistique virtuelle qui améliore la maîtrise de la langue.
- **Correction automatique et assistance en temps réel** : l'IA excelle également dans la correction automatique des exercices écrits, fournit des feedbacks immédiats, aidant les élèves à comprendre leurs erreurs et à s'améliorer rapidement. Ce qui allège la charge de travail des enseignants et permet aux étudiants de recevoir des commentaires immédiats, favorisant une amélioration continue.
- **Automatisation des tâches répétitives** : l'IA peut automatiser l'évaluation et la correction, libérant le temps pour les enseignants afin de se concentrer sur des activités plus interactives et enrichissantes et de mieux connaître leurs élèves.
- **Différenciation et accès à une multitude de ressources** : les plateformes basées sur l'IA recommandent des ressources pertinentes et adaptées à chaque élève telles que des articles, des vidéos ou des exercices. Ainsi elle peut également générer des plans de cours et didactiser des ressources. Ce qui facilite l'utilisation de supports actuels pour motiver et faire participer les élèves. Elle permet également de créer des diverses versions et niveaux d'activités et de tests qui répondent à une variété de styles et de capacités d'apprentissage.

Pour l'enseignant : Hormis l'élève, l'enseignement via l'IA touche également le statut de l'enseignant. Ce dernier joue un rôle capital dans la transposition didactique puisqu'il est l'intermédiaire entre le savoir et l'élève. En outre, l'enseignement n'est pas que la transmission du savoir, mais il existe d'autres facteurs émotionnels et sociaux entre l'élève et l'enseignant. Ces facteurs, impliqués dans la dynamique éducative, suscitent la motivation des apprentissages. Si l'IA générative est conçue pour des usages généralistes, les professeurs disposent des connaissances spécialisées et des savoir-faire qui sont au cœur de la tâche de l'enseignement, et qui leur permettent de réaliser le transfert didactique et d'adapter le contenu et les méthodes selon le profil de l'élève.

D'ailleurs, l'intelligence artificielle offre plusieurs opportunités en faveur de la simplification et l'amélioration du travail de l'enseignant. Enseigner avec l'IA permet de gagner le temps des enseignants en les déchargeant de la

notation (Baker & Smith, 2019). En outre, les systèmes de tutorat intelligents (STI), peuvent offrir une représentation dynamique de ce que les apprenants individuels et les groupes d'apprenants ont réalisé, ou de leurs idées fausses (Bodily & Verbert, 2017). L'IA permet à l'enseignant de se concentrer sur des activités plus complexes auprès des apprenants à besoins spécifiques ou plus vulnérables (Kaw, 2019). Toutefois cela peut constituer une tâche supplémentaire à l'enseignant (acquérir une compétence numérique), qui doit savoir gérer cette technologie et par la suite transférer ce savoir-faire à ses enseignés. D'un autre côté, les applications gérées par l'IA offrent des services de détection du plagiat ainsi que des correcteurs de plagiat (Grammarly, 2022). Elles offrent également aux enseignants une possibilité de suivi des apprenants en classe à l'aide des vidéos assistées par l'IA, développées pour la surveillance. Ce système déduit si l'apprenant est concentré ou non sur l'enseignant ou la tâche en cours (Lieu, 2018). Ces exemples ne sont que quelques-uns parmi d'autres possibilités qu'offre l'IA.

IA au service du savoir : l'enseignement par l'IA permet d'enrichir les contenus pédagogiques grâce à des outils comme les systèmes adaptatifs et les ontologies. Elle facilite également la personnalisation des parcours d'apprentissage en fonction des besoins individuels des élèves (Razouki et al., 2025). Ainsi, les supports pédagogiques deviennent dynamiques, interactifs et adaptés aux niveaux cognitifs variés. Cela favorisera une meilleure assimilation des connaissances. Des études récentes soulignent que l'IA contribue à la création de contenus pédagogiques variés et engageants, tels que des quiz interactifs, des vidéos adaptatives ou des exercices personnalisés, renforçant ainsi la motivation et l'engagement des élèves (Razouki et al., 2025). En outre, la mise à jour continue des connaissances est un autre atout majeur de l'IA. Dans un monde où le savoir évolue rapidement, les systèmes de l'IA permettent une actualisation en temps réel des ressources éducatives, en intégrant les dernières avancées scientifiques et technologiques. Par ailleurs les outils numériques, souvent gratuits, démocratisent l'accès à l'éducation pour des publics variés, y compris les milieux défavorisés. Cette offre est indépendante des barrières géographiques ou linguistiques.

L'IA favorise également la création de nouveaux modes d'apprentissage. Les environnements virtuels, les simulations interactives et les assistants pédagogiques intelligents offrent des expériences immersives et collaboratives. Ce qui transforme la manière dont les élèves acquièrent et appliquent leurs connaissances.

2.2 Limites de l'IA en éducation

La majorité des preuves tangibles actuelles qui se focalisent sur l'aspect technique du fonctionnement de l'IA dans le domaine éducatif, ne prennent pas le temps de réfléchir et de répondre clairement à la question de nécessité de l'IA dans l'éducation. D'ailleurs, il existe peu de recherches cumulatives ou reproductibles sur l'application de l'IA dans ce domaine, ainsi les preuves intangibles de son efficacité à grande échelle sont rares.

L'utilisation de l'IA dans l'enseignement pose des défis éthiques et pédagogiques. D'abord la protection de la vie privée, la transparence des algorithmes et la gestion des données sensibles nécessitent une attention particulière. Il est essentiel de maintenir un équilibre entre l'innovation technologique et l'interaction humaine dans le processus éducatif. Le recours à certaines technologies de l'IA permet aux élèves de se décharger de leurs travaux de rédaction et de correction, ce pourrait affaiblir leurs capacités d'apprentissage réelles.

Ainsi certaines recherches sur l'influence de l'IA sur la cognition même si encore peu nombreuses concluent que : comme de plus en plus de personnes utilisent les systèmes d'IA générative comme assistants de rédaction ou dans le cadre d'autres activités créatives, elles pourraient involontairement en venir à s'y fier. Cela pourrait compromettre le développement de leurs compétences intellectuelles (UNESCO, 2023, p. 28). Ainsi le cas pour la mémorisation. Sparrow et al. (2011) affirment que plusieurs études indiquent que l'accès à une multitude de contenus sur Internet réduit la nécessité de mémoriser des informations. Internet fonctionne ainsi comme une extension externe de la mémoire : au lieu de retenir les informations elles-mêmes, les utilisateurs mémorisent le processus pour les retrouver.

L'utilisation de l'IA générative pourrait également dissuader les élèves de consulter les sources originales, car interroger un grand modèle de langage est souvent moins laborieux. De plus, nombre de ces systèmes d'IA générative ne fournissent ni sources ni références précises pour étayer le contenu original qu'ils produisent. Certains chercheurs parlent d'« encapsulation ». Burrell (2016) évoque l'opacité des algorithmes (boîte noire) pour désigner la difficulté à expliquer et à retracer le chemin décisionnel ayant mené à un résultat, voire l'impossibilité

de le faire. D'un autre côté, en raison de l'encapsulation des connaissances, certains enseignants et élèves pourraient avoir du mal à distinguer les différents types d'informations et d'argumentations présents dans les contenus générés par l'IA. Cela pourrait, par conséquent, nuire à leur capacité à exercer un esprit critique vis-à-vis de ces contenus.

Bien que la signification de l'apprentissage personnalisé reste floue, la personnalisation des parcours d'apprentissage proposée par l'Intelligence Artificielle en Éducation (IAEd) actuelle est souvent limitée. Une véritable personnalisation implique la subjectivation et l'aide à chaque élève pour qu'il réalise son potentiel et s'accomplisse. Cependant, la plupart des outils IAEd favorisent l'homogénéisation des élèves en proposant des parcours adaptatifs basés sur les matériaux à apprendre.

L'IA doit être considérée comme un complément à l'apprentissage et non comme un substitut à la pédagogie humaine, car elle ne peut pas remplacer l'interaction personnelle et l'adaptabilité des enseignants. La prise en compte de ces facteurs et ces dimensions de la personnalité permet au professeur de préparer l'élève à l'apprentissage en connaissant ses besoins en en garantissant la fluidité du transfert des apprentissages. L'IA peut-elle assurer cette fluidité ? Lepage et Roy (2023), affirment que l'ambition scientifique qui consiste à automatiser de plus en plus de tâches des enseignants est inatteignable sur un horizon prévisible. Toutefois l'IA générative peut être un complément à la tâche des enseignants. Pour Fougous (2012), les plus grands moteurs de l'apprentissage sont le plaisir, les émotions positives, la motivation. D'ailleurs, la relation enseignant-enseigné est caractérisée par des motivations extrinsèques, qu'elles soient sociales ou institutionnelles. Toutefois une dépendance excessive à l'IA pourrait entraîner une perte de la dimension humaine essentielle à l'éducation.

L'instrumentalisation de l'apprentissage par l'IA risque de conduire à un enseignement individualisé et centré sur le profil de l'élève en tant qu'individu. Cela se réalise au détriment des mécanismes d'apprentissage fondés sur des principes tels que l'apprentissage par l'erreur, le brainstorming, la participation collective, et les interactions apprenant-apprenant et enseignant-apprenant. En quelque sorte, selon une métaphore bien connue de Mao Tsé Toung, au lieu « *d'apprendre à pêcher le poisson* », nous sommes orientés à réifier le savoir, à rechercher à l'avoir directement comme une simple chose. Autrement dit, l'élève a non seulement besoin d'une compréhension conceptuelle des connaissances, mais aussi de l'aptitude de les exécuter.

L'IA permet la personnalisation des apprentissages, toutefois elle ne favorise pas nécessairement l'acquisition du savoir de manière intrinsèque. L'acquisition du savoir repose sur des processus cognitifs complexes, tels que la compréhension profonde, la réflexion critique, et l'intégration des connaissances. L'IA, en tant qu'outil, peut faciliter ces processus en fournissant des ressources adaptées et des feedbacks immédiats, mais elle ne peut pas remplacer l'engagement actif et la réflexion personnelle de l'élève.

Si le progrès technique impacte la cognition, il entraîne également une déchéance de certaines compétences. Une étude réalisée à l'université de Monterrey, au Mexique, a conclu que l'utilisation des IA peut nuire à l'efficacité des fonctions cognitives supérieures, comme la résolution de problèmes. Également, il vaut la peine de mentionner que l'utilisation fréquente de l'IA risque de créer le stress et l'anxiété chez les élèves. Cette situation est le fruit d'une exposition excessive à des contenus chargés d'émotions, qui peuvent affecter les processus de régulation émotionnelle. Ainsi, le manque d'interaction notamment avec les enseignants favorise un sentiment de monotonie à l'égard de l'IA. En fait, cette chaleur émotionnelle est inhérente aux interactions humaines (Nagelhout, 2024). Il est également préoccupant et certaines études le signale très distinctement, que cela peut entraîner une détérioration de la créativité chez les jeunes, souvent exposés à des programmes qui ne donnent pas la priorité à l'exploration créative (Shanmugasundaram, 2023). D'ailleurs, l'IA instaure une nouvelle vitesse cognitive qui renverse les cadres culturels, éthiques et intellectuels, entraînant des transformations sociétales profondes (ZHAI et al, 2024).

2.3 Bilan des TIC au Maroc : leçons et carences

Au Maroc, les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) ont été au cœur des réformes éducatives depuis la Charte Nationale d'Éducation et de Formation (CNEF) de 1999, jusqu'à la loi cadre 51-17 de 2019. Ces initiatives visaient à intégrer les TIC dans l'enseignement, tant pour moderniser les pratiques pédagogiques que pour démocratiser l'accès à une éducation de qualité. Cependant, malgré les efforts, l'écart entre les ambitions réglementaires et la réalité sur le terrain reste significatif. Cette situation révèle des défis persistants

en matière d'infrastructure, de formation des enseignants et d'adaptation des contenus pédagogiques (El Azzouzi et al., 2024; Elmadhi et al., 2017).

Focus sur l'expérience marocaine avec les TIC :

Depuis *la CNEF* (1999), passant par *le PUEN* (2009-2012), puis *la VS* (2015-2030), ainsi que *la loi cadre 51-17* (2019), l'école marocaine avait l'omniprésent souci de l'intégration des TIC dans l'enseignement :

❖ la Charte Nationale d'Éducation et de Formation (CNEF) A partir de 1999:

Le Maroc a mis ses premiers pas dans cet univers numérique en procédant à de nombreuses réformes qui ont été menées au cours des deux dernières décennies, grâce à la mise en œuvre de multiples stratégies numériques telles : le plan quinquennal (1999-2003), Stratégie e-Maroc 2010 (2005-2010), Maroc numeric 2013 (2009-2013) et Maroc digital 2020 (2017-2010).

❖ la vision stratégique 2015-2030

La vision 2015-2030 a fixé deux objectifs principaux pour la mise en place d'un plan « e-éducation » au Maroc. Le premier concerne l'intégration des TIC dans l'enseignement de manière transversale dans toutes les disciplines, et le second propose de promouvoir le développement des compétences en matière d'utilisation de ces technologies chez les élèves marocains.

❖ la loi cadre 51-17

Dans son article 33, la loi cadre 51-17 insiste sur le rôle du gouvernement pour permettre aux établissements d'éducation et de formation de développer des ressources et des outils d'enseignement qui renforcent l'intégration des TIC et qui développent et améliorent l'enseignement à distance.

L'expérience marocaine en matière de TIC dans l'éducation s'inscrit dans un contexte international où des pays comme le Singapour, l'Australie, la Finlande et le Kenya ont développé des modèles inspirants.

Focus sur des expériences internationales :

Dans l'exploration des tendances mondiales de la transformation numérique en éducation, il est important de se pencher sur divers expériences internationaux et de tirer profits. Ce qui pourrait éclairer la voie de l'expérience marocaine :

- Le Singapour se distingue par son programme «ICT Masterplans».
- En Australie, l'initiative «Digital Education Revolution».
- La Finlande, reconnue pour son système éducatif innovant, adopte une approche centrée sur l'élève, où la technologie sert d'outil pour favoriser un apprentissage collaboratif et créatif.
- Le Kenya a lancé le «Digital Literacy Programme». Ce programme vise à équiper les écoles de dispositifs numériques et à former les enseignants à leur utilisation, contribuant ainsi à une augmentation notable de l'accès aux ressources éducatives numériques, en particulier dans les zones rurales (UNESCO, 2024 ; Razkaoui, 2025).

En dépit des mesures prises au Maroc, le bilan des TIC signale des carences structurelles : un usage limité des outils numériques par les enseignants, une intégration pédagogique insuffisante, et un manque de logiciels adaptés aux programmes scolaires. Ce qui traduit une innovation technologique plutôt que pédagogique. D'ailleurs, le texte officiel présente un statut avancé sur l'intégration des technologies numériques dans le système éducatif et se voit très ambitieux, sans mentionner un planning ou une procédure de mise en œuvre de cette implantation. Néanmoins, l'intégration des TIC dans l'éducation marocaine a connu et connaît encore de nombreuses carences qui anéantissent la mission de promettre les apprentissages. L'INE-CSEFRS (2014) avait déjà relevé les insuffisances de la stratégie d'intégration des TIC dans le système éducatif en marquant notamment la faiblesse pédagogique des contenus numériques ainsi que leur utilisation limitée. Dans le même contexte, La Cour des Comptes, dans son rapport, avait mentionné les mêmes lacunes du programme GENIE, signalées par l'INE-CSEFRS : une introduction limitée de l'open source en faveur de logiciels propriétaires et coûteux, une administration insuffisante du parc informatique, une faiblesse des taux d'utilisation à cause de l'absence du

personnel suffisant au niveau des établissements scolaires (COURS DES COMPTES, 2014). Ces lacunes étaient évoquées également par le PNEA (2019) et le Haut-Commissariat au Plan dans une enquête portant sur l'impact de la Covid-19, réalisée en (HCP, 2020).

Ces lacunes appellent à une réflexion approfondie sur la manière de concilier innovation technologique et innovation pédagogique, afin de transformer durablement le système éducatif marocain (Elmadhi et al., 2017 ; El Azzouzi et al., 2024).

3 Les conditions d'une intégration réussie de l'IA

Au Maroc, les enjeux de modernisation de l'éducation se heurtent souvent à des disparités territoriales, socio-économiques et structurelles. Ainsi l'enjeu capital n'est pas seulement d'équiper les écoles en outils intelligents, mais de garantir que ces outils servent effectivement l'inclusion et la qualité de l'enseignement.

D'ailleurs les professionnels de l'éducation sont appelés à développer une réflexion critique sur l'utilisation des technologies de l'IA. Cette transition exige une refonte des programmes de formation, et un accompagnement adapté, sans négliger la dimension éthique de l'IA en éducation.

3.1 Une infrastructure équitable

L'intégration de l'intelligence artificielle au Maroc s'inscrit dans une vision d'inclusion dans l'apprentissage numérique. Selon Fal Merkaz (2024), cette intégration doit reposer sur une approche stratégique et progressive conciliant performance technologique et justice sociale. Pour y parvenir, le Maroc doit s'appuyer sur trois axes principaux : prioriser l'équité d'accès aux technologies, adopter des solutions d'IA adaptées aux réalités locales et intégrer des mécanismes robustes de régulation. Ces trois axes impliquent le développement de plateformes d'apprentissage adaptatif *low-cost* et multilingues, l'intégration de l'IA dans la formation des enseignants, ainsi que la réduction de la fracture numérique persistante entre les zones du pays. Wakrim et M'Barki (2026) soulignent que les défis majeurs de l'IA au Maroc incluent non seulement cette fracture numérique, mais aussi le manque de contenus éducatifs en langues nationales, ainsi que des questions éthiques cruciales liées à la confidentialité des données et aux biais algorithmiques.

L'infrastructure d'IA, souvent appelée pile IA, se réfère aux systèmes matériels et logiciels nécessaires pour créer, former, déployer et gérer des applications et des solutions alimentées par l'IA à grande échelle. Contrairement à l'infrastructure informatique classique, qui privilégie les PC, les logiciels et les centres de données sur site, l'infrastructure d'IA se focalise sur le matériel et les logiciels spécialement développés pour le *cloud* et les tâches d'IA et de *Machine learning*. Ces investissements en IA assurent de multiples avantages pour les entreprises tels : l'amélioration de l'évolutivité et de la flexibilité, des performances accrues, une meilleure collaboration, une protection renforcée des données, une réduction des coûts ainsi qu'une exploitation des capacités de l'IA générative.

Pour une meilleure efficacité, ces infrastructures d'IA sollicitent une gouvernance participative et une mise en place d'un cadre éthique clair, tant à l'échelle internationale que nationale. Les avancées technologiques rapides et la démocratisation des outils d'IA générative soulèvent des questions fondamentales sur la transparence, la responsabilité, l'équité et la protection des données. Plusieurs travaux académiques récents, dont ceux de l'OMS (2024), insistent sur l'urgence de mettre en place des mécanismes de gouvernance qui associent l'ensemble des acteurs (gouvernement, entreprises, société civile, enseignants et chercheurs) afin de garantir un déploiement de l'IA qui soit à la fois responsable et inclusif. Une telle approche participative permet de bien limiter les risques liés aux biais algorithmiques et à la violation des droits fondamentaux. Dans ce sens, le rapport québécois « *Intelligence artificielle générative en enseignement supérieur : enjeux pédagogiques et éthiques* » (Conseil supérieur de l'éducation & Commission de l'éthique en science et en technologie, 2024), par exemple recommande de fédérer la communauté éducative autour d'une utilisation critique, responsable et éthique de l'IA. Ce groupement doit respecter l'autonomie des établissements et leur liberté académique.

Au Maroc, cette réflexion s'inscrit dans un contexte où l'IA est de plus en plus intégrée dans les systèmes éducatifs et économiques. Des chercheurs marocains, tels que Ganbour et Belouali (2024), ont élaboré un référentiel éthique spécifique à l'IA en éducation, conçu pour guider les pratiques et assurer une utilisation alignée sur les valeurs

locales et les standards internationaux. Ce référentiel met particulièrement l'accent sur la personnalisation des apprentissages, l'équité d'accès aux ressources numériques et la gestion de la diversité culturelle et linguistique, sans nier l'importance d'une gouvernance adaptée aux réalités du terrain.

Pour un pays comme le Maroc, qui aspire à devenir un hub numérique régional, la question centrale est de déterminer quels sont les facteurs matériels permettant à l'IA de croître. Si les *data centers* constituent le socle stratégique de l'IA, leur simple multiplication n'est plus suffisante. Le défi ainsi est désormais de structurer une infrastructure intégrée capable de répondre aux exigences propres aux usages avancés de l'IA. En fait, cela implique le déploiement de plateformes *hyperscale* (à très grande échelle) pour héberger des charges critiques en toute sécurité, en plus d'une exploitation énergétique optimisée qui contient les coûts et l'impact environnemental. D'ailleurs, une approche systémique, qui intègre: infrastructure, énergie, réseaux et régulation, est vitale pour s'inscrire durablement dans la chaîne de valeur mondiale de l'IA. Le développement de *data centers* à lui seul ne suffit pas à soutenir l'industrialisation de l'IA. Pour le Maroc, l'enjeu est de passer d'une IA expérimentale à une IA industrielle, capable de soutenir des usages avancés et d'accompagner l'innovation locale.

Le Maroc a engagé une dynamique pour structurer son écosystème d'IA à travers la création d'« écoles laboratoires » dédiées à la formation et à la recherche en intelligence artificielle. En 2023-2024, deux écoles publiques entièrement dédiées à l'IA ont ouvert leurs portes, s'ajoutant à l'École d'Ingénierie Digitale et d'Intelligence Artificielle (EIDIA) de l'Université Euromed de Fès, créée en 2019 (L'Economiste Campus, 2024). En 2024, l'École Nationale Supérieure de l'Intelligence Artificielle et Sciences des Données (ENSIASD) de Taroudant a également été inaugurée, avec pour mission de contribuer à la modernisation du pays et à la création d'un vivier de talents numériques locaux (ENSIASD, 2025). Ces initiatives s'inscrivent dans le cadre de la feuille de route « Maroc IA 2030 », qui prévoit le développement de nouvelles filières en IA, data, cybersécurité et *cloud*, et a déjà permis de former plusieurs centaines d'étudiants en 2024-2025 (Le Desk, 2026).

Cependant, malgré ces avancées, le Maroc reste confronté à des défis structurels majeurs. Classé 88^e au *Government AI Readiness Index* en 2023, le pays peine à retenir ses talents et reste dépendant des standards étrangers. Les dépenses en recherche et développement plafonnent à 0,75 % du PIB, et aucune loi-cadre spécifique n'encadre pour l'instant l'usage de l'IA. Toutefois, le Maroc a massivement investi, avec des projets emblématiques, dans les énergies renouvelables.

Le Maroc se distingue également par une proportion élevée d'ingénieurs diplômés de l'enseignement supérieur provenant des filières scientifiques et techniques. Cette base quantitative s'accompagne d'une structuration qualitative, et la multiplication de programmes de formation par les universités et les acteurs privés. Le pays a ainsi commencé à mettre en œuvre une véritable politique de compétences, visant à créer un vivier local de talents dans les disciplines directement liées à l'IA. Cette dynamique est soutenue par une progression notable de la connectivité numérique, avec un taux de pénétration d'Internet atteignant 87,4 % en 2022.

Néanmoins, les investissements étrangers, bien qu'ils confirment l'attractivité du Maroc et apportent des ressources financières et technologiques considérables, soulignent également une dépendance aux dynamiques extérieures. Si l'écosystème marocain profite de cette internationalisation, il reste fragile dans ses composantes locales. L'ouverture agit comme un moteur, mais elle comporte une asymétrie qui limite la consolidation d'un tissu entrepreneurial autonome. Ce paradoxe s'accroît par l'absence, jusqu'à présent, d'une véritable stratégie nationale cohérente. L'IA marocaine s'est développée par strates successives, à travers des initiatives académiques, des expérimentations sectorielles et des partenariats bilatéraux et multilatéraux. Toutefois l'impression d'un patchwork persiste et se nourrit par la fragmentation du cadre juridique et la difficulté à faire converger les acteurs publics et privés.

L'ambition de souveraineté dans l'intelligence artificielle est aujourd'hui au cœur du discours politique au Maroc. L'idée est de maîtriser la technologie, de réduire la dépendance aux acteurs étrangers. Cette ambition est légitime, d'autant plus que le pays dispose d'atouts réels et d'un potentiel géopolitique indéniable. Cependant, le premier défi à relever concerne le capital humain. Bien que le Maroc forme chaque année un nombre croissant d'ingénieurs, de développeurs et de *data scientists*, la question n'est pas seulement quantitative, mais aussi qualitative. Les compétences nécessaires exigent une spécialisation très avancée et une expérience que le marché local, encore étroit, peine à offrir.

À cette fragilité s'ajoute celle de l'écosystème entrepreneurial. Le pays ne manque pas d'initiatives ni d'intuitions, mais l'économie de l'IA requiert un environnement très particulier : une culture du risque, des cycles d'expérimentation, des mécanismes de financement, un accès fluide à la commande publique, une régulation agile, et des synergies entre universités, entreprises et administrations. Or, sur ces points, les limites sont connues.

Un troisième enjeu, décisif dans l'économie de l'IA, concerne la donnée. Le Maroc dispose aujourd'hui des capacités de calcul nécessaires pour entraîner des modèles, accueillir des infrastructures de stockage et attirer des investissements internationaux. En revanche, il ne dispose pas encore, de manière systématique, des données nécessaires pour entraîner des modèles adaptés aux réalités marocaines. La numérisation de nombreux services publics, tardive, reste inégale selon les secteurs. Les systèmes d'information sont fragmentés, les jeux de données incomplets et les initiatives d'open data sont limitées. Dans ces conditions le risque est de devoir recourir à des modèles entraînés sur des bases de données étrangères loin des comportements sociaux et les contraintes territoriales marocaines.

Enfin, un dernier élément crucial est l'articulation entre l'effort public et la dynamique privée. L'État investit alors que la dynamique privée ne suit pas toujours le rythme, en raison de contraintes économiques et structurelles. L'IA se déploie ainsi de manière volontariste, mais sans toujours trouver son prolongement naturel dans un secteur productif encore peu numérisé.

L'intelligence artificielle oblige les nations à clarifier leurs priorités. Pour le Maroc, l'enjeu est de transformer ses atouts en un écosystème solide et cohérent. Cela passe par une stratégie nationale pour positionner le pays comme un acteur incontournable dans un monde numérique. Le Maroc doit corriger ses fragilités structurelles afin d'éviter une dépendance accrue et s'assurer que son ambition de souveraineté technologique se traduise par des réalisations concrètes et durables.

3.2 La formation des enseignants

La formation des enseignants à l'IA au Maroc s'impose comme un élément clé dans la transformation du système éducatif national. Cela à une époque où la révolution numérique redéfinit les contours de l'enseignement et de l'apprentissage. Cette intégration exige une refonte en profondeur des compétences professionnelles des enseignants, ainsi qu'une adaptation des programmes de formation. Dans ce contexte, le Maroc, à travers la Vision stratégique 2015-2030, a posé les bases d'une école tournée vers l'innovation et la modernisation des pratiques pédagogiques (Ministère de l'Éducation nationale, 2015). Cependant, la mise en œuvre de cette vision se heurte à des défis multidimensionnels qui nécessitent une approche holistique pour les aplatir.

Sur le plan technique, la formation doit doter les enseignants de compétences opérationnelles pour la manipulation des outils de l'IA de manière efficace. Cela implique la création de modules intégrés dans les cursus de formation initiale ainsi que continue. Ce qui permettra aux enseignants de s'appropriier ces technologies tout au long de leur carrière. Une étude récente de l'Agence Ecofin (2024) révèle que 67 % des enseignants marocains utilisent déjà l'IA pour créer ou adapter des supports pédagogiques. Cette situation démontre une adoption spontanée ainsi qu'un besoin urgent d'encadrement pour éviter les dérives et optimiser les bénéfices éducatifs. Pourtant, comme le soulignent El Addouli et al (2021), cette appropriation reste inégale, freinée par un manque de formations ciblées et un accès disparate aux ressources numériques entre les établissements. Des programmes comme «GENIE» ont été lancés pour combler ce fossé, toutefois leur impact sur l'intégration de l'IA reste limité en raison d'une vision centrée sur les outils numériques classiques.

La dimension pédagogique de la formation à l'IA est tout aussi cruciale. Il ne s'agit pas seulement d'apprendre aux enseignants à utiliser ces technologies, mais aussi de les amener à repenser leurs pratiques pour en faire des leviers de différenciation et d'innovation. L'IA offre en effet des possibilités inédites pour personnaliser les apprentissages et adapter les contenus aux besoins des élèves. Les travaux de Luckin et al (2016) démontrent que dans des contextes éducatifs variés, l'intégration de l'IA permet d'améliorer significativement le suivi des élèves et la qualité des apprentissages. Pourtant au Maroc les programmes de formation initiale dans les (ENS) et les (CRMEF) loin de cibler ces enjeux, se concentrant généralement sur les compétences pédagogiques traditionnelles. Des projets pilotes menés en collaboration avec des universités européennes commencent à explorer des pistes

innovantes mais leur généralisation se heurte à des contraintes structurelles et budgétaires en plus d'une résistance au changement de la part de certains acteurs éducatifs.

D'autre part, l'aspect critique et éthique de la formation à l'IA est souvent négligé alors qu'il est indispensable pour garantir une utilisation équitable de ces technologies. Les enseignants doivent être formés non seulement à évaluer la pertinence et les limites des outils d'IA mais aussi à identifier les biais potentiels et à engager un dialogue avec leurs élèves sur les enjeux éthiques soulevés par ces technologies. Comme le met en garde Selwyn (2019), l'IA en éducation peut en effet creuser les inégalités si elle n'est pas encadrée par des politiques inclusives et des formations adaptées. Au Maroc, cette dimension éthique prend une résonance particulière dans un contexte où les questions de protection des données et d'équité dans l'accès aux opportunités éducatives sont encore peu abordées. Des recherches de Benmokhtar et al (2022) confirment que les enseignants marocains sont conscients de ces enjeux toutefois ils manquent de cadres théoriques et pratiques pour les aborder en classe faute de formations et de ressources.

Pour relever ces défis une collaboration étroite entre les acteurs éducatifs, les chercheurs et les entreprises technologiques s'avère essentielle. Des initiatives comme le partenariat entre l'Université Mohammed V de Rabat et des startups locales spécialisées en IA illustrent cette dynamique (Kabbaj, 2023). Ces collaborations permettent de développer des formations plus pertinentes et contextualisées, s'appuyant sur l'expertise des chercheurs. Cependant afin que ces partenariats produisent des résultats durables il est impératif de renforcer les capacités des formateurs eux-mêmes.

En définitive, la formation des enseignants au Maroc à l'IA est une opération multidimensionnelle qui exige une vision stratégique claire, des ressources suffisantes et une volonté politique soutenue. Certes les défis sont nombreux, mais les opportunités offertes par l'IA sont immenses. Afin de les saisir pleinement, il est indispensable d'unir les efforts dans le but de construire un écosystème éducatif capable de répondre aux exigences d'un monde en constante mutation technologique.

3.3 L'adoption des approches innovantes

Conscient des enjeux liés à la révolution numérique, le Maroc a entrepris des initiatives ambitieuses pour intégrer l'IA dans divers domaines en misant sur une combinaison de politiques publiques, de partenariats internationaux et d'innovations locales. L'un des piliers de cette adoption réside dans la stratégie nationale du Maroc en matière de transformation digitale. Le gouvernement marocain a lancé en 2018 le programme « Maroc Digital 2020 » qui vise à accélérer la digitalisation de l'administration et des entreprises, tout en encourageant l'innovation technologique (Ministère de l'Industrie, du Commerce et de l'Économie Numérique, 2018). Ce programme a jeté les bases d'une infrastructure numérique indispensable à l'essor de l'IA. Parallèlement, des institutions académiques comme l'Université Mohammed V de Rabat et l'Université Al Akhawayn d'Ifrane, ont développé des centres de recherche dédiés à l'IA afin de former une nouvelle génération de chercheurs et d'ingénieurs capables de relever les défis technologiques du pays (El Khadiri et al., 2021).

L'intégration réussie de l'IA passe nécessairement par l'adoption de méthodes innovantes capables de surmonter les limites des approches traditionnelles. Ces méthodes doivent placer l'élève au cœur de l'apprentissage, repenser l'évaluation des apprentissages et combiner l'IA avec des méthodes pédagogiques actives. Les innovations pédagogiques deviennent alors des normes et s'intensifient pour répondre aux besoins du terrain et aux principes de la pédagogie.

Néanmoins, l'adoption de l'IA au Maroc se heurte à plusieurs défis. Le premier est celui de l'accès aux données. L'IA repose sur des volumes importants de données de qualité, or au Maroc la collecte et la gestion des données restent fragmentées et souvent sujettes à des problèmes de confidentialité et de sécurité (Ait El Fqir & El Khadiri, 2023). De plus, la fracture numérique entre les zones urbaines et rurales persiste. Enfin, le manque de cadres réglementaires clairs et adaptés à l'IA peut freiner l'innovation, en créant des incertitudes pour les investisseurs et les entrepreneurs.

Afin de surmonter ces obstacles, le Maroc doit miser sur la collaboration entre les secteurs public et privé, ainsi que sur des partenariats internationaux. Des initiatives comme le « Morocco AI Movement », lancé en 2022, visent à fédérer les acteurs locaux et internationaux autour de projets concrets tout en promouvant une culture de

l'innovation et de l'entrepreneuriat technologique (Morocco AI Movement, 2022). Ces efforts sont complétés par des programmes de formation et de sensibilisation destinés à démocratiser l'accès aux compétences en IA.

En conclusion, l'adoption des approches innovantes en IA au Maroc est un processus en cours qui se marque par des avancées significatives mais aussi par des défis persistants. Le succès à long terme dépendra de sa capacité à surmonter les obstacles et à créer un écosystème favorable à l'innovation.

3.4 La mise en place d'un cadre éthique

L'introduction de l'IA dans le domaine de l'éducation au Maroc est étroitement liée aux méthodes d'enseignement. Cette intégration soulève des questions éthiques fondamentales qui nécessitent une réflexion approfondie et la mise en place d'un cadre réglementaire. En effet, l'IA en tant qu'outil puissant, peut autant renforcer les inégalités existantes qu'offrir des solutions innovantes. Pour garantir que l'IA reste un outil au service de l'humain, le Maroc doit mettre en place un cadre juridique et éthique robuste inspiré des recommandations internationales et adapté aux spécificités locales.

L'un des principaux défis éthiques posés par l'IA en éducation concerne la protection des données personnelles des élèves. Au Maroc, où la digitalisation des services éducatifs est en pleine expansion, la collecte et l'utilisation des données des élèves par des systèmes d'IA soulèvent des préoccupations quant de confidentialité et de sécurité. Selon Selwyn (2019), les plateformes éducatives basées sur l'IA collectent souvent des informations sensibles telles que les performances académiques, les comportements d'apprentissage et même les données biométriques. Cette situation est d'autant plus critique dans un pays comme le Maroc où les infrastructures juridiques et techniques de protection des données sont insuffisantes. Il est donc impératif de mettre en place des mécanismes de gouvernance qui respectent les principes de la protection des données conformément au Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD) de l'Union européenne. Le Conseil Économique Social et Environnemental (CESE, 2023) propose de réviser la loi 09-08 sur la protection des données pour intégrer les spécificités de l'IA et de développer un cadre réglementaire dédié afin d'encadrer l'utilisation éthique et responsable des systèmes d'IA.

Un autre enjeu majeur est celui de l'équité et de l'inclusion. L'IA a le potentiel d'exacerber les disparités éducatives si elle est déployée sans une attention particulière aux contextes locaux. Par exemple, les algorithmes d'IA peuvent reproduire ou amplifier des biais existants s'ils sont entraînés sur des données non représentatives de la diversité culturelle, linguistique et socio-économique du Maroc (Noble, 2018). Dans un pays où l'accès à l'éducation varie considérablement entre les zones et les différentes couches sociales, il est crucial de veiller à ce que les outils d'IA ne favorisent pas uniquement les élèves déjà privilégiés. Afin d'éviter cela, les systèmes d'IA doivent être conçus avec des ensembles de données inclusifs et testés pour détecter et corriger les biais algorithmiques.

La transparence des algorithmes constitue également un pilier essentiel d'un cadre éthique pour l'IA en éducation. Les élèves, les enseignants et les parents doivent pouvoir comprendre comment les décisions sont prises par les systèmes d'IA soit quand il s'agit de l'évaluation des performances, de l'orientation scolaire ou de l'attribution de ressources pédagogiques. Comme le souligne Burrell (2016), l'opacité des algorithmes peut entraîner une perte de confiance dans les institutions éducatives et limiter la capacité des individus à contester des décisions injustes. Au Maroc, la transparence des outils d'IA devient impérative afin d'assurer leur acceptation et leur légitimité. Cela implique non seulement de vulgariser les algorithmes mais aussi de mettre en place des mécanismes de clarté.

Pour renforcer cette démarche, le Maroc doit instaurer une charte nationale de l'IA en éducation, inspirée des recommandations de l'UNESCO (2021) concernant l'éthique de l'intelligence artificielle. Cela vise à positionner le Maroc comme leader africain de l'IA responsable, en veillant à ce que l'intégration technologique respecte les principes de transparence, d'équité et de respect des droits fondamentaux.

Enfin, la question de la responsabilité éthique ne peut être dissociée de celle de la formation et de la sensibilisation des acteurs éducatifs. Les enseignants en tant que médiateurs entre la technologie et les élèves jouent un rôle central dans l'intégration éthique de l'IA. Cependant, comme le souligne Eynon (2021), de nombreux éducateurs manquent de connaissances suffisantes sur les implications éthiques de l'IA. Cela peut conduire à une utilisation non critique ou inappropriée de ces outils. En outre, la formation continue des enseignants est un défi persistant qui consiste à intégrer des modules sur l'éthique de l'IA dans les programmes de formation initiale et continue.

Pour conclure, la mise en place d'un cadre éthique pour l'IA en éducation au Maroc nécessite une approche multidimensionnelle combinant des mesures juridiques, techniques et pédagogiques. Il est essentiel de s'appuyer sur des recherches académiques et des bonnes pratiques internationales, tout en adaptant les solutions aux spécificités locales. Une telle démarche permettrait non seulement de moderniser le système éducatif, mais aussi de renforcer la confiance dans les technologies émergentes et de garantir une éducation plus juste et inclusive pour tous.

4 Les piliers de l'innovation pédagogique

L'intégration de l'intelligence artificielle dans le système éducatif marocain ne peut se limiter à une simple adoption technologique, toutefois elle doit s'inscrire dans une vision systémique, où le capital humain, la recherche scientifique, et une gouvernance jouent un rôle central. Cette approche globale doit s'appuyer sur des leviers innovants pour réussir la transition vers une éducation augmentée par l'IA.

4.1 Le capital humain, un pilier de l'autonomie et de la qualification

Le capital humain, concept théorisé par Becker (1964) se définit comme l'ensemble des connaissances, des compétences et des aptitudes accumulées par un individu tout au long de sa vie, et qui contribuent à sa productivité et à son épanouissement. Dans le contexte marocain, ce capital humain revêt une importance particulière, car il doit répondre à un double impératif : d'une part, s'adapter aux mutations technologiques rapides qui transforment les secteurs économiques, d'autre part développer des compétences transversales essentielles pour l'innovation et l'employabilité (World Economic Forum, 2020). Ainsi, l'enjeu ne se limite pas à former une main-d'œuvre capable d'utiliser les outils technologiques, mais bien à cultiver une capacité à innover, à s'adapter et à créer de la valeur dans un monde de plus en plus numérique.

Le capital humain constitue l'élément central de l'innovation pédagogique, surtout dans un monde où l'IA redéfinit les contours des compétences et des métiers. Au Maroc, cette dynamique prend une dimension stratégique car le pays se trouve à un carrefour où la transformation numérique et l'adaptation aux nouvelles technologies, en particulier l'IA, sont devenues des priorités nationales. Dans ce contexte, valoriser du capital humain n'est plus une option mais une nécessité pour garantir l'autonomie des élèves et leur qualification face aux défis du XXI^e siècle. Le succès de l'intégration de l'IA dans le système éducatif marocain repose avant tout sur la capacité à former et à outiller tous les acteurs du système éducatif et des décideurs politiques. La dépendance excessive aux solutions étrangères risquerait non seulement de marginaliser les acteurs locaux, mais aussi de perpétuer des modèles pédagogiques inadaptés aux réalités et aux besoins du Maroc.

L'autonomie des élèves est la capacité à apprendre de manière indépendante et à s'adapter à des contextes changeants. Cette autonomie se place au cœur des réformes éducatives récentes au Maroc. La Vision Stratégique 2030 par exemple, insiste sur l'importance de l'apprentissage tout au long de la vie et sur l'adoption de méthodes pédagogiques actives, telles que l'apprentissage par projets ou l'apprentissage collaboratif (Ministère de l'Éducation Nationale, 2019). Ces approches placent l'élève au centre du processus éducatif, favorisant non seulement l'acquisition de savoirs, mais aussi le développement de son autonomie et de sa capacité à prendre des initiatives. Dans cette perspective, l'IA peut jouer un rôle transformateur en offrant des outils pédagogiques innovants, comme les plateformes d'apprentissage adaptatif. Ces dernières, basées sur des algorithmes intelligents, permettent de personnaliser les parcours éducatifs en fonction des besoins, du rythme et des aspirations de chaque apprenant, renforçant ainsi leur motivation et leur engagement (Luckin et al., 2016). Cependant, pour que ces outils soient pleinement efficaces, il est indispensable que les enseignants soient eux-mêmes formés, non seulement à l'utilisation des technologies, mais aussi à leur intégration critique et créative dans les pratiques pédagogiques. La compétence numérique ne doit pas se limiter à une utilisation passive des outils mais elle doit inclure la capacité à concevoir, évaluer et adapter des solutions pédagogiques intégrant l'IA, en fonction des réalités locales et des besoins spécifiques des apprenants (Selwyn, 2016).

Selon la Banque Mondiale (2021), les pays en développement doivent investir massivement dans la formation en IA pour éviter une fracture numérique qui aggraverait les inégalités sociales et économiques. Cela implique la création de programmes universitaires spécialisés, mais aussi la formation continue des enseignants et des professionnels déjà en activité. Des initiatives comme celles de l'Institut Africain des Sciences Mathématiques

(AIMS) ou les partenariats avec des géants technologiques tels que Microsoft ou Google montrent la volonté du Maroc de renforcer son capital humain dans ce domaine (AIMS, 2022). Ces collaborations permettent de développer des curricula alignés sur les standards internationaux, tout en facilitant l'accès à des ressources pédagogiques de pointe.

Malgré ces avancées, la transition vers une éducation centrée sur le capital humain et l'IA se heurte à plusieurs obstacles structurels. Le manque d'infrastructures technologiques, les inégalités d'accès à une éducation de qualité ou encore la résistance au changement de la part de certains acteurs éducatifs constituent autant de défis à surmonter. Comme le souligne Amartya Sen (1999), le développement du capital humain ne peut être effectif que s'il s'accompagne d'une amélioration globale des conditions sociales et économiques. Au Maroc, cela nécessite une politique publique intégrée qui combine des investissements dans les infrastructures numériques, une formation continue des enseignants et une sensibilisation des familles à l'importance de l'éducation. Sans une telle approche holistique, les efforts déployés risquent de creuser des écarts sociaux.

En définitive, le capital humain est le pilier sur lequel repose l'innovation pédagogique au Maroc. Son développement permet non seulement de renforcer l'autonomie des élèves, mais aussi de les préparer aux métiers de demain, dans un monde où les compétences technologiques et transversales seront de plus en plus déterminantes. Comme le rappelle l'UNESCO (2021), l'éducation doit être considérée comme un bien public mondial, et sa transformation doit être guidée par les principes d'équité, de qualité et d'inclusion. Seul un tel engagement permettra de garantir que tous les citoyens marocains, quels que soient leur origine ou leur milieu socio-économique, puissent bénéficier des opportunités offertes par la révolution numérique et contribuer activement à la construction d'une société plus innovante, plus juste et plus résiliente.

4.2 L'université et la recherche scientifique

Les universités marocaines, en étroite collaboration avec les CRMEF, jouent un rôle déterminant dans la construction d'un écosystème éducatif innovant. Leur mission ne se limite pas à la formation des futures générations, mais s'étend également à l'intégration des avancées technologiques dans leurs pratiques éducatives. Cette dynamique s'inscrit dans une vision ambitieuse visant à moderniser l'enseignement supérieur et à positionner le Maroc comme un acteur régional et international dans le domaine de l'innovation technologique.

L'un des piliers de cette transformation réside dans l'adaptation des programmes universitaires aux besoins du marché du travail et aux défis sociétaux. Des institutions comme l'Université Mohammed V de Rabat et l'Université Cadi Ayyad de Marrakech ont ainsi commencé à intégrer des modules dédiés à l'IA dans leurs cursus, notamment en informatique, en ingénierie et en sciences de gestion. Ces initiatives visent à doter les étudiants de compétences techniques et analytiques essentielles pour relever les défis posés par la quatrième révolution industrielle (Benbya et al., 2020). Des cours sur le *machine learning*, le *deep learning* et l'analyse de données massives (*big data*) sont désormais proposés, permettant aux étudiants de maîtriser des outils et des méthodologies de pointe. Cependant, l'intégration de l'IA dans l'enseignement dépasse le cadre de la formation technique. Elle implique une réflexion approfondie sur les méthodes pédagogiques elles-mêmes, notamment à travers le développement de parcours de formation hybrides, axés sur des dimensions stratégiques telles que l'intégration pédagogique de l'IA, la littératie critique, la co-conception de ressources, et l'évaluation de l'impact des outils d'IA sur les apprentissages (Luckin et al., 2016).

Ces parcours hybrides permettraient de renforcer la capacité des enseignants à innover et à s'adapter aux évolutions technologiques, tout en favorisant une recherche appliquée et contextualisée. Par ailleurs, l'utilisation de plateformes d'apprentissage intelligentes, capables de personnaliser les parcours éducatifs en fonction des besoins individuels des étudiants est en plein essor. Ces plateformes qui se basent sur des algorithmes d'IA permettent d'identifier les lacunes des étudiants et de proposer des ressources adaptées. Ces derniers favorisent ainsi un apprentissage plus efficace et inclusif. L'intégration de l'IA dans les curricula universitaires pourrait également stimuler la création de laboratoires d'innovation pédagogique, où enseignants, chercheurs et étudiants collaborent pour développer des solutions éducatives adaptées aux défis locaux (Zawacki-Richter et al., 2019).

La recherche scientifique en IA constitue un autre pilier fondamental de cette innovation pédagogique. Les laboratoires de recherche marocains, souvent en collaboration avec des institutions internationales, mènent des

travaux de pointe dans des domaines variés, allant de la reconnaissance vocale et visuelle à l'optimisation des processus industriels. Le Centre de Recherche en Intelligence Artificielle (CRIA) de l'Université Mohammed VI Polytechnique (UM6P) s'est imposé comme un acteur majeur dans la région, en développant des projets axés sur l'IA appliquée à l'agriculture, à la santé et à l'énergie (UM6P, 2022). Ces recherches ne se contentent pas de produire des connaissances académiques mais elles visent également à résoudre des problèmes concrets.

Cependant, le développement de l'IA au Maroc se heurte à plusieurs défis. Le premier est celui de l'accès aux données essentielles pour entraîner les modèles d'IA. Les chercheurs marocains doivent souvent compter sur des partenariats internationaux pour accéder à des jeux de données de qualité, ce qui peut limiter la pertinence des solutions développées pour le contexte local (El Ouahabi et al., 2021).

Enfin, l'innovation pédagogique ne peut se concevoir sans une approche collaborative et interdisciplinaire. Les universités marocaines sont de plus en plus encouragées à établir des partenariats avec le secteur privé, les institutions publiques et les organisations internationales. Ces collaborations permettent non seulement de financer des projets de recherche, mais aussi de créer des synergies entre les acteurs académiques et socio-économiques. Des initiatives comme le *Moroccan AI Movement* visent ainsi à fédérer les compétences et les ressources pour accélérer l'adoption de l'IA dans divers secteurs (Ministère de l'Industrie et du Commerce, 2023).

En conclusion, l'innovation pédagogique au Maroc représente un levier essentiel pour le développement du pays. Bien que des défis persistent, notamment en matière d'infrastructures et de formation continue, les avancées réalisées ces dernières années témoignent d'une volonté claire de s'inscrire dans une dynamique de progrès. L'enjeu pour le futur sera de consolider ces efforts, en veillant à ce que les bénéfices de l'IA profitent à l'ensemble de la société marocaine, et pas seulement à une élite technologique.

5 Conclusion

L'intégration de l'intelligence artificielle dans le système éducatif marocain représente une opportunité historique pour repenser la qualité, l'équité et l'efficacité de l'enseignement. Cependant, cette transition ne peut se limiter à une adoption technologique superficielle. L'expérience des TIC au Maroc, malgré son ambition, révèle un écart persistant entre les cadres réglementaires et leur mise en œuvre concrète. Afin d'éviter la reproduction de ces limites, l'intégration de l'IA doit s'appuyer sur des piliers solides où le capital humain et la recherche scientifique occupent une place centrale dans cette intégration.

Par ailleurs, l'université a un rôle clé à jouer dans la conception d'outils adaptés aux réalités locales, ainsi que dans la formation d'enseignants et de chercheurs capables d'évaluer et d'adapter les solutions d'IA aux besoins spécifiques du Maroc.

En somme, l'IA ne doit pas être perçue comme une solution miracle, mais c'est juste un outil dont l'efficacité dépendra de la manière dont il sera intégré et adapté aux spécificités du contexte marocain.

REFERENCES

- [1] Agence Ecofin. (2024). *Au Maroc, 67 % des enseignants ont déjà eu recours à l'IA (étude)*. <https://www.agenceecofin.com/formation/2305-118907-au-maroc-67-des-enseignants-ont-deja-eu-recours-a-l-ia-etude>
- [2] Ait El Fqir, S., & El Khadiri, K. (2023). Data governance and AI adoption in emerging economies: The case of Morocco. *Journal of Digital Economy*, 12(4), 78-92.
- [3] AIMS (African Institute for Mathematical Sciences). (2022). *AIMS Impact Report 2022*. AIMS.
- [4] Banque Mondiale. (2021). *The Changing Nature of Work and Skills in the Digital Age*. World Bank Group.
- [5] Becker, G. S. (1964). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis*. National Bureau of Economic Research.
- [6] Bengio, J. (2017, 17 mai). *The Rise of Artificial Intelligence through Deep Learning* [Conférence TEDx]. TEDx Montreal. <https://www.youtube.com/watch?v=uawLjkSI7Mo>
- [7] Benbya, H., Davenport, T. H., & Pachidi, S. (2020). Artificial intelligence in organizations: Current and future research opportunities. *Journal of Management Information Systems*, 37(2), 435-462. <https://doi.org/10.1080/07421222.2020.1760727>
- [8] Benmokhtar, S., El Khoukhi, F., & El Mouden, A. (2022). Acceptabilité des technologies éducatives au Maroc : Enjeux et perspectives. *Revue Marocaine des Sciences de l'Éducation*, 12(1), 45-62.

- [9] Burrell, J. (2016). How the machine ‘thinks’: Understanding opacity in machine learning algorithms. *Big Data & Society*, 3(1), 1-12. <https://doi.org/10.1177/2053951715622512>
- [10] Burrell, J. (2016). How the machine “thinks”: Understanding opacity in machine learning algorithms. *Big Data & Society*, 3(1).
- [11] CESE (Conseil Économique, Social et Environnemental). (2023). *Rapport sur l'intégration de l'intelligence artificielle dans le système éducatif marocain*. Maroc.
- [12] Comité d'orientation de la grappe en intelligence artificielle. (2018, mai). *Stratégie pour l'essor de l'écosystème québécois en intelligence artificielle*. Économie, science et innovation Québec.
- [13] Conseil supérieur de l'éducation & Commission de l'éthique en science et en technologie. (2024). *Intelligence artificielle générative en enseignement supérieur : enjeux pédagogiques et éthiques*. Gouvernement du Québec. <https://collimateur.uqam.ca/rapport-2024-ia-generative/>
- [14] Cour des Comptes. (2014, février). *Évaluation de la stratégie Maroc Numérique 2013*. Maroc.
- [15] Culture RH. (n.d.). *Innovations pédagogiques et intelligence artificielle*. <https://culture-rh.com>
- [16] El Addouli, Y., El Khoukhi, F., & Benmokhtar, S. (2021). Les défis de l'intégration des TICE dans l'enseignement au Maroc. *Revue Internationale des Technologies en Pédagogie Universitaire*, 18(2), 112-128.
- [17] El Azzouzi, M., et al. (2024). *L'intégration des TIC dans l'enseignement des sciences de la vie et de la terre au Maroc : État des lieux et défis à relever*. ResearchGate.
- [18] El Khadiri, K., et al. (2021). AI research and education in Morocco: Current state and future prospects. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 123-137.
- [19] Elmadhi, Y., Chiahou, B., Belghyti, D., Elkharim, K., & Elhalouani, H. (2017). *Intégration des TICE dans l'enseignement des sciences de l'ingénieur dans la filière sciences technologies mécaniques aux lycées du Maroc : Réalité et obstacles*. ResearchGate.
- [20] El Ouahabi, M., El Khoukhi, F., & El Yassini, A. (2021). Challenges and opportunities of artificial intelligence in Morocco: A case study. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(5), 1-8. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120501>
- [21] Elmehdi Adnani et Amine Haouani. (2024, juin). L'intelligence artificielle au Maroc : entre éthique et réglementation. *Revue internationale de la recherche scientifique*.
- [22] EcoActu. (2025, 23 juin). *AIWA 2025 : 10 écoles marocaines au coude-à-coude pour coder l'IA*. <https://ecoactu.ma/aiwa-2025-ecoles-marocaines-youcode-ia/>
- [23] Eynon, R. (2021). *Education and technology: Critical approaches*. Bloomsbury Academic.
- [24] ENSIASD. (2025). *École Nationale Supérieure de l'Intelligence Artificielle et Sciences des Données*. <https://ensiasd.uiz.ac.ma/>
- [25] Fal Merkaz, A. (2024). *L'intelligence artificielle (IA) au service de l'éducation au Maroc : défis, opportunités et stratégies*. *Transformations Éducatives*, 2651.
- [26] Fourgous, J.-M. (2012, 24 février). *Apprendre autrement à l'ère numérique* (p. 8). *Rapport de la mission parlementaire*. <http://www.missionfourgous-tice.fr>
- [27] Ganbour, M. E., & Belouali, S. (2024). *Élaboration et validation d'un référentiel éthique de l'intelligence artificielle en éducation : Cas du contexte marocain*. *Médiations et médiatisations*, 18, Article 18. <https://edunumrech.hypotheses.org/13342>
- [28] HCP. (2020, octobre). *Impact du coronavirus sur la situation des enfants : Enquête sur l'impact du Coronavirus sur la situation économique, sociale et psychologique des ménages marocains*. Maroc.
- [29] Instance Nationale d'Évaluation, Conseil Supérieur de l'Éducation, de la Formation et de la Recherche Scientifique. (2014, décembre). *Mise en œuvre de la Charte nationale d'éducation et de formation 2000-2013 : acquis, déficits et défis*. Maroc.
- [30] Institut royal des études stratégiques (Ires). (2024, 4 mars). *Intelligence artificielle de confiance : levier de changement en faveur d'un développement accéléré du Maroc* [Rapport de synthèse].
- [31] Jaldi, A. S. (2022, octobre). L'intelligence artificielle au Maroc : entre encadrement réglementaire et stratégie économique. *Policy Brief, Policy Center for the New South*, n°59.
- [32] Kabbaj, H. (2023). Partenariats université-entreprise pour l'innovation pédagogique : Le cas de l'IA au Maroc. *Actes du Colloque International sur les Technologies Éducatives*, Rabat.
- [33] L'Économiste Campus. (2024, 3 juin). *Deux écoles publiques entièrement dédiées à l'IA*. <https://campus.leconomiste.com/blog/2024/06/03/deux-ecoles-publiques-entierement-dediees-a-lia/>
- [34] Le Desk. (2026, 13 janvier). *Maroc IA 2030 : le gouvernement dévoile sa feuille de route et affiche ses ambitions*. <https://ledes.ma/2026/01/12/maroc-ia-2030-le-gouvernement-devoile-sa-feuille-de-route-et-affiche-ses-ambitions/>
- [35] Lepage, A., & Roy, N. (2023). *Une recension des écrits de 1970 à 2022 sur les rôles de l'enseignant et de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'IA en éducation*. *Médiations et médiatisations*, 16, 9–29.
- [36] Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.
- [37] Ministère de l'Éducation nationale. (2015). *Vision stratégique 2015-2030 pour une école de l'équité, de la qualité et de la promotion*. Rabat : Autorité marocaine.

- [38] Ministère de l'Éducation nationale, de la Formation professionnelle, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique. (2019). *Vision stratégique 2030 pour la réforme du système éducatif marocain*. Royaume du Maroc.
- [39] Ministère de l'Industrie, du Commerce et de l'Économie numérique. (2018). *Stratégie Maroc Digital 2020*. Rabat : Autorité marocaine.
- [40] Ministère de l'Industrie et du Commerce. (2023). *Stratégie nationale pour l'intelligence artificielle*. <https://www.mcinet.gov.ma>
- [41] Morocco AI Movement. (2022). *Building an AI ecosystem in Morocco* [Rapport annuel 2022]. <https://www.moroccoai.ma/reports/2022>
- [42] Noble, S. U. (2018). *Algorithms of oppression: How search engines reinforce racism*. NYU Press.
- [43] Organisation mondiale de la Santé. (2024, 18 janvier). *Lignes directrices sur l'éthique et la gouvernance de l'IA pour les grands modèles multimodaux*. <https://www.who.int/fr/news/item/18-01-2024-who-releases-ai-ethics-and-governance-guidance-for-large-multi-modal-models>
- [44] Panagiotidis, P., Krystalli, P., & Arvanitis, P. (2018). *Technology as a motivational factor in foreign language learning*. *European Journal of Education*, 6(1), 69–84.
- [45] Parlement européen. (2024). *Règlement sur l'intelligence artificielle (AI Act)*. Journal officiel de l'Union européenne. <https://artificialintelligenceact.eu/>
- [46] Razkaoui, Y. (2025). *L'impact de l'intelligence artificielle sur l'avenir de l'enseignement supérieur au Maroc : Une perspective futuriste*. *Revue des Études Multidisciplinaires en Sciences Économiques et Sociales*, 10(2).
- [47] Razouki, H., Cherradi, B., Hair, A., & Razouki, A. (2025). *L'impact de l'intelligence artificielle sur l'enseignement et l'apprentissage: Enjeux et perspectives*. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 214, p. 01010). EDP Sciences.
- [48] Saad Jaldi, A. (2022, octobre). *L'intelligence artificielle au Maroc : entre encadrement réglementaire et stratégie économique*. *Policy Brief*, *Policy Center for the New South*, n°59.
- [49] Schmidt, T., & Strasser, T. (2022). *Artificial intelligence in foreign language learning and teaching: A CALL for intelligent practice*. *Anglistik: International Journal of English Studies*, 33(1), 165–184.
- [50] Selwyn, N. (2016). *Is technology good for education?* Polity Press.
- [51] Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press.
- [52] Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford University Press.
- [53] Sparrow, B., Liu, J., & Wegner, D. M. (2011). *Google effects on memory: Cognitive consequences of having information at our fingertips*. *Science*, 333(6043), 776–778. <https://doi.org/10.1126/science.1207745>
- [54] UM6P. (2022). *Rapport annuel 2022: Centre de Recherche en Intelligence Artificielle*. Université Mohammed VI Polytechnique. <https://www.um6p.ma>
- [55] UNESCO. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*. UNESCO Publishing.
- [56] UNESCO. (2021). *Recommandation sur l'éthique de l'intelligence artificielle*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377777>
- [57] UNESCO. (2023). *Rapport sur l'impact de l'IA sur les compétences intellectuelles* (p. 28). UNESCO.
- [58] UNESCO. (2024). *Utilisation des TIC dans l'éducation : Expériences internationales*. *Rapport du Prix UNESCO-Roi Hamad Bin Isa Al-Khalifa*.
- [59] UNESCO, Bureau de Rabat. (2024). *Rapport d'évaluation de l'état de préparation à l'intelligence artificielle*. Unesco.
- [60] World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum.
- [61] Wakrim, N., & M'Barki, M. A. (2026). *Intelligence artificielle et qualité de l'enseignement au Maroc : état des lieux, défis et perspectives*. *Revue de l'École Supérieure de l'Éducation et de la Formation (RISE)*, 7, 142–156. <https://revue-rise.uiz.ac.ma/index.php/rise/article/view/121>
- [62] Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). *Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education*. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>