

L'Intégrité Scientifique à l'ère de l'Intelligence Artificielle : Un socle essentiel pour une recherche innovante

Scientific Integrity in the Age of Artificial Intelligence: A Core Foundation for Innovative Research

Amal SALLAKI, (Doctorante)

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

Youssef NAIT BELAID, (Enseignant-chercheur en sciences de l'éducation)

*Expert consultant en éducation formation et développement
 Faculté des Sciences de l'Éducation
 Université Mohammed V de Rabat, Maroc*

Adresse de correspondance :	Faculté des Sciences de l'Éducation Boulevard Mohammed Ben Abdellah Regragui, Rabat 10000 05377-74278
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	SALLAKI, A., & NAIT BELAID, Y. (2024). L'Intégrité Scientifique à l'ère de l'Intelligence Artificielle : Un socle essentiel pour une recherche innovante. <i>International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics</i> , 5(12), 583-601. https://doi.org/10.5281/zenodo.14538194
Licence	Cet article est publié en open Access sous licence CC BY-NC-ND

Received: October 27, 2024

Accepted: December 17, 2024

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

ISSN: 2658-8455

Volume 5, Issue 12 (2024)

L'Intégrité Scientifique à l'ère de l'Intelligence Artificielle : Un socle essentiel pour une recherche innovante

Résumé

L'intégration croissante de l'intelligence artificielle (IA) dans la recherche scientifique soulève des questions cruciales d'intégrité et d'éthique. Bien que l'IA offre des capacités avancées pour analyser, modéliser et explorer les données, son utilisation doit respecter des normes strictes de rigueur et de transparence. L'IA peut simplifier la détection des biais, la reproduction des expériences et l'identification des résultats frauduleux. Toutefois, cela comporte également des risques, tels que l'utilisation excessive d'algorithmes opaques, la généralisation de résultats à partir de données incomplètes et la manipulation involontaire des conclusions. Cet article, basé sur une approche théorique, explore ces enjeux et propose des recommandations pour intégrer l'IA de manière responsable dans les pratiques de recherche. Il met en avant la nécessité de former les scientifiques, de mettre en place des procédures de validation et d'audit des modèles, en plus de réviser les normes de communication et de partage des données. L'IA peut également renforcer l'intégrité scientifique en automatisant certaines tâches fastidieuses, facilitant la collaboration interdisciplinaire et améliorant la reproductibilité des études. Une collaboration fructueuse entre l'IA et l'esprit critique est possible, permettant de faire progresser la science plus rapidement et de manière plus fiable. Quelles sont les meilleures pratiques pour utiliser l'IA sans compromettre l'intégrité scientifique ? Comment former et équiper les chercheurs pour une utilisation responsable de l'IA ? Quels cadres éthiques et réglementaires sont nécessaires pour encadrer l'utilisation de l'IA ? Ce champ de recherche, situé à la croisée des considérations éthiques, méthodologiques et épistémologiques, vise à faire progresser la science de manière plus rapide, fiable et responsable.

Mots clés : Intelligence artificielle (IA), Recherche scientifique, Collaboration interdisciplinaire, Normes méthodologiques

Classification JEL : 120

Type du papier : Recherche théorique

Abstract

The increasing integration of artificial intelligence (AI) in scientific research raises crucial questions of integrity and ethics. Although AI offers advanced capabilities for analyzing, modeling, and exploring data, its use must adhere to strict standards of rigor and transparency. AI can simplify bias detection, experiment replication, and identification of fraudulent results. However, it also entails risks such as the excessive use of opaque algorithms, generalizing results from incomplete data, and unintentional manipulation of conclusions. Therefore, it is essential to establish precise guidelines for responsibly integrating AI into research methods, including scientist training, implementing model validation and auditing procedures, as well as revising standards for data communication and sharing. AI can also enhance scientific integrity by automating tedious tasks, facilitating interdisciplinary collaboration, and improving study reproducibility. Successful collaboration between AI and critical thinking is possible, enabling faster and more reliable scientific advancements. What are the best practices for using AI without compromising scientific integrity? How can researchers be trained and equipped for responsible AI use? What ethical and regulatory frameworks are necessary to oversee AI usage? This research field, at the intersection of ethical, methodological, and epistemological considerations, aims to advance science in a faster, more reliable, and responsible manner.

Keywords: Artificial intelligence (AI), Scientific research, Interdisciplinary collaboration, Methodological standards.

JEL Classification: 120

Paper type: Theoretical Research

1. Introduction :

L'intégration croissante de l'intelligence artificielle (IA) dans la recherche scientifique constitue une révolution majeure comparable à l'avènement de l'informatique ou de la génomique. Les capacités avancées de l'IA promettent d'accélérer considérablement le rythme des découvertes scientifiques. Cependant, cette avancée soulève des questions cruciales d'intégrité scientifique et d'éthique, nécessitant l'établissement de normes rigoureuses pour garantir une utilisation transparente et responsable de l'IA par les chercheurs.

Ce domaine de recherche, situé à la croisée des considérations éthiques, méthodologiques et épistémologiques, vise à faire progresser la recherche scientifique de manière plus rapide, fiable et responsable. Bien que des études telles que celles de (Gil et al., 2014). aient mis en évidence le potentiel de l'IA pour accélérer les processus scientifiques, des travaux plus récents soulignent la complexité des risques posés par son utilisation. À titre d'exemple (Roche et al., 2021) explorent l'impact des biais algorithmiques sur la validité des résultats, tandis que (Fanelli, 2009) met en lumière les pressions académiques qui pourraient compromettre l'intégrité scientifique dans un contexte technologique en mutation. L'IA connaît un essor spectaculaire dans des disciplines variées telles que la biologie, la physique, les sciences sociales et l'ingénierie. Les algorithmes d'apprentissage automatique permettent, à titre probant, d'analyser des volumes massifs de données à une vitesse et avec une précision sans précédent, automatisant des tâches autrefois fastidieuses.

De plus, les capacités de modélisation de l'IA peuvent révéler des schémas complexes et des relations dans les données ouvrant ainsi la voie à de nouvelles hypothèses et découvertes.

Ainsi (Cathy Roche, P.J. Wall, David Lewis, 2024) explorent l'impact des biais algorithmiques sur la validité des résultats, tandis que (Fanelli, 2009) met en lumière les pressions académiques qui pourraient compromettre l'intégrité scientifique dans un contexte technologique en perpétuelle mutation. Ces pressions incluent la **compétition accrue** pour les financements et la publication, qui peuvent inciter certains chercheurs à adopter des pratiques discutables, telles que la **falsification des données** ou le **plagiat**. En effet, l'intégrité scientifique est essentielle pour maintenir la **confiance du public** envers la recherche, comme l'indiquent plusieurs études sur les enjeux de l'intégrité dans le milieu académique (Alunno-Bruscia et al., 2023)

En revanche, les progrès rapides de l'IA ont un impact profond sur divers domaines, y compris la recherche scientifique. Par conséquent, l'intégration de l'IA dans les processus scientifiques soulève des questions primordiales concernant l'intégrité scientifique, le risque de propagation des préjugés et l'évolution des rôles et des responsabilités des chercheurs. Bien que les outils et techniques alimentés par l'IA promettent d'accélérer et d'améliorer divers aspects du processus de recherche – de la collecte et l'analyse des données à la génération d'hypothèses et en fin à l'élaboration de modèles – leur prolifération nécessite un examen minutieux des considérations éthiques et d'intégrité qui en découlent. (Gil et al., 2014).

Par ailleurs, le cadre théorique de cette recherche repose sur l'exploration des interactions complexes entre l'intelligence artificielle (IA) et les principes d'intégrité scientifique. D'une part, l'IA offre des capacités avancées pour l'analyse, la modélisation et l'exploration des données, facilitant la détection des biais, la reproduction des expériences et l'identification des résultats frauduleux. D'autre part, l'utilisation de l'IA présente des risques liés aux algorithmes opaques, à la généralisation à partir de données incomplètes et à la manipulation involontaire des conclusions. Ainsi, le cadre théorique s'appuie sur la nécessité de normes strictes de rigueur et de transparence, tout en reconnaissant l'importance de directives précises pour une intégration responsable de l'IA. Cela inclut la formation des scientifiques, la mise en place de procédures de validation et d'audit des modèles, ainsi que la révision des normes de communication et de partage des données.

En outre, la littérature met en exergue le risque de partialité et de discrimination algorithmique, une préoccupation urgente à laquelle il faut répondre activement. Les chercheurs doivent rester vigilants dans le but s'assurer que les systèmes d'IA utilisés ne perpétuent pas ou n'amplifient pas les préjugés sociétaux, ce qui pourrait affecter considérablement la validité et la fiabilité des résultats scientifiques. La transparence et la responsabilité dans le développement et le déploiement de ces outils d'IA sont très importantes en raison de leur contribution dans l'atténuation des risques de décisions biaisées ou opaques qui pourraient compromettre l'intégrité scientifique de la recherche.

La problématique de cette recherche se concentre donc sur les défis et les opportunités posés par l'intégration croissante de l'intelligence artificielle (IA) dans la recherche scientifique notamment en ce qui concerne le maintien et le renforcement de l'intégrité scientifique. Alors que l'IA a le potentiel d'améliorer considérablement la capacité des chercheurs à analyser, modéliser et explorer les données, elle introduit également des risques et des incertitudes qui doivent être soigneusement gérés. Par conséquent, la question centrale est de déterminer comment utiliser l'IA pour accélérer et améliorer la recherche scientifique sans compromettre les normes de rigueur, de transparence et d'éthique.

Enfin, le plan de cet article est structuré en plusieurs parties afin d'examiner en profondeur l'intégration de l'IA dans la recherche scientifique. La première partie comporte en premier lieu une revue conceptuelle incluant une définition de plus qu'un cadre contextuel et en deuxième lieu une revue théorique énumérant les théories en lien avec l'IA, le numérique et les parties prenantes ceci en mettant en évidence l'importance de l'intégrité scientifique et ses défis majeurs à l'ère de l'IA qu'elle pose en termes de rigueur et de transparence. La deuxième partie se concentre sur la croissance de l'utilisation de l'IA, soulignant les avantages et opportunités offerts par l'IA, tels que l'amélioration de la reproductibilité, la détection des biais et la facilitation de la collaboration interdisciplinaire. La troisième partie explore les capacités avancées dans le contexte marocain, analysant les politiques et les infrastructures locales, ainsi que des cas d'usage spécifiques de l'IA dans différents secteurs et dans la recherche scientifique au Maroc, et se penche sur la formation et l'équipement des chercheurs, en discutant des approches et des meilleures pratiques pour une utilisation responsable de l'IA, y compris les procédures de validation et d'audit des modèles et les normes de communication et de partage des données. Et finalement, la cinquième partie propose des perspectives tout en concluant sur l'importance d'une collaboration fructueuse entre l'IA et l'esprit critique pour faire progresser la science de manière rapide, fiable et éthique, avec des recommandations pour l'avenir.

2. Revue conceptuelle : Définition et contexte

L'intégrité scientifique est la pierre angulaire de la crédibilité et de la fiabilité de la recherche. Elle repose sur un ensemble de principes fondamentaux : la rigueur, qui assure une méthodologie solide et reproductible ; la transparence, qui permet à la communauté scientifique de vérifier les données et les résultats ; l'honnêteté, qui exclut toute forme de falsification, de fabrication ou de plagiat ; et l'éthique, qui garantit le respect des normes morales dans la conduite des travaux scientifiques (Shamoo & Resnik, 2007). Ces principes sont cruciaux pour préserver la confiance du public et des institutions envers les résultats scientifiques, surtout dans le contexte actuel de l'intelligence artificielle, où l'opacité des algorithmes et les biais peuvent compromettre la validité des découvertes (Roche et al., 2021). Par ailleurs, la pression académique, en particulier celle liée à la nécessité de publier rapidement, ainsi que les éventuels conflits d'intérêts, augmente les risques de pratiques non conformes. Cela rend primordial l'établissement de mécanismes de surveillance et de formations continues pour renforcer l'intégrité des chercheurs. Dans ce sens, l'intégrité scientifique dépasse les valeurs abstraites et se présente comme une exigence pratique essentielle pour assurer la solidité et l'impact des recherches dans un contexte de plus en plus numérique et interconnecté.

Et afin de bien développer le concept de cette section, nous allons commencer par définir L'intelligence artificielle (IA) qui fait référence à la capacité des machines à réaliser des tâches qui exigent habituellement un certain degré d'intelligence humaine, comme l'apprentissage automatique, le traitement du langage naturel et la vision par ordinateur (Waditwar, 2024). Elle est appliquée dans divers secteurs tels que la santé, la finance et l'éducation, où elle présente des opportunités significatives en termes d'efficacité, d'innovation et de poussée vers des découvertes scientifiques rapides. Néanmoins, son utilisation soulève d'importants enjeux éthiques, notamment les biais algorithmiques, la protection de la vie privée et les préoccupations relatives à l'opacité des systèmes. En parallèle, l'intégrité scientifique, qui se définit par l'adhésion à des principes de rigueur, de transparence, d'honnêteté et d'éthique, est cruciale pour assurer la fiabilité des recherches dans ce cadre.

Alors l'intégrité scientifique repose sur des principes fondamentaux tels que la rigueur, la transparence et la responsabilité, qui sont fondamentaux pour mener des recherches de manière éthique. Elle s'appuie sur un ensemble de normes éthiques, incluant l'honnêteté, la reproductibilité des résultats et la clarté dans la communication des méthodes et des découvertes. Ce concept englobe les règles et valeurs qui régissent les activités de recherche, garantissant ainsi leur honnêteté et leur rigueur. L'intégrité scientifique est essentielle pour assurer l'impartialité des études et l'objectivité de leurs résultats.

D'après (Alunno-Bruscia et al., 2023) L'intégrité scientifique, désigne l'ensemble des principes et des valeurs fondamentales qui guident les pratiques de recherche, assurant ainsi leur honnêteté, leur rigueur et leur transparence. Elle constitue un pilier essentiel pour établir la confiance entre les chercheurs et la société, et pour garantir la qualité des résultats scientifiques. Cette notion est formalisée dans des textes fondateurs tels que le Code de la recherche en France, et elle trouve une large reconnaissance internationale, notamment à travers la Déclaration de Singapour sur l'intégrité en recherche. L'intégrité scientifique englobe plusieurs principes de base, tels que la fiabilité, l'honnêteté, le respect, et la responsabilité, qui sont cruciaux pour le bon déroulement des travaux de recherche et la confiance du public dans la science.

L'éthique de la recherche, qui découle directement de ces principes, fait référence aux normes morales qui encadrent le travail des chercheurs. Elle inclut des considérations essentielles sur le bien-être des sujets de recherche et sur les implications sociétales des découvertes scientifiques. Quant à la déontologie, elle se réfère aux règles spécifiques et codifiées qui régissent la conduite professionnelle des chercheurs, généralement définies par des institutions ou des associations professionnelles.

L'intégrité scientifique repose également sur diverses théories éthiques, qui orientent les comportements des chercheurs dans leur pratique quotidienne. Parmi celles-ci, l'honnêteté est fondamentale : les chercheurs doivent adhérer aux bonnes pratiques de leur discipline, en choisissant des méthodes appropriées et en évitant de diffuser des informations non vérifiées ou non fondées. L'indépendance, autre principe clé, stipule que les choix méthodologiques et interprétatifs ne doivent pas être influencés par des pressions extérieures ou par des considérations non scientifiques. Enfin, la responsabilité, tant individuelle que collective, est un principe essentiel, chaque acteur de la recherche étant responsable de ses actions et devant promouvoir une culture d'intégrité au sein de son institution, garantissant ainsi l'éthique et la qualité de la recherche dans son ensemble. (*Qu'est-ce que l'intégrité scientifique ?* - OFIS, s. d.).

3. Revue théorique

Dans cette partie, nous examinerons les principes théoriques essentiels qui soutiennent l'intégration de l'intelligence artificielle (IA) et des technologies numériques dans la recherche

scientifique, tout en prenant en considération le rôle des parties prenantes.

Les concepts théoriques liés à l'intelligence artificielle (IA), au numérique et aux acteurs fournissent une fondation décisive pour étudier leur influence sur la recherche scientifique. L'adoption des technologies IA dans les pratiques de recherche est influencée par l'utilité perçue et la facilité d'utilisation, comme le montre le modèle TAM (Technology Acceptance Model) (Davis, 1989). De plus, la théorie des systèmes socio-techniques examine comment les technologies numériques interagissent avec les structures sociales, mettant en évidence les changements organisationnels causés par l'intelligence artificielle (*Socio-Technical Systems: From Design Methods to Systems Engineering*),. Selon (Roche et al., 2021), la théorie des biais algorithmiques souligne les distorsions causées par les données ou les algorithmes, ce qui met en péril l'intégrité scientifique.

La revue théorique sur l'intelligence artificielle (IA) et le numérique met en lumière plusieurs concepts clés et leur impact sur les parties prenantes. D'abord, l'IA est souvent définie par la **théorie de la simulation de l'intelligence humaine**, qui vise à créer des machines capables de reproduire des capacités cognitives humaines grâce à des mécanismes comme l'apprentissage automatique et les réseaux de neurones. Les **théories de l'apprentissage**, telles que le connectivisme, soulignent que l'acquisition de connaissances se produit dans un réseau d'informations interconnectées, ce qui est particulièrement pertinent dans le contexte numérique actuel. La **théorie des baïonnettes intelligentes** aborde la responsabilité éthique des concepteurs d'IA, insistant sur la nécessité d'intégrer des valeurs éthiques pour éviter des conséquences imprévues. Parallèlement, la **théorie de la transformation numérique** examine comment le numérique modifie les processus organisationnels et les interactions humaines, facilitant ainsi l'accès aux données et la collaboration internationale dans la recherche scientifique. Dans ce contexte, les parties prenantes jouent un rôle crucial : les chercheurs et universités innovent en développant de nouvelles applications tout en respectant les normes éthiques ; les industries technologiques doivent intégrer ces considérations dans leurs produits ; les gouvernements établissent des cadres réglementaires pour guider le développement éthique de l'IA ; et la société civile est essentielle pour exprimer ses préoccupations concernant la vie privée et l'équité. Ensemble, ces éléments soulignent l'importance d'une approche collaborative et éthique pour naviguer dans le paysage complexe de l'IA et du numérique.

- **Théories liées à l'IA et au numérique**

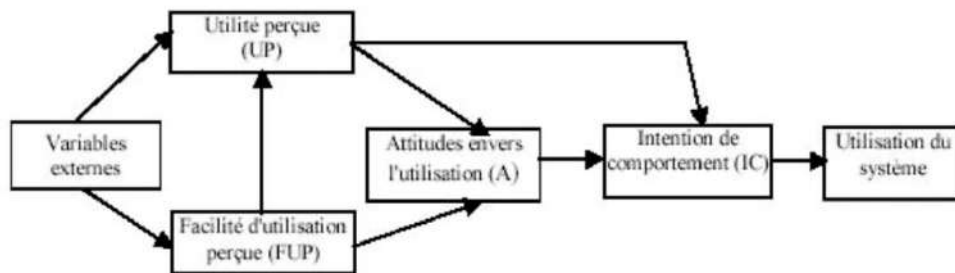
Modèle TAM (Technology Acceptance Model) : Ce modèle explique les facteurs influençant l'adoption de l'IA par les chercheurs, notamment l'utilité perçue et la facilité d'utilisation. Le modèle TAM (Technology Acceptance Model) est un cadre théorique qui vise à expliquer et prédire l'acceptation des nouvelles technologies par les utilisateurs. Ce modèle repose sur plusieurs composantes clés. (« TAM, Modèle d'acceptation des technologies », 2016).

Tout d'abord, les **variables externes**, (figure 1) qui incluent des facteurs contextuels tels que la formation, l'expérience préalable, ou les caractéristiques du système, influencent directement les perceptions des utilisateurs. Ces perceptions se divisent en deux concepts fondamentaux : l'utilité perçue (UP), définie comme la croyance qu'un système améliorera la performance dans une tâche spécifique, et la facilité d'utilisation perçue (FUP), qui évalue le degré d'effort nécessaire pour utiliser le système. Ces deux perceptions jouent un rôle crucial dans la formation des attitudes envers l'utilisation (A), c'est-à-dire les sentiments positifs ou négatifs qu'un utilisateur peut avoir vis-à-vis de la technologie. Ces attitudes influencent ensuite l'intention de comportement (IC), qui reflète l'engagement d'un individu à adopter la technologie. Finalement, l'intention de comportement se traduit par l'utilisation effective du système. Ce modèle met ainsi en lumière les interactions complexes entre ces différents facteurs pour expliquer pourquoi et comment les technologies sont acceptées ou rejetées.

Le manque d'acceptation par les utilisateurs est depuis longtemps un obstacle au succès des nouveaux systèmes d'information, l'objectif de la plupart des systèmes d'information organisationnels est d'améliorer les performances au travail. Malheureusement, l'impact sur les performances est perdu lorsque les systèmes sont rejetés par les utilisateurs. L'acceptation par les utilisateurs est souvent le facteur déterminant de la réussite ou de l'échec d'un projet de système d'information. La présente recherche utilise le modèle d'acceptation de la technologie (TAM) pour étudier les raisons pour lesquelles les utilisateurs acceptent ou rejettent la technologie de l'information et comment l'acceptation de l'utilisateur est influencée par les caractéristiques du système, d'un point de vue pratique, nous souhaitons non seulement expliquer pourquoi un système est inacceptable pour un ensemble d'utilisateurs, mais aussi comprendre comment améliorer l'acceptation par les utilisateurs grâce à la conception du système. Le choix des caractéristiques fonctionnelles et d'interface d'un nouveau système est largement sous le contrôle des concepteurs, développeurs, sélectionneurs et gestionnaires de systèmes d'information. Il est nécessaire de disposer d'un modèle permettant de comprendre comment ces choix de conception affectent l'acceptation par les utilisateurs sur le lieu de travail.

Le TAM proposé est illustré à la figure 1. L'attitude générale d'un utilisateur potentiel à l'égard d'un système donné est supposée être un facteur déterminant de son utilisation effective. L'attitude à l'égard de l'utilisation, à son tour, est en fonction de deux croyances : l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue. La facilité d'utilisation perçue a un effet causal sur l'utilité perçue. Les caractéristiques de conception du système influencent directement l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue. Les caractéristiques de conception du système ont un effet indirect sur l'attitude à l'égard de l'utilisation et le comportement d'utilisation réel par le biais de leur effet direct sur l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue. (User acceptance of information technology : system characteristics, user perceptions and behavioral impacts, TAM, Modèle d'acceptation des technologies, 2016).

Figure 1: Le modèle TAM dans sa première version



Source : TAM, Modèle d'acceptation des technologies, 2016

La figure 2 présente une version améliorée du modèle d'acceptation technologique (TAM 2), qui intègre des éléments contextuels, sociaux et organisationnels afin de mieux appréhender les facteurs qui influencent l'adoption d'une technologie. Ce modèle est basé sur une interaction complexe entre différentes variables qui ont un impact sur l'utilité perçue et l'intention d'utilisation, qui influencent en fin de compte le comportement d'utilisation réel.

Tout d'abord, les variables sociales comme la **norme subjective** (subjective norm) jouent un rôle clé, cette norme reflète la pression sociale ou les attentes perçues des collègues, supérieures ou paires concernant l'utilisation d'une technologie. Elle influence directement l'**utilité perçue**, car si les autres jugent la technologie utile, l'utilisateur sera plus enclin à en reconnaître les avantages. De plus, la **norme subjective** impacte l'**intention d'utilisation** de manière

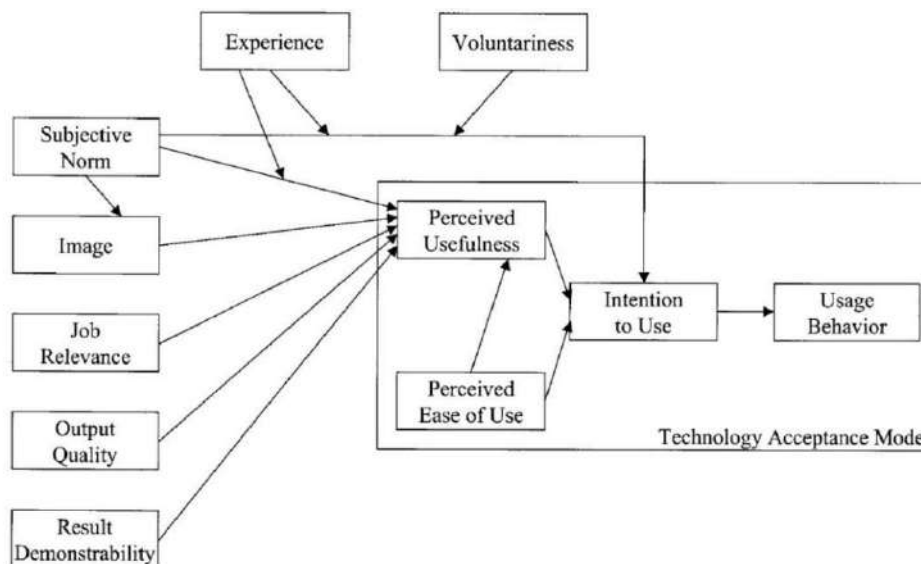
particulièrement significative chez les nouveaux utilisateurs ou dans des contextes où l'utilisation est perçue comme obligatoire.

Ensuite, des facteurs liés aux caractéristiques spécifiques de la tâche ou du système renforcent l'**utilité perçue**. Par exemple, la **pertinence au travail** (Job Relevance) mesure dans quelle mesure la technologie est perçue comme essentielle pour accomplir des tâches spécifiques. La **qualité des résultats** (Output Quality) évalue la capacité de la technologie à produire des résultats satisfaisants, tandis que la **démontrabilité des résultats** (Result Demonstrability) reflète la facilité avec laquelle un utilisateur peut percevoir ou démontrer les bénéfices de la technologie. Ces éléments influencent directement l'idée que la technologie est utile, ce qui motive l'utilisateur à s'y engager. (Kefi, 2010).

Le processus global est influencé par deux variables contextuelles : l'expérience et le volontariat (Voluntariness), la norme subjective est influencée par l'expérience, car plus un utilisateur est expérimenté, moins il est soumis à la pression sociale. D'autre part, le volontariat, c'est-à-dire l'idée que l'usage de la technologie est optionnel, s'inscrit dans la continuité entre la norme subjective et l'intention d'usage. En cas de contrainte d'utilisation, les utilisateurs peuvent ressentir une certaine contrainte, ce qui peut influencer leur attitude envers le système. En résumé, cette version étendue du modèle TAM met en évidence une dynamique entre les perceptions personnelles (utilité et facilité d'utilisation), les influences sociales (norme subjective) et les caractéristiques contextuelles (pertinence et démontrabilité), pour expliquer comment et pourquoi une technologie est acceptée et utilisée.

Parallèlement, la **facilité d'utilisation perçue** (Perceived Ease of Use) joue un rôle fondamental dans le modèle. Plus une technologie est perçue comme facile à utiliser, plus elle a de chances d'être adoptée, car elle diminue les efforts nécessaires pour apprendre et s'adapter au système. La facilité d'utilisation contribue également indirectement à l'**utilité perçue**, car un outil accessible est souvent jugé plus efficace et pertinent.

Figure 2 : Proposed TAM2-Extension of the Technology Acceptance Model



Source : TAM, *Modèle d'acceptation des technologies*, 2016

• Théorie des systèmes socio-techniques

La théorie sociotechnique est fondée sur l'idée que la conception et les performances de tout système organisationnel ne peuvent être comprises et améliorées que si les éléments « sociaux » et « techniques » sont rassemblés et traités comme des parties interdépendantes d'un système complexe.

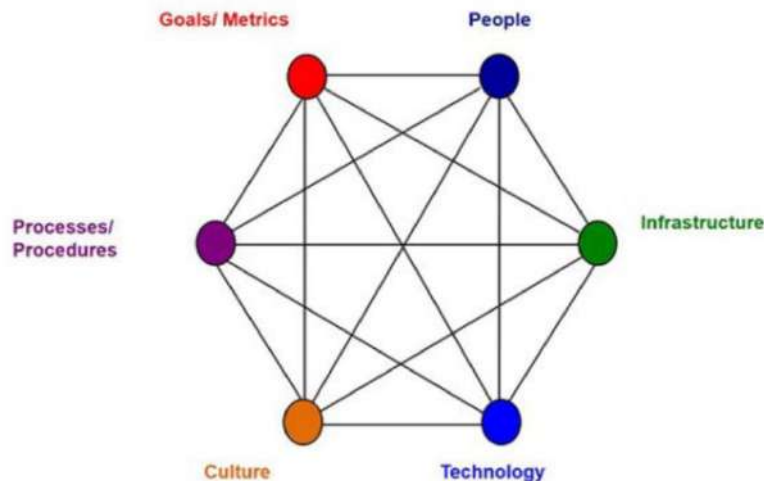
L'échec des programmes de changement organisationnel réside dans leur focalisation excessive

sur un seul aspect du système, généralement la technologie, et leur incapacité à analyser et à comprendre les interdépendances complexes qui existent.

Cela ressemble à la création d'un produit technique complexe comme un moteur à turbine à gaz. Toute modification de ce système technique complexe doit prendre en considération les conséquences sur le reste du moteur, toute modification au sein d'un système organisationnel doit également prendre en considération ces conséquences.

Peu de personnes, voire aucune, seront capables de comprendre tous les aspects interdépendants du fonctionnement des systèmes complexes. C'est le cas des produits d'ingénierie complexes et c'est le cas des systèmes organisationnels également. Cela signifie que pour comprendre et améliorer, il est essentiel de faire participer toutes les parties prenantes essentielles, y compris celles qui travaillent dans les diverses parties du système. Ainsi, la « participation des utilisateurs » est essentielle pour comprendre et changer le système, et dans cette optique, le concept d'« utilisateur » est défini de manière étendue afin d'inclure toutes les parties prenantes essentielles.

Figure 3 : Interactions des Systems Socio-Techniques



Source : Socio-Technical Systems: From Design Methods to Systems Engineering, 2011.

La figure illustre les principes fondamentaux de la théorie des systèmes sociotechniques, qui met en avant l'interconnexion entre six composantes clés d'un système organisationnel : les individus, la technologie, l'infrastructure, la culture, les processus et procédures, ainsi que les objectifs et mesures. Cette approche systémique souligne que ces éléments ne fonctionnent pas de manière isolée, mais sont interdépendants. Par exemple, l'introduction d'une nouvelle technologie peut influencer les processus organisationnels, nécessiter une adaptation des compétences des individus et modifier la culture de l'organisation. Les individus, représentés dans le schéma, jouent un rôle central, car leurs compétences et leur engagement déterminent le succès des initiatives. La technologie et l'infrastructure fournissent les outils et ressources nécessaires pour soutenir les activités, tandis que la culture, constituée des valeurs et normes partagées, façonne l'environnement de travail. Les processus et procédures assurent la coordination et la standardisation, et les objectifs, accompagnés de mesures de performance, permettent d'évaluer l'efficacité du système. En somme, cette théorie met l'accent sur l'importance de l'équilibre et de l'alignement entre les dimensions sociale et technique pour garantir un fonctionnement optimal et durable de l'ensemble du système.

- **Théories des parties prenantes**

Selon (Pesqueux, s. d.), la Théorie des parties prenantes offre un cadre permettant de déterminer les rôles et les responsabilités des divers acteurs impliqués dans un système spécifique. Cette

théorie met en évidence l'importance d'une approche collaborative et éthique entre les acteurs essentiels tels que les chercheurs, les institutions académiques, les gouvernements et les entreprises privées dans le cadre de l'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans la recherche scientifique. Il est essentiel que chaque acteur joue un rôle essentiel dans l'intégration responsable de l'IA, en s'assurant que les intérêts de chacun soient pris en considération et que les conséquences sociales, éthiques et environnementales soient évaluées avec soin.

Les chercheurs, par exemple, ont pour mission d'appliquer rigoureusement les méthodes scientifiques et de gérer les risques associés à l'intelligence artificielle. Il est essentiel que les établissements universitaires et les gouvernements élaborent des politiques et des infrastructures qui favorisent l'innovation tout en assurant la sécurité des données et la transparence. De leur côté, les sociétés privées doivent s'assurer que leurs technologies respectent les normes éthiques et qu'elles jouent un rôle positif dans le développement de la recherche scientifique. L'objectif de ce cadre est de garantir une gestion commune de l'IA, où les décisions sont prises de manière inclusive et équitable afin de promouvoir l'innovation tout en respectant les principes d'intégrité et de responsabilité sociale, et il souligne les fonctions et les obligations de chaque acteur, en mettant l'accent sur l'importance de prendre en compte les répercussions sociales, éthiques et environnementales des technologies numériques.

Le développement et l'application de l'intelligence artificielle (IA) et des technologies numériques dans la recherche scientifique sont guidés par un ensemble complexe de principes théoriques. Les modèles théoriques, comme le TAM (Modèle d'Adoption des Technologies) et la théorie des systèmes sociotechniques, fournissent des points de vue essentiels pour appréhender la manière et les raisons d'adopter les technologies, y compris l'IA, dans la recherche. La théorie des systèmes sociotechniques souligne l'importance de l'utilité perçue et de la facilité d'utilisation pour favoriser l'acceptation des technologies, tandis que le modèle TAM souligne que l'innovation technologique se doit d'être accompagnée d'une adaptation des structures sociales et organisationnelles. En revanche, la théorie des préjugés algorithmiques et les questions éthiques qui y sont liées exposent avec clarté l'importance de s'assurer que les technologies respectent l'intégrité scientifique et ne mettent pas en péril les normes de recherche, et il est plus que décisif de respecter des principes éthiques rigoureux pour intégrer l'IA dans la recherche scientifique, tout en favorisant l'innovation, en favorisant une gestion collaborative et équitable entre toutes les parties prenantes.

4. Intégrité Scientifique

L'intégrité scientifique constitue le fondement même de la recherche, garantissant la fiabilité et la crédibilité des résultats (Shamoo & Resnik, 2007). Ce concept englobe un ensemble de valeurs et de normes fondamentales qui régissent les pratiques de recherche, privilégiant l'honnêteté, l'objectivité, la rigueur et la transparence (Read "On Being a Scientist, s. d.). Les chercheurs sont tenus de mener leurs travaux avec soin, en suivant des protocoles de recherche rigoureux et en utilisant des méthodes fiables et validées (Resnik, 2015). La transparence est également essentielle; les chercheurs doivent partager de manière ouverte leurs données, leurs méthodes et leurs résultats avec la communauté scientifique, permettant ainsi la vérification et la réplication des études.

En revanche, l'intégrité scientifique est régulièrement mise à l'épreuve par diverses pressions. En plus clair, la compétition académique acharnée, les conflits d'intérêts potentiels et la pression à publier rapidement sont autant de facteurs qui peuvent compromettre l'objectivité des chercheurs (Hcéres, 2021)). Ces pressions peuvent alors inciter à des pratiques scientifiques douteuses telles que la falsification, la fabrication ou le plagiat de données. À titre probant, les pressions à publier rapidement dans des revues de haut impact peuvent pousser les chercheurs à privilégier la quantité de publications plutôt que leur qualité, augmentant ainsi le risque de

pratiques non éthiques. De plus, les conflits d'intérêts, notamment financiers, peuvent biaiser les résultats et les conclusions des recherches.

Pour promouvoir une culture solide de l'intégrité scientifique, il est crucial de former les chercheurs aux principes de l'éthique de la recherche, avec des formations continues sur les bonnes pratiques et les normes éthiques. Ainsi, des mécanismes de contrôle et de surveillance rigoureux, tels que des comités d'éthique indépendants, doivent être mis en place pour examiner les protocoles de recherche et les rapports de résultats. La sensibilisation du grand public à l'importance de la science intègre et fiable est également essentielle, par le biais de campagnes de communication et d'éducation qui expliquent comment la recherche scientifique est conduite et pourquoi l'intégrité est cruciale.

De même, l'intégrité scientifique est essentielle pour maintenir la confiance du public dans la science et pour garantir que les progrès scientifiques reposent sur des bases solides et vérifiables (Fanelli, 2009). En relevant les défis posés par les pressions académiques et en instaurant une culture de rigueur et d'honnêteté, la communauté scientifique peut assurer que ses contributions seront fiables et bénéfiques à la société.

4.1. Défis majeurs de l'intégrité scientifique à l'ère de l'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle bouleverse le paysage de la recherche scientifique, ouvrant de nouvelles perspectives tout en soulevant des défis inédits en matière d'intégrité scientifique. Aborder ces défis est primordial dans le but de garantir que la recherche menée à l'aide de l'IA soit rigoureuse, fiable et digne de confiance.

Un défi majeur est la transparence et l'attribution. En d'autres termes, il est essentiel de documenter clairement le rôle de l'IA dans la conception, la réalisation et l'analyse de la recherche. Cela permet de retracer les responsabilités, d'évaluer les contributions et de garantir une communication ouverte des méthodes. Le manque de transparence peut conduire à une attribution erronée de la paternité des découvertes, à une mauvaise communication des méthodes d'IA et à une difficulté à reproduire les résultats. Les résultats générés par l'IA doivent être soumis à un examen minutieux par des experts humains pour garantir leur validité, leur fiabilité et leur absence de biais. La sur-validation des résultats, l'omission d'analyses de sensibilité et l'utilisation de données biaisées ou de mauvaise qualité peuvent tous conduire à des conclusions scientifiques erronées. À titre indicatif, une étude de (Roche et al., 2021) souligne que l'utilisation de données biaisées dans des modèles d'IA peut compromettre la validité des résultats de recherche et diminuer la confiance dans les avancées scientifiques.

De surcroît, la promotion d'une culture d'intégrité scientifique au sein des institutions de recherche est très importante. Cela passe par la sensibilisation aux questions d'intégrité de l'IA, la dispense de formations adéquates et l'établissement de mécanismes clairs de signalement des manquements. Les pratiques de revue par les pairs doivent également être renforcées pour tenir compte des défis uniques posés par la recherche menée à l'aide de l'IA, en exigeant des déclarations plus strictes sur les méthodes d'IA, en augmentant l'expertise des réviseurs en matière d'IA et en fournissant des directives claires pour l'évaluation de cette recherche.

4.2 Stratégies pour maintenir l'intégrité scientifique

Favoriser la reproductibilité en partageant ouvertement les codes, les données et les résultats est essentiel pour permettre à d'autres chercheurs de vérifier les résultats, de reproduire les analyses et de s'appuyer sur les travaux existants (Joarson A., s. d.), met en évidence l'importance de développer des procédures claires pour documenter et valider les algorithmes d'IA afin de garantir que les résultats peuvent être reproduits par d'autres chercheurs.

Par ailleurs, il est impératif de concevoir et d'utiliser les systèmes d'IA de manière éthique tout en tenant compte des questions de partialité, de discrimination et d'inclusion. L'IA doit être donc utilisée pour le bien et non pour perpétuer les inégalités existantes ou créer de nouvelles

formes de marginalisation dans la mesure où l'IA présente à la fois des opportunités et des défis pour l'intégrité scientifique. En abordant ces défis de manière proactive et en mettant en place des protections adéquates, nous pouvons garantir que l'IA est utilisée pour faire progresser la connaissance scientifique d'une manière responsable et éthique. De même, en collaborant, les chercheurs, les institutions de recherche et les décideurs politiques peuvent créer un environnement propice à une utilisation de l'IA qui profite à l'ensemble de la société.

5. Croissance de l'utilisation de l'IA dans la recherche scientifique

L'intégration croissante de l'intelligence artificielle (IA) dans la recherche scientifique révolutionne ce domaine, apportant des capacités avancées de traitement des données, d'apprentissage automatique et d'analyse prédictive. Ces innovations offrent des opportunités sans précédent pour accélérer les découvertes scientifiques.

D'une part, l'IA permet de traiter d'énormes quantités de données, ce qui accélère le rythme des découvertes scientifiques. À titre indicatif, l'IA a commencé à faire avancer la découverte scientifique en 2022, et 2023 a vu le lancement d'applications significatives telles qu'AlphaDev pour le tri algorithmique et GNoME pour la découverte de matériaux (*Tendances de l'IA : les 10 infos à retenir de l'AI Index Report*, s. d.). Dans des domaines comme l'astrophysique et la physique des particules, l'IA est capable de traiter des quantités massives de données issues d'expériences (Joarson A., s. d.). Ainsi, l'IA simplifie la détection des biais, la reproduction des expériences et l'identification des résultats frauduleux, améliorant ainsi l'efficacité des recherches.

Néanmoins, cette révolution technologique soulève des questions cruciales d'intégrité scientifique. Autrement dit, les chercheurs doivent s'assurer que les systèmes d'IA sont conçus et utilisés de manière éthique, en maintenant des normes élevées d'honnêteté et de transparence. Il est impératif de reconnaître et de minimiser les biais potentiels introduits par les algorithmes d'IA pour préserver la validité des résultats de recherche et renforcer la confiance dans les avancées scientifiques (Roche et al., 2021).

5.1 Défis de l'intégration de l'IA dans la recherche scientifique

L'intégration de l'IA dans la recherche scientifique pose plusieurs questions critiques nécessitant une attention particulière pour garantir l'intégrité et l'éthique des pratiques de recherche. Il est crucial de s'assurer que les méthodes basées sur l'IA respectent les standards scientifiques les plus élevés. Cela signifie garantir que les algorithmes et les modèles utilisés sont rigoureusement validés et que leurs résultats sont reproductibles. L'opacité des algorithmes pose des problèmes de compréhension et de vérifiabilité des résultats, soulevant la question de savoir comment les chercheurs peuvent s'assurer que leurs collègues et le public comprennent et peuvent vérifier les processus et les conclusions tirées à l'aide de l'IA.

L'utilisation de l'IA comporte des risques tels que la propagation de biais inhérents aux données, la manipulation involontaire des conclusions et la dépendance excessive à des outils technologiques sans une compréhension adéquate de leurs limitations. Il est donc essentiel de déterminer comment ces risques peuvent être mitigés pour éviter des conséquences négatives sur la recherche scientifique. À titre probant : l'opacité des algorithmes, souvent qualifiés de « boîtes noires », peut produire des résultats sans que les chercheurs puissent toujours en comprendre l'origine, ce qui nuit à la transparence et à la vérifiabilité. En outre, il existe un risque de biais dans les données utilisées pour former les modèles d'IA, pouvant conduire à des conclusions erronées ou trompeuses.

Pour relever ces défis, il est primordial de développer des directives claires et robustes pour l'intégration éthique de l'IA dans les pratiques de recherche. Cela passe par la formation adéquate des scientifiques, la mise en place de procédures de validation et d'audit des modèles, ainsi qu'une révision des normes de communication et de partage des données. En adoptant ces

mesures, la communauté scientifique pourrait alors tirer pleinement parti des avantages de l'IA tout en préservant l'intégrité et la crédibilité de la recherche.

5.2 Opportunités offertes par l'IA dans la recherche scientifique

L'intelligence artificielle représente une avancée majeure pour la recherche scientifique en offrant une panoplie d'avantages et d'opportunités transformatrices. En plus clair, elle révolutionne la façon dont les chercheurs abordent les problèmes complexes en automatisant les tâches répétitives et chronophages, ce qui libère du temps pour se concentrer sur des aspects plus créatifs et analytiques de leurs travaux.

Premièrement, l'IA permet de traiter et analyser de grandes quantités de données, communément appelées Big Data. En effet, les algorithmes d'apprentissage automatique sont capables d'extraire des modèles et des informations pertinentes à partir de vastes ensembles de données, facilitant ainsi la découverte de nouvelles corrélations et hypothèses. Cette capacité est particulièrement précieuse dans des domaines tels que la génomique, la climatologie et la médecine, où la gestion de données massives représente un défi significatif pour les méthodes traditionnelles. En automatisant l'analyse des données et les processus expérimentaux, l'IA accélère considérablement les cycles de recherche, permettant d'obtenir des résultats plus rapidement et plus efficacement.

Deuxièmement, l'IA offre des possibilités avancées de modélisation et de prévision. C'est-à-dire, les réseaux de neurones et les algorithmes d'apprentissage profond peuvent créer des modèles prédictifs sophistiqués qui surpassent les techniques conventionnelles. Ainsi, ces modèles sont utilisés pour prévoir des phénomènes complexes comme les tendances climatiques, la propagation des maladies et les comportements économiques, avec une précision accrue. En biologie, à titre d'exemple, l'IA est primordiale pour prédire la structure des protéines, ce qui est crucial pour le développement de nouveaux médicaments. Ces technologies permettent aux chercheurs d'aborder des problèmes complexes avec une précision et une efficacité accrue.

Troisièmement, un autre avantage clé de l'IA est sa capacité à faciliter la découverte de connaissances interdisciplinaires en intégrant et en analysant des données provenant de multiples domaines. Effectivement, en combinant des données de biologie, de chimie et de physique, par exemple, l'IA peut contribuer à développer de nouveaux matériaux ou médicaments de manière plus efficace dans la mesure où l'IA ne se contente pas d'améliorer les recherches dans un domaine spécifique, mais ouvre également des perspectives inédites en croisant différentes disciplines scientifiques.

Par ailleurs, les technologies d'IA ouvrent des opportunités pour la collaboration et le partage des connaissances à l'échelle mondiale. En plus clair, les plateformes de recherche basées sur l'IA permettent aux scientifiques de collaborer plus facilement, en partageant des données et des résultats en temps réel. Cela favorise une culture de l'open science et accélère le progrès scientifique en permettant à la communauté de construire sur les découvertes des autres de manière transparente et efficace. À titre indicatif, des projets collaboratifs internationaux utilisent l'IA pour agréger et analyser des données provenant de diverses sources, facilitant ainsi la coopération scientifique au-delà des frontières.

Quatrièmement, l'IA contribue à renforcer l'intégrité scientifique en validant et en répliquant les recherches de manière plus rigoureuse. Les algorithmes peuvent être utilisés pour vérifier l'exactitude des données et des résultats, détecter les anomalies et reproduire les expériences de manière plus précise, assurant ainsi que les découvertes sont robustes et fiables. En utilisant l'IA, les chercheurs peuvent garantir que leurs résultats sont valides et reproductibles, renforçant ainsi la confiance dans la science.

Enfin, en adoptant ces technologies innovantes, les chercheurs peuvent non seulement accélérer le rythme des découvertes scientifiques, mais aussi ouvrir de nouvelles perspectives pour

l'innovation et la collaboration à travers le monde. Ainsi, l'IA améliore l'efficacité des processus de recherche, permet une analyse approfondie des Big Data, offre des capacités avancées de modélisation et de prédiction, facilite la découverte interdisciplinaire, encourage la collaboration mondiale et renforce l'intégrité scientifique tout en positionnant cette technologie comme un moteur crucial du progrès scientifique et technologique. Pour assurer une utilisation efficace et responsable de l'intelligence artificielle, il faut garantir une formation et un équipement de qualité aux chercheurs.

6. Contexte marocain de l'utilisation de l'intelligence artificielle dans la recherche scientifique

L'intégration de l'intelligence artificielle dans la recherche scientifique au Maroc reflète une dynamique globale tout en présentant des particularités propres au contexte local. En effet, le Maroc, conscient des avantages et des opportunités offerts par l'IA, a entrepris plusieurs initiatives pour promouvoir son utilisation dans divers domaines scientifiques.

Les politiques gouvernementales et les investissements dans les infrastructures technologiques jouent un rôle primordial dans cette démarche. En effet, le pays a mis en place des programmes pour soutenir la formation en IA, favorisant ainsi l'émergence d'une nouvelle génération de chercheurs compétents dans ce domaine. Ainsi, des initiatives spécifiques telles que la création de centres de recherche spécialisés et le financement de projets de recherche appliquée démontrent l'engagement du Maroc envers l'IA. Par exemple, dans le secteur de la santé, l'IA est utilisée pour améliorer le diagnostic et le traitement des maladies grâce à l'analyse de grandes quantités de données médicales. De plus, dans le domaine de l'agriculture, des projets exploitent l'IA pour optimiser les rendements agricoles et gérer les ressources de manière plus efficace.

Toutefois, malgré ces avancées, les chercheurs marocains doivent faire face à des limitations en matière de ressources, de compétences spécialisées et de financement, ainsi qu'à des questions de gouvernance et d'éthique. Le cadre marocain de l'IA dans la recherche scientifique illustre une ambition de tirer parti des avancées technologiques tout en naviguant dans un paysage de défis uniques dans la mesure où l'objectif est de créer un environnement où l'IA peut être utilisée de manière éthique et responsable, soutenant ainsi des pratiques de recherche qui sont à la fois innovantes et rigoureuses.

6.1 Initiatives gouvernementales et privées

Le Maroc a mis en place une stratégie nationale d'intelligence artificielle visant à positionner le pays comme un leader régional en matière d'IA. En plus clair, cette stratégie inclut des efforts pour développer les compétences à travers des formations et des cours spécialisés dans les universités, ainsi que des ateliers et séminaires pour les professionnels. Le Maroc investit dans la recherche et l'innovation en créant des centres de recherche spécialisés et en finançant des projets de recherche appliquée à des problématiques locales telles que l'agriculture intelligente et la gestion des ressources en eau. Pour soutenir cet écosystème d'innovation, le gouvernement a également instauré un cadre réglementaire favorable et offre des incitations fiscales aux entreprises investissant dans l'IA.

De surcroît, les initiatives privées complètent ces efforts gouvernementaux. Autrement dit, des incubateurs de startups comme *Technopark* et le MITC (*Moroccan Information Technopark Company*) fournissent un soutien crucial aux jeunes entreprises technologiques, en offrant des infrastructures, du mentorat et un accès aux financements. Des fonds de recherche comme le Fonds Innov Invest et le Fonds de Recherche Scientifique et Développement Technologique jouent également un rôle clé en finançant des projets innovants et en facilitant les collaborations entre les universités et l'industrie. Des événements et conférences tels que l'*AI Expo Morocco* et la *Data Innovation Fair* rassemblent des chercheurs, des entrepreneurs et des décideurs

politiques pour discuter des avancées en IA et de leurs applications pratiques. Ainsi, ces événements sont primordiaux pour le partage des connaissances et le réseautage, créant alors une dynamique positive pour l'adoption de l'IA au Maroc. Grâce à cette synergie entre le secteur public, les institutions académiques et les entreprises privées, le Maroc est bien placé pour tirer parti des avantages de l'IA et renforcer son positionnement sur la scène technologique mondiale.

6.2 Rôle des institutions académiques et des centres de recherche

Les institutions académiques et les centres de recherche au Maroc jouent un rôle très important dans le développement et l'avancement de l'intelligence artificielle dans le pays. En d'autres termes, ils s'engagent activement dans plusieurs axes clés pour soutenir la Stratégie Nationale d'Intelligence Artificielle et promouvoir l'innovation technologique. En matière de recherche et développement, ces institutions mènent des recherches de pointe dans des domaines variés de l'IA à savoir l'apprentissage automatique, le traitement du langage naturel, la vision par ordinateur et la robotique. À titre probant, le Centre Marocain de l'Innovation et des Technologies Avancées (CMITA) se concentre sur l'application de l'IA dans des secteurs vitaux comme la santé et l'agriculture, tandis que le Centre National pour la Recherche Scientifique et Technique (CNRST) explore des thématiques avancées comme le traitement du langage naturel et la vision par ordinateur.

Pour ce qui est de la formation et de l'éducation, les institutions académiques offrent des programmes de formation spécialisés en IA à différents niveaux académiques, du premier cycle au doctorat. Par exemple, des écoles d'ingénieurs comme l'Institut National des Postes et Télécommunications (INPT) et l'École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes (ENSIAS) intègrent des modules d'IA dans leurs cursus pour former les futurs leaders dans ce domaine en pleine expansion. En parallèle, des ateliers et des séminaires sont organisés pour sensibiliser les étudiants et les professionnels aux défis et aux opportunités de l'IA.

Par ailleurs, la collaboration et l'innovation occupent une place centrale, avec des partenariats établis entre les institutions académiques, les entreprises et les organismes gouvernementaux. Ces collaborations visent à transformer les résultats de la recherche en solutions concrètes et à stimuler l'entrepreneuriat technologique à travers la création d'incubateurs et d'accélérateurs d'entreprises. Par exemple, l'École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes (ENSIAS) organise régulièrement des événements et des conférences pour promouvoir l'innovation en IA et encourager l'esprit d'entreprise parmi ses étudiants et ses chercheurs.

Parmi les initiatives notables, le Centre international d'intelligence artificielle du Maroc (AI Mouvement) de l'Université Mohammed VI Polytechnique (UM6P) se distingue par ses contributions significatives à la recherche avancée en IA, collaborant activement avec des partenaires nationaux et internationaux pour repousser les frontières de la technologie (Centre de catégorie 2 sous l'égide de l'UNESCO : *(Centre de catégorie 2 sous l'égide de l'UNESCO: Centre internationale d'intelligence artificielle: AI movement de l'Université polytechnique Mohammed VI - UM6P: rapport d'étude de faisabilité - UNESCO Bibliothèque Numérique, s. d.)*). De même, le Laboratoire d'Intelligence Artificielle et Systèmes d'Information (LISIA) de l'Université Cadi Ayyad concentre ses efforts sur des projets novateurs en apprentissage automatique et en vision par ordinateur, contribuant ainsi à renforcer l'expertise nationale en IA.

De surcroît, les institutions académiques et les centres de recherche jouent un rôle essentiel dans la consolidation du Maroc en tant que leader régional dans le domaine de l'IA. Autrement dit, leur engagement dans la recherche de pointe, la formation de talents et la promotion de l'innovation technologique sont des piliers fondamentaux pour soutenir une croissance durable et prometteuse dans ce secteur stratégique (Regional Center for the Education and the Training

Professions (CRMEF) of Marrakech-Safi, Marrakech, Morocco, the Interdisciplinary Research Laboratory in Didactic, Education and Training (LIRDEF), ENS, Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco, and Center for Studies, Evaluation and Pedagogical Research (CEERP), Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco et al., 2022). Avec un environnement propice à l'innovation et un soutien continu du gouvernement, le Maroc est bien positionné pour capitaliser sur les opportunités offertes par l'intelligence artificielle, contribuant ainsi à son développement économique et à son rayonnement international.

7. Formation et équipement des chercheurs pour une utilisation responsable de l'intelligence artificielle

Toute intégration de l'IA dans la recherche scientifique nécessite l'adoption de nouvelles pratiques afin d'assurer l'intégrité et la rigueur des travaux. Il est essentiel d'instaurer une transparence complète concernant les algorithmes utilisés et les données manipulées. En effet, documenter de manière détaillée les méthodes employées, y compris les choix de paramètres et les étapes de prétraitement des données, permet une meilleure compréhension par les pairs. Cette transparence facilite la reproduction et la vérification des résultats, augmentant ainsi la fiabilité des recherches. Partager les jeux de données utilisés, tout en respectant les normes de confidentialité et de propriété intellectuelle, favorise la collaboration et renforce la confiance dans les découvertes scientifiques obtenues grâce à l'IA.

7.1 Standards rigoureux et collaboration interdisciplinaire

Il est primordial de mettre en place des standards rigoureux pour la reproductibilité des expériences. Cela inclut la publication des scripts et des environnements de développement nécessaires pour permettre à d'autres chercheurs de reproduire fidèlement les résultats. En adoptant une approche éthique tout en considérant les implications sociales de leurs recherches, les scientifiques peuvent atténuer les biais potentiels dans les données et les modèles d'IA. Ce qui assure des résultats plus fiables et applicables.

Par conséquent, encourager la collaboration interdisciplinaire et le partage des connaissances contribue à renforcer la qualité et l'impact des recherches en IA. En garantissant que ces recherches répondent aux normes scientifiques les plus élevées et aux besoins sociétaux actuels, la collaboration interdisciplinaire permet de combiner des perspectives diverses et complémentaires, enrichissant ainsi les approches et les solutions proposées.

7.2 Formation technique et éthique des chercheurs

La formation et l'équipement des chercheurs pour une IA responsable nécessitent une approche holistique et multidimensionnelle. En plus clair, il faut intégrer une solide sensibilisation aux enjeux éthiques de l'IA dans les programmes universitaires et de recherche. Ainsi, les chercheurs doivent comprendre en profondeur les questions liées aux biais algorithmiques, à la confidentialité des données, à la sécurité des systèmes voire à l'impact social potentiellement négatif de l'IA. De même, des formations approfondies sur l'éthique de l'IA, faisant intervenir des experts en éthique, en droit et en sciences sociales, permettront d'ancrer ces considérations au cœur du développement des technologies.

Parallèlement, les compétences techniques des chercheurs doivent être développées de manière poussée tout en maîtrisant les techniques d'apprentissage automatique, de traitement du langage naturel, de vision par ordinateur et d'autres domaines clés de l'IA. Cette expertise technique est donc indispensable pour concevoir, déployer et évaluer rigoureusement les systèmes d'IA. En outre, il faut intégrer des programmes de formation continue et des ateliers spécialisés dans le but de veiller à ce que les chercheurs restent à la pointe des avancées technologiques.

De surcroît, la constitution d'équipes de recherche interdisciplinaires, combinant des profils informatiques, juridiques, éthiques et sociologiques, est également cruciale. Cette diversité de

compétences permet d'appréhender l'IA sous tous ses aspects afin d'adopter une approche holistique et équilibrée. Par exemple, des équipes comprenant des experts en droit et en éthique peuvent identifier et atténuer les risques potentiels associés aux technologies d'IA, garantissant ainsi une application responsable et éthique.

Un accès sécurisé à des données de qualité, représentatives et exemptes de biais, est également un prérequis indispensable. Autrement dit, les chercheurs doivent pouvoir disposer de ces ressources pour développer et tester leurs systèmes d'IA de manière éthique et fiable. Il faut souligner ainsi que la collaboration et le partage des connaissances au sein de la communauté scientifique sont primordiaux pour faire progresser les meilleures pratiques en matière d'IA responsable. Les chercheurs devraient être encouragés à publier leurs travaux, à participer à des conférences et à échanger avec leurs pairs. En mettant l'accent sur l'encadrement et le mentorat des jeunes chercheurs par des experts expérimentés, il est possible de transmettre les bonnes pratiques et de former la prochaine génération.

8. Conclusion

Aux termes de cette analyse, il s'est avéré que l'intégration croissante de l'IA dans la recherche scientifique pose des questions cruciales concernant l'intégrité et l'éthique des pratiques scientifiques. Cette exploration se centre alors sur la manière dont l'IA, avec ses capacités avancées de traitement et d'analyse des données, peut à la fois accélérer les découvertes scientifiques et soulever des défis importants liés à la transparence, la rigueur méthodologique et la gestion des biais. Par conséquent, les principales déductions de cette analyse révèlent que l'IA offre des avantages substantiels en matière de rapidité et de précision dans la collecte et l'analyse des données, de modélisation prédictive, et de détection des biais et des résultats frauduleux. Néanmoins, l'utilisation de l'IA comporte également des risques, notamment l'opacité des algorithmes et la possibilité de conclusions manipulées involontairement nécessitant une gestion attentive et des pratiques rigoureuses pour garantir l'intégrité scientifique.

Ainsi, le contexte marocain de l'intégration de l'IA démontre un engagement significatif du gouvernement et des institutions académiques envers la promotion de cette technologie, avec des initiatives visant à renforcer les compétences et les infrastructures nécessaires pour soutenir l'innovation et la recherche. Toutefois, des défis persistent en matière de ressources, de financement et de gouvernance, qui doivent être surmontés pour maximiser les avantages de l'IA. L'adoption responsable de l'IA dans la recherche scientifique dépend de la mise en place de directives claires et robustes, incluant la formation des chercheurs, la validation et l'audit des modèles, ainsi que des normes rigoureuses de communication et de partage des données.

Laconiquement, l'avenir de la recherche scientifique intégrant l'IA repose sur une collaboration fructueuse entre l'IA et l'esprit critique, permettant d'accélérer les progrès scientifiques tout en préservant l'intégrité et l'éthique. Cette perspective appelle à une vigilance continue et à un engagement collectif pour assurer que l'IA réponde aux intérêts de la science et de la société de manière éthique et responsable.

À ce propos, une question de taille nous interpelle : Comment l'intégration de l'intelligence artificielle dans les systèmes éducatifs peut-elle transformer l'apprentissage et l'enseignement, et quelles sont les implications éthiques de son adoption à grande échelle dans les écoles et les universités ?

Références

- (1). Alunno-Bruscia, M., Duquennoi, C., Goulletquer, P., Jaligot, E., Kremer, A., Ruphy, S., & Simon-Plas, F. (2023). *Une recherche responsable*. éditions Quae. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-3718-0>
- (2). Cathy Roche,P.J. Wall , David Lewis. (2024). Ethics and diversity in artificial intelligence policies, strategies and initiatives. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.1007/s43681-022-00218-9>
- (3). *Centre de catégorie 2 sous l'égide de l'UNESCO: Centre internationale d'intelligence artificielle : AI movement de l'Université polytechnique Mohammed VI - UM6P: rapport d'étude de faisabilité—UNESCO Bibliothèque Numérique*. (s. d.). Consulté 18 juin 2024, à l'adresse <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385967>
- (4). Fanelli, D. (2009). How many scientists fabricate and falsify research? A systematic review and meta-analysis of survey data. *PloS One*, 4(5), e5738. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005738>
- (5). Gil, Y., Greaves, M., Hendler, J., & Hirsh, H. (2014). Amplify scientific discovery with artificial intelligence. *Science*, 346(6206), 171-172. <https://doi.org/10.1126/science.1259439>
- (6). Hcéres. (2021). *Intégrité scientifique*. Hcéres. <https://www.hceres.fr/fr>
- (7). Joarson A. (s. d.). *Comment l'IA va bouleverser la recherche scientifique ?* Consulté 17 juin 2024, à l'adresse <https://www.lebigdata.fr/ia-recherche-scientifique>
- (8). Kefi, H. (2010). Mesures perceptuelles de l'usage des systèmes d'information : Application de la théorie du comportement planifié: *Humanisme et Entreprise*, n° 297(2), 45-64. <https://doi.org/10.3917/hume.297.0045>
- (9). Pesqueux, Y. (s. d.). *Robert E. Freeman et la théorie des parties prenantes en question*.
- (10). *Qu'est-ce que l'intégrité scientifique ? - OFIS*. (s. d.). Consulté 30 novembre 2024, à l'adresse <https://www.ofis-france.fr/quest-ce-que-lintegrite-scientifique/>
- (11). *Read « On Being a Scientist : A Guide to Responsible Conduct in Research: Third Edition » at NAP.edu*. (s. d.). <https://doi.org/10.17226/12192>
- (12). Regional Center for the Education and the Training Professions (CRMEF) of Marrakech-Safi, Marrakech, Morocco, the Interdisciplinary Research Laboratory in Didactic, Education and Training (LIRDEF), ENS, Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco, and Center for Studies, Evaluation and Pedagogical Research (CEERP), Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco, Douali, L., Selmaoui, S., & Bouab, W. (2022). Artificial Intelligence in Education: Fears and Faiths. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(7), 650-657. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2022.12.7.1666>
- (13). Resnik. (2015). *What Is Ethics in Research and Why Is It Important?* National Institute of Environmental Health Sciences. <https://www.niehs.nih.gov/research/resources/bioethics/whatis>
- (14). Roche, C., Lewis, D., & Wall, P. J. (2021). *Artificial Intelligence Ethics : An Inclusive Global Discourse?*
- (15). Shamoo, A., & Resnik, D. (2007). Responsible Conduct of Research. *Journal of biomedical optics*, 12, 39901. <https://doi.org/10.1117/1.2749726>
- (16). *Socio-Technical Systems : From Design Methods to Systems Engineering | Request PDF*. (2011). Consulté 1 décembre 2024, à l'adresse https://www.researchgate.net/publication/220054725_Socio-Technical_Systems_From_Design_Methods_to_Systems_Engineering

- (17). TAM, Modèle d'acceptation des technologies : Difficultés et avantages perçus – F. Davis. (2016, avril 18). *SI & Management*. <http://www.sietmanagement.fr/tam-modele-dacceptation-des-technologies-difficultes-percues-et-avantages-percus-f-davis/>
- (18). *Tendances de l'IA : les 10 infos à retenir de l'AI Index Report*. (s. d.). Consulté 17 juin 2024, à l'adresse <https://www.blogdumoderateur.com/tendances-ia-10-infos-ai-index-report/>
- (19). *User acceptance of information technology : System characteristics , user perceptions and behavioral impacts*. (s. d.). Consulté 1 décembre 2024, à l'adresse <http://www.sietmanagement.fr/wp-content/uploads/2016/04/Davis.pdf>
- (20). Waditwar, P. (2024). The Intersection of Strategic Sourcing and Artificial Intelligence : A Paradigm Shift for Modern Organizations. *Open Journal of Business and Management*, 12(06), 4073-4085. <https://doi.org/10.4236/ojbm.2024.126204>