

## Entrepreneuriat en Technologies Propres : Opportunités et Enjeux à l'Ère de l'Intelligence Artificielle

Cleantech Entrepreneurship: Opportunities and Challenges in the Artificial Intelligence Era.

Auteur 1 : OUNTEJGAL Khalid,

Auteur 2 : CHERRADI Laila

---

**OUNTEJGAL Khalid**, (Doctorant en sciences et techniques de gestion)  
Université Ibn Zohr Agadir, Maroc  
Ecole Nationale de Commerce et de Gestion-ENCG Agadir  
Laboratoire de Recherche en Management de la Performance des Organisations Publiques, Privées et de l'Economie Sociale (MAPES)

**CHERRADI Laila**, (Enseignante-chercheuse)  
Université Ibn Zohr Agadir, Maroc  
Faculté Polydisciplinaire de Ouarzazate

**Déclaration de divulgation :** L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

**Conflit d'intérêts :** L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

**Pour citer cet article :** OUNTEJGAL .Kh & CHERRADI .L (2025) «Entrepreneuriat en Technologies Propres : Opportunités et Enjeux à l'Ère de l'Intelligence Artificielle», African Scientific Journal « Volume 03, Numéro 29 » pp: 0674 – 0697.



DOI : 10.5281/zenodo.15319284  
Copyright © 2025 – ASJ



## Résumé

L'entrepreneuriat, phénomène complexe et multidimensionnel, peut être étudié à travers une analyse typologique appliquée à des secteurs spécifiques tels que celui des technologies propres notamment à l'ère de l'intelligence artificielle (IA).

Des recherches antérieures ont étudié les différentes opportunités et challenges que présente l'entrepreneuriat en technologies propres (ETP) afin d'aboutir à un cadre conceptuel commun. L'objectif de cet article est de concourir à une compréhension plus élargie de cette forme entrepreneuriale à l'échelle nationale à l'ère de l'IA. Nous assistons, avec l'avènement de l'IA, à un remodelage des processus entrepreneuriaux ou l'écosystème entrepreneurial est, désormais, moins délimité caractérisé par l'automatisation des tâches et l'optimisation des décisions avec pour corollaire des enjeux majeurs induits par l'IA liés à la maîtrise des coûts, l'accès aux compétences nécessaires et les considérations éthiques.

Cette étude explore le croisement de l'intelligence artificielle et de l'entrepreneuriat en technologies propres en étudiant la manière dont l'IA peut améliorer les pratiques de ces entreprises et en analysant les enjeux y afférents.

A cet effet, une revue narrative de littérature traduite par une analyse de contenu d'une multitude d'articles de revues, de chapitres d'ouvrages, d'actes de colloques ou de rapports institutionnels est mobilisée.

Les résultats suggèrent que les principales applications de l'IA dans les technologies propres concernent deux aspects : exploratoire lié à l'innovation et opérationnel inscrit dans l'exploitation, appliqués aux énergies renouvelables solaire et éolienne, réseaux intelligents, gestion de l'eau, agriculture durable, captage et stockage du carbone et gestion des déchets. Ces apports positifs et révolutionnaires s'accompagnent d'enjeux technologiques, économiques, sociétaux, sociaux et environnementaux.

**Mots clés :** Entrepreneuriat en technologies propres, intelligence artificielle, opportunités, enjeux, revue de littérature.

## Abstract

Exploring entrepreneurship as a complex and multi-dimensional phenomenon can be approached through a typological analysis applied to specific sectors such as "cleantech", particularly in the artificial intelligence (AI) era.

Earlier studies have explored the various opportunities and challenges of clean technology entrepreneurship (CTE) with a view to deriving a common conceptual framework. The aim of this paper is to broaden the understanding of this entrepreneurial form on a national scale in the AI era. As a result of the advent of AI, entrepreneurial processes are being reshaped, and the entrepreneurial ecosystem is now less delimited, characterized by the automation of tasks and the optimization of decisions, with the corollary of major AI-induced challenges linked to costs control, access to necessary skills and ethical considerations.

This study explores the intersections of artificial intelligence and cleantech entrepreneurship, by examining how AI can improve the practices of these companies, and by analyzing the issues involved.

A narrative review of the literature, involving a content analysis of a large number of peer-reviewed papers, book chapters, conference proceedings and institutional reports, is used to analyse these issues.

The results highlight that the main applications of AI in clean technologies are twofold: exploratory or innovation-driven and operational or deployment-driven, applied to renewable solar and wind energies, smart grids, water management, sustainable agriculture, carbon capture or storage and waste management. These positive and revolutionary contributions are accompanied by technological, economic, societal, social and environmental challenges.

**Keywords :** Clean technologies entrepreneurship, artificial intelligence, opportunities, challenges, literature review.

## Introduction

La contrainte bipartite de récession économique et du changement climatique qui s'est étendue pendant la dernière décennie oblige les nations à agir activement pour allier expansion économique et respect de l'environnement (Yin et al., 2023).

A ce titre, l'Entrepreneuriat en Technologies Propres (ETP) inscrit dans une optique de développement durable, s'appuie sur des modèles d'affaires innovants basés sur des solutions face aux défis climatiques. Ces solutions sont conçues pour : (i) fournir des performances supérieures à moindre coût ; (ii) Réduire considérablement ou éliminer l'impact écologique négatif ; (iii) Améliorer l'utilisation productive et responsable des ressources naturelles (Cleantech Group, 2024) (Dörr, 2022).

A l'instar de l'entrepreneuriat conventionnel, l'avènement de l'Intelligence Artificielle (IA) notamment dans l'opérationnalisation des activités a recadré la disposition avec laquelle les entreprises s'établissent et innovent dans l'entrepreneuriat en technologies propres. En effet, l'IA revêt diverses formes d'applications et son incorporation dans l'entrepreneuriat en technologies propres bouleverse les pratiques de production, de consommation et les modalités de distribution des produits ou services y afférents à travers l'optimisation des réseaux et la réduction des émissions (Guetya et al., 2024).

L'objectif de notre travail est d'énumérer quelques opportunités liées à l'entrepreneuriat en technologies propres à l'ère de l'IA en présentant des applications dans des secteurs tels que les énergies renouvelables solaire et éolienne, l'agriculture durable, la gestion de l'eau et des déchets, le captage et stockage du carbone et les réseaux intelligents. En appendice aux usages multiples induits par l'IA dans ces activités entrepreneuriales de technologies propres, nous présentons quelques enjeux qui accompagnent cette perspective d'évolution technologique notamment les défis sociétaux et les risques inhérents.

Pour traiter cette problématique explorant le croisement de l'ETP et l'IA, nous avons posé une question théorique formulée comme suit : « **Comment l'intelligence artificielle influence l'entrepreneuriat en technologies propres en termes d'opportunités d'évolution offertes et de défis ou enjeux induits ?** ».

Pour pouvoir répondre à cette question de recherche, nous nous sommes appuyés sur une revue narrative de littérature traduite par une analyse de contenu d'une multitude de chapitres d'ouvrages, d'articles de revues, d'actes de colloques ou de rapports institutionnels afin de saisir la manière dont l'IA contribue au remodelage de l'ETP.

A cette fin, nous présentons en premier lieu, des éléments de définition de l'entrepreneuriat en technologies propres et de l'intelligence artificielle ainsi que ses applications en entrepreneuriat. Ensuite, nous rapportons le cadre méthodologique de ce travail. Enfin, nous discutons des principaux apports de l'IA sur l'entrepreneuriat en technologies propres ainsi que les enjeux liés à cette nouvelle représentation entrepreneuriale des technologies propres.

## **1. Eléments théoriques et conceptuels mobilisés : Entrepreneuriat en technologies propres et intelligence artificielle**

La présentation des concepts mobilisés dans le cadre de ce travail concerne l'ETP et l'IA.

### **1.1. Entrepreneuriat en technologies propres : éléments de définition**

L'entrepreneuriat est un concept complexe et porteur de dimensions variées ce qui est à l'origine d'une panoplie de définitions et d'approches y afférentes (Couture & Albert, 2016).

L'une des approches adoptées dans la perspective de définition de l'entrepreneuriat est celle qui soutient et présente des indications spécifiques adaptées aux sous classes de l'entrepreneuriat qu'elles décrivent dont celle consacrée à l'entrepreneuriat en technologies propres ou "Cleantech Entrepreneurship" (Prince et al., 2021).

Selon Pernick & Wilder (2007), l'émergence des technologies propres est décrite comme une "révolution industrielle". L'ETP est défini comme une enveloppe qui englobe l'activité entrepreneuriale d'organisations à vocation technologique qui créent et/ou vendent des produits, des services ou des procédés qui entraînent de la valeur par la mobilisation restreinte de ressources non renouvelables et la génération d'un minimum de déchets par comparaison aux offres conventionnelles (Pernick & Wilder, 2007).

L'ETP est décrit comme un entrepreneuriat orienté vers les nouvelles technologies ou les entreprises déploient des solutions innovantes afin de diminuer les atteintes à l'environnement dont la pollution et les déchets (Bjornali & Ellingsen, 2014). Ainsi, les produits et services issus des technologies propres sont compétitifs en termes pécuniers et qualitatifs, en se basant sur la technologie, tout en diminuant l'usage des ressources naturelles (Burtis et al., 2004). En poursuivant une stratégie de « perturbation non perturbatrice »<sup>1</sup>, l'ETP tient compte et s'inscrit pleinement dans le but d'amélioration de la planète en dépassant les contradictions du capitalisme vert (Johnson et al., 2020).

---

<sup>1</sup> "non disruptive disruptions" (Johnson et al., 2020)

Suivant la catégorisation ou la forme d'opérationnalisation, une entreprise de technologies propres peut être une startup<sup>2</sup> qui est une organisation qui fournit au marché la technologie nécessaire axée sur l'optimisation des processus pour satisfaire les besoins-clients visant l'utilisation des sources d'énergie de substitution à l'instar de l'énergie éolienne, solaire et hydroélectrique au lieu de celles fossiles utilisées par le passé afin de réduire les impacts environnementaux négatifs (Parrey & Kour, 2023) (Flécher, 2021).

Dans ce travail, nous utilisons l'entrepreneuriat en technologies propres mobilisant l'IA pour qualifier les entreprises qui initient des activités entrepreneuriales sous le cadre général qui comprend : (i) les entreprises de technologies propres dont l'IA est un facteur de distinction fondamental dans leur modèle d'affaires et (ii) les entreprises du secteur des technologies propres pour lesquelles l'IA est un composant de base dans leur offre de services ou un élément d'un produit matériellement perfectionné par le recours à l'IA. L'offre de ces entreprises peut porter sur l'un des domaines suivants : solaire, éolien, biomasse, agriculture & alimentation, eau, électricité, efficacité énergétique, réseaux intelligents, mobilité durable, environnement, recyclage & gestion des déchets (Cleantech Group, 2024).

## **1.2.Intelligence Artificielle : Définition et applications en entrepreneuriat**

On dénombre plusieurs définitions de l'intelligence artificielle qui couvrent l'étendu chronologique du développement historique de ce concept.

L'histoire de l'IA avait débuté en 1950 avec l'initiation d'Alan Turing du test du "jeu de l'imitation" en cherchant à étudier la question suivante : "Les machines peuvent-elles penser ?" dans son célèbre article "*Computing Machinery and Intelligence*" (Turing, 1950).

La qualification du nouveau domaine de recherche "IA" fait un liminaire d'approche dans la ligne d'un programme de recherche initié au cours de l'été de 1956 à Dartmouth College (Hanover, New Hampshire, Etats-Unis) intitulé "*A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence*"<sup>3</sup> (McCarthy et al., 2006).

l'IA est définie, selon Marvin Lee Minsky<sup>4</sup>, comme « La science de faire faire à des machines des choses qui demanderaient de l'intelligence si elles étaient faites par des humains » (Alexandre, 2016).

---

<sup>2</sup> Étymologiquement, « le terme start-up désigne de jeunes entreprises supposées éprouver une croissance rapide et exponentielle (up) dès le démarrage (start) » (Flécher, 2019)

<sup>3</sup> Cet acte est une demande de soutien financier du projet signée par John McCarthy (1927-2011), à qui on attribue la proposition du terme « Artificial Intelligence », Marvin Minsky (1927-2016), Nathaniel Rochester (1919-2001) et Claude Shannon (1916-2001) (McCarthy et al., 2006).

<sup>4</sup> Marvin Lee Minsky (1927-2016) : Mathématicien et informaticien américain, l'un des plus célèbres praticiens de la science de l'intelligence artificielle (IA).

Une IA est définie d'après la norme ISO 2382-28 : 2015<sup>5</sup> comme « la capacité d'une unité fonctionnelle à exécuter des fonctions généralement associées à l'intelligence humaine, telles que le raisonnement et l'apprentissage ». Elle regroupe désormais « un ensemble de processus, applications et toutes les techniques permettant à des ordinateurs de simuler et de reproduire l'intelligence humaine » (Marouane, 2020).

Une autre définition présente l'IA en s'appuyant sur des comparaisons avec le comportement humain et la suggère comme la « mécanisation ou la duplication du processus de pensée humain » (Fogel, 2006). L'IA est « l'étude des facultés mentales par l'utilisation de modèles informatiques » (Charniak & McDermott, 1985).

L'intelligence artificielle (IA) est « un domaine de l'informatique qui consiste à concevoir des systèmes aptes à simuler l'intelligence humaine en termes d'apprentissage, prise de décision et résolution de problèmes bâtie sur l'expérience. Les systèmes d'IA sont évolutifs et perfectifs à travers une adaptation sujette aux données reçues » (Lexcelent, 2019).

L'intelligence artificielle (IA) désigne les logiciels concédant l'opérationnalisation d'activités telles que la reconnaissance de formes et la résolution de problèmes à partir de données multidimensionnelles, afin d'en tirer des enseignements, de conduire des analyses et d'orienter la prise de décision (Cleantech Group, 2024).

Les techniques d'IA sont multiples. Elles sont mobilisées dans la prédiction et la classification. Nous rapportons ici les exemples de : la logique floue (fuzzy logic-FL), les algorithmes génétiques (genetic algorithms-GA), les systèmes experts (expert systems-ES) et les réseaux neuronaux artificiels (artificial neural networks-ANN) qui peuvent configurer une cartographie complexe, résoudre des problèmes mal définis ou prévoir des résultats (El jaouhari et al., 2025).

En entrepreneuriat, l'IA s'applique de manières diverses (Guetaya et al., 2024) qui concernent :

- L'efficacité liée à la prise de décision : En utilisant des données fournies en temps réel, la prise de décision réalisée à l'aide de l'IA est plus rapide et plus intelligente.
- L'efficacité accrue : En utilisant l'IA dans l'automatisation des activités récurrentes, l'efficacité de toute une série de processus transversaux accroit à travers la numérisation et la mise à jour de données sur des systèmes connexes simultanément.
- Le perfectionnement de l'expérience client : En utilisant l'IA à travers des chatbots et des courriels automatisés, les demandes et réclamations clients sont personnalisées et satisfaites instantanément grâce au traitement et génération du langage naturel.

---

<sup>5</sup> Consultable sur : <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso-iec:2382:-28:ed-1:v1:fr>

-La réduction des coûts : En utilisant l'IA à travers la rationalisation des procédures, le contrôle qualité ou la reconnaissance des formes, des économies importantes sont réalisées dans les processus de fabrication et les coûts sont réduits de manière significative.

-Gestion des risques : En utilisant l'IA à travers l'exploitation des données historiques au volume important, nous identifions les zones de risques et minimisons les biais.

-L'analyse prédictive : en utilisant l'IA à travers une analyse rapide et ordonnée de grands ensembles de données, l'IA assiste l'analyse prédictive et permet de prendre des décisions fondées pour prévoir les tendances et anticiper les changements de l'environnement.

-L'innovation : En utilisant l'IA à travers ses branches générative et analytique, les départements de recherche et développement (R&D) peuvent renforcer leur créativité et mieux comprendre les tendances du marché pour obtenir un véritable avantage concurrentiel alliant un accord irréprochable du produit-marché.

## 2. Cadre Méthodologique :

Ce point aborde la problématique de recherche ainsi que la méthodologie mobilisée.

### 2.1. Problématique :

Une compréhension plus élargie des contours de développement d'une forme spécifique d'entrepreneuriat à savoir celui des technologies propres passe à travers une analyse assignée à l'ère de l'IA. A partir de cette lecture, nous proposons la problématisation du sujet de notre étude de la manière suivante : « **Le développement d'entrepreneuriat en technologies propres, forme spécifique de l'entrepreneuriat conventionnel, est influencée par l'essor de l'intelligence artificielle qualifiée de moteur du changement. Cet élan s'accompagne d'enjeux liés à une nouvelle représentation entrepreneuriale à l'ère de l'IA en termes de défis et opportunités** ».

Pour traiter cette problématique, nous avons posé une question théorique ainsi formulée : « **Comment l'intelligence artificielle influence l'entrepreneuriat en technologies propres en termes d'opportunités d'évolution offertes et de défis ou enjeux induits ?** ».

### 2.2. Méthodologie :

Le déroulé de notre étude se traduit par la mobilisation d'une revue de littérature narrative appuyée d'une analyse documentaire et textuelle qui s'appuie sur une sélection d'articles, documents et rapports institutionnels consignant des études théoriques ou empiriques émanant d'entités gouvernementales ou académiques pour une meilleure lecture de la contribution de l'IA à l'essor de l'ETP à travers une analyse des opportunités et enjeux qui s'y rapportent.

Initialement, deux démarches majeures de synthèse en littérature s'offrent au chercheur : revue systématique ou revue narrative. L'objectif de telles approches est d'ordonner la littérature sur la base de dimensions structurantes à travers l'exploitation du recueil de la littérature produite antérieurement (Post et al., 2020). La finalité étant de lier des concepts et leurs composantes pour dégager des pistes de recherche inexplorées ou peu développées dans la recherche (Mandard, 2021).

En se basant sur le résumé synoptique des modalités d'élaboration des synthèses de littérature (Mandard & Allain, 2024), nous nous appuyons sur une revue narrative de littérature attendu que le *corpus étudié* est ouvert à une variété de sources sans restriction préalable d'échantillonnage (articles, ouvrages et communications). Ce corpus est étudié sous un *principe de traitement* implicite pour en déceler la force de structuration permettant une *interprétation* susceptible de traduire notre propre perception de la thématique dans l'*intérêt* de nous guider à porter un regard original sur l'entrepreneuriat en technologies propres (concept cible) à travers les apports de l'IA (concept source) en proposant une structure d'analyse ralliant opportunités et enjeux (Mandard & Allain, 2024). Cette configuration permet une meilleure compréhension de la nouvelle représentation de l'ETP à l'ère de l'IA.

A partir de cette approche, un raisonnement abductif<sup>6</sup> est déployé en décelant que les concepts sources retenus paraissent correctement rendre compte du concept cible étudié (Mandard, 2021).

En sciences de gestion, la revue narrative de littérature est déployée lorsqu'il s'agit de cadrer la production scientifique et les recherches produites concernant un champ d'investigation relativement récent, celui de l'intelligence artificielle transposée à une forme spécifique d'entrepreneuriat, celle des technologies propres, qui s'exerce en contexte particulier (Framarin & Déry, 2021).

Un deuxième appui à notre méthodologie est le recours à une analyse documentaire et textuelle. L'analyse documentaire désigne de manière générale les diverses procédures d'analyse et d'interprétation des données générées à partir de l'examen de documents et d'enregistrements pertinents pour une étude particulière. L'analyse textuelle porte sur l'examen d'un texte en se basant sur son contenu ou en mettant l'accent sur sa forme (Schwandt, 2007).

---

<sup>6</sup> Selon Koenig (1993) « l'abduction est un essai de conjecture sur les relations qu'entretiennent effectivement les choses. Elle consiste à tirer de l'observation des conjectures qu'il convient ensuite de tester et de discuter » (Morana, 2003) (David, 1999).

### **3. Entrepreneuriat en technologies propres : opportunités et enjeux à l'ère de l'Intelligence Artificielle**

Comprendre les opportunités et enjeux de l'entrepreneuriat en technologies propres passe à travers une discussion des effets inférés par l'IA dans cette branche entrepreneuriale et une présentation des enjeux qui s'y rattachent.

#### **3.1. Discussion : L'IA moteur du changement dans l'entrepreneuriat en technologies propres**

À l'égard des exigences pressantes de composer à la fois les opérations économiques et le respect des Objectifs de Développement Durable (ODD), l'IA présente une série d'outils de changement pouvant accompagner les entrepreneurs dans l'innovation et l'optimisation des bénéfices environnementaux, sociaux et économiques. Les possibilités inhérentes à l'IA sont constamment réinventées en proposant des produits révolutionnaires de technologies propres combinant efficacité et durabilité (Rajibul, 2024).

L'intelligence artificielle (IA) contribue actuellement aux technologies propres sur les plans exploratoire et opérationnel. Sur le plan exploratoire, les deux aspects des technologies propres et de l'IA s'inscrivent dans la résolution de problèmes initiés sur les frontières de l'innovation en cherchant à allier l'économique, le social et l'environnemental (Yin et al., 2023) (Necula, 2023). Sur le plan opérationnel, l'omniprésence, déjà établie de l'IA, contribue pleinement à optimiser les pratiques actuelles en matière de technologies propres dans différents secteurs tels que l'eau, l'énergie, les déchets ou l'agriculture (De Noronha et al., 2022).

Les principales applications de l'IA dans les technologies propres portent sur :

#### **-L'IA dans les énergies renouvelables solaire et éolienne**

Les énergies renouvelables sont définies comme des « énergies dont la consommation n'engendre pas la réduction des ressources naturelles car générées sur la base d'éléments qui se recréent naturellement contrairement aux énergies fossiles » (Chihab & Ouia, 2021).

L'IA mobilise sa nature prédictive pour anticiper et gérer les ressources énergétiques et leur déploiement (Kyriakarakos, 2025). Pour l'énergie solaire, nous citons à titre illustratif l'exemple de (i) l'optimisation de l'usage des panneaux solaires en exploitant les données météorologiques à travers l'IA et (ii) l'identification anticipée des problèmes éventuels et minimisation des temps d'arrêt à travers le pilotage par l'IA des systèmes de maintenance prédictive (Wang et al., 2024) (Mohammadi Lanbaran et al., 2024).

Pour l'énergie éolienne, (i) l'optimisation des performances des éoliennes à travers l'ajustement des vitesses de rotation guidé par l'IA et (ii) la prévision anticipée des durées de maintenance et réduction des coûts d'exploitation en profitant des algorithmes d'apprentissage automatique fournis par l'IA des données de capteurs installés sur les turbines en temps réel (Ukoba et al., 2024).

#### **-L'IA dans les réseaux intelligents et l'efficacité énergétique**

« Le concept de réseau intelligent consiste à faire passer le réseau électrique traditionnel d'un système contrôlé électro mécaniquement à un réseau contrôlé électroniquement. Ces systèmes comprennent la gestion de l'information, les technologies de contrôle, la détection numérique, les technologies de communication et les dispositifs de terrain qui permettent de coordonner de multiples processus électriques » (Omitaomu & Niu, 2021).

L'IA est mobilisée dans les réseaux intelligents pour perfectionner l'efficacité, la fiabilité et durabilité globale du réseau à travers une assistance dans la réduction du gaspillage d'énergie, le risque de coupure du courant et l'expérience des clients (Balamurugan et al., 2025).

La capacité de l'IA à accueillir de grandes volumes de données permet d'optimiser la distribution des ressources énergétiques (Arévalo & Jurado, 2024).

L'IA offre des solutions pratiques capables d'accompagner la demande en temps réel et de manière efficace pour les réseaux intelligents ou l'amplification de l'usage des véhicules électriques. En termes de durabilité, l'IA peut contribuer à la consolidation efficace et efficiente de l'allocation des ressources naturelles (Bassiliades & Chalkiadakis, 2018).

#### **-L'IA dans la gestion de l'eau :**

La pénurie d'eau est un défi de taille du moment que cette ressource est vitale pour la survie sur terre. Elle est, néanmoins confrontée à de graves menaces provenant de phénomènes naturels et d'activités humaines ce qui nécessite la mise à l'épreuve de dispositifs afin de gérer les épisodes de stress hydrique liées à la sécheresse (Baarimah et al., 2024).

A travers la modélisation hydrologique, l'appréciation de la qualité de l'eau et la prévision des inondations, l'IA améliore la gestion des ressources en eau en déployant des techniques telles que les réseaux neuronaux artificiels (artificial neural networks - ANN) et les machines à vecteurs de support (Support vector machines - SVM) ce qui a permis d'améliorer les prévisions de débit et la gestion des eaux souterraines (Haider et al., 2024). L'IA permet également la modélisation hydrologique à travers des méthodes linéaires pour évaluer la consommation d'eau (Morain et al., 2024).

### **-L'IA et la gestion des déchets :**

L'urbanisation empressée et la croissance démographique ont engendré une explosion des populations qui s'accompagne de la production de quantités démesurées de déchets (Zhang et al., 2024).

Dans un objectif de maximisation de l'utilisation des ressources et d'exploitation des possibilités de gestion et de recyclage des déchets, les technologies d'IA permettent le tri et le traitement des déchets solides (Fang et al., 2023). Ainsi, le déploiement de l'IA dans la gestion des déchets couvre les processus de collecte, de tri, contrôle et recyclage des déchets (Olawade et al., 2024).

L'IA permet également de prévoir, à travers des algorithmes prédictifs, des modèles de production de déchets et d'optimisation des itinéraires de leur collecte ou encore la simulation des scénarios optimisés de reconnaissance des installations de gestion des déchets ou des plannings de leur élimination avec une précision et rapidité dans la ségrégation des matériaux (El jaouhari et al., 2025).

L'IA a le potentiel pour révolutionner les activités économiques durables en permettant la transparence dans le système de recyclage avec corollaire une économie circulaire qui offre des possibilités multiples de recyclage. En s'appuyant sur des algorithmes d'IA qui analysent le comportement des consommateurs et les modèles de déchets ou cycles de vie des produits, les entreprises peuvent optimiser la conception des emballages, améliorer leur recyclabilité et réduire leur impact sur l'environnement (Pal Singh, 2023).

### **-L'IA et l'agriculture durable**

L'agriculture joue un rôle majeur dans le développement durable et fait face à des problèmes de taille. L'agriculture durable peut être énoncée comme « un système intégré de pratiques de production végétale et animale ayant une application spécifique au site qui, à long terme, répondra aux besoins humains en nourriture, améliorera la qualité de l'environnement et la base de ressources naturelles dont dépend l'économie agricole » (Keeney, 1990).

Dans ce cadre, de nouvelles pratiques agricoles sont appliquées afin de réduire les besoins en eau, engrais et pesticides assurant une amélioration des rendements des cultures (Muhie, 2022).

L'IA est mobilisée dans ces nouvelles pratiques à travers trois applications essentielles : l'agriculture de précision (Precision farming), la robotique agricole (agricultural robotics) et l'apprentissage automatique (machine learning) afin de mieux gérer les ressources et prévoir les effets sur l'environnement (Aijaz et al., 2025).

En complément, les technologies d'IA prometteuses utilisées dans l'agriculture durable sont : "Surveillance de la santé des cultures et des sols, désherbage automatisé, pulvérisation intelligente, détection des insectes et des maladies des plantes, surveillance de la santé du bétail, récolte, labourage et élagage ; classement et tri des produits ; sécurité énergétique" (Mana et al., 2024).

L'agriculture durable intelligente s'appuie fortement sur l'apprentissage automatique appliqué notamment à la gestion et à la sélection des cultures. Plusieurs techniques d'apprentissage automatique sont utilisées, notamment les arbres de décision (Decision Trees - DTs), la forêt aléatoire (Random Forest - RF), les voisins les plus proches (K-Nearest Neighbour - KNN) et les machines à vecteurs de support (Support Vector Machines -SVM) (Zulficar et al., 2025).

#### **-L'IA dans le captage et le stockage du carbone**

« Les technologies de captage et de stockage de carbone (CSC) consistent à capter le CO<sub>2</sub> de fumées industrielles afin de le séquestrer de façon permanente en couche géologique profonde ». Le captage et le stockage du carbone (CSC) fait part des technologies de réduction des gaz à effet de serre les plus efficaces (Marchand & Chailleux, 2024).

Les technologies basées sur l'IA sont mobilisées pour distinguer les formations géologiques adéquates pour le stockage du carbone et réaliser des pronostics sur le comportement du dioxyde de carbone après son injection dans les sites de stockage (Chen et al., 2023).

L'utilisation de l'IA améliore la précision et l'efficacité de la capture du carbone en permettant d'ajuster les paramètres en temps réel afin de contribuer à la rationalisation des mécanismes de capture du carbone dans les usines pétrolières et gazières (Anyebe et al., 2024).

Les algorithmes et les simulations pilotées par l'IA sont capables de prédire le comportement du CO<sub>2</sub> afin d'empêcher les fuites et assurer la stabilité en optimisant la conception du système de capture du carbone afin (Osman et al., 2021).

### **3.2.Réflexion sur les enjeux de l'IA : Entre défis et opportunités de la nouvelle représentation entrepreneuriale des technologies propres**

A l'instar de l'entrepreneuriat conventionnel, l'IA représente une révolution technologique dans l'entrepreneuriat en technologies propres à travers les usages multiples susmentionnés. L'IA offre des perspectives d'avenir liées principalement à l'innovation et la résolution de défis sociétaux mais elle s'accompagne parallèlement de risques inhérents (Hagendorff & Wezel, 2020).

#### **- Enjeux technologiques :**

Le fonctionnement de l'IA repose sur trois éléments-clés : une infrastructure matérielle puissante, des algorithmes appropriés et des données surabondantes. Ceux-ci sont au cœur des enjeux technologiques de l'IA.

D'abord une infrastructure matérielle adéquate et évolutive : Data centers, processeurs CPU (Central Processing Unit), GPU (Graphics Processing Unit) et TPU (Tensor Processing Unit), infrastructure cloud et enfin la connectivité haut débit au réseau Internet. Ensuite, des algorithmes performants : Modèles d'apprentissage automatique (machine learning) et d'apprentissage profond (deep learning) qui se fondent autour des algorithmes complexes susceptibles de fournir des prédictions base de décisions ponctuelles nécessaire pour une pertinence des résultats. Enfin, des données : particulièrement en phase d'abstraction et du développement de l'IA à utiliser. Ces trois prérequis de base sont nécessaire pour un bon déploiement des utilisations précitées de l'IA en technologies propres (Tocchetti et al., 2024). En termes de mise en œuvre relative au poids financier du changement induit par le numérique, particulièrement pour les PME, il peut être amorti en profitant des solutions proposées sur le cloud sous forme d'applications "clés en main" (Marouane, 2020).

#### **- Enjeux économiques :**

L'IA soutient l'innovation à travers la proposition de produits nouveaux ou la régénération des services offerts notamment dans le cadre des entreprises de technologies propres. Ainsi des startups sont créées et développées grâce à l'IA en proposant des solutions personnalisées pour automatiser les tâches complexes et libérer des ressources pour des activités plus stratégiques (Besson et al., 2024).

L'IA transforme profondément les modèles économiques et opérationnels des entreprises de technologies propres en offrant des possibilités d'innovation et en étayant les échanges entre les clients et supports commerciaux à travers l'analyse des données comportementales et la proposition de recommandations pertinentes (Guetya et al., 2024).

Nonobstant ces avancées, l'IA présente des risques de concentration industrielle et domination des grandes entreprises technologiques qui diffusent les solutions d'IA en particulier dans des activités de pointe comme les technologies propres (CESE, 2024).

#### **-Enjeux sociétaux :**

En dépit des apports prometteurs de l'IA, ses applications renferment des risques liés à l'aspect sociétal dont les entreprises de technologies propres doivent tenir compte. Nous citons d'abord, la manipulation de l'opinion publique et la désinformation face auxquelles les entrepreneurs

doivent s'armer de considérations éthiques dans les choix d'IA à appliquer. Ainsi, les systèmes d'IA doivent privilégier l'équité et la transparence en traçant des lignes directrices précises pour éviter les biais algorithmiques (genre, ethnoculturels), respecter la vie privée (protection des données à caractère personnel) et généraliser les bénéfices tirés des avantages des technologies propres (Roberts et al., 2024). En mesures d'accompagnement, il serait judicieux de proposer des formations interdisciplinaires rattachant les sciences sociales aux cursus techniques pour une meilleure compréhension et gestion des impacts éthiques et sociétaux des technologies de l'IA (CESE, 2024).

Pour que l'environnement tire profit de l'IA à travers les technologies propres, il faut "poser les bonnes questions écologiques pour bien comprendre le problème" et trouver les solutions adéquates en se basant sur des informations pertinentes (Blunck et al., 2019). La nature est un écosystème complexe et équilibré qu'il convient de ne pas trop simplifier en optant pour une approche réductionniste qui se résume à une modélisation mathématique de quelques variables prédéfinies. Les solutions offertes par l'IA pour les technologies propres doivent s'inscrire dans cette logique (Murray et al., 2017).

### **-Enjeux sociaux**

L'IA, inscrite sous le prisme de la « destruction créatrice », est une technologie transformatrice qui a des effets notoires sur l'emploi et les compétences en créant de nouveaux emplois, et en supprimant certaines tâches désormais automatisées. L'entrepreneuriat en technologies propres subit cette logique en termes de réorganisation du travail suite à l'introduction de l'IA (OIE, 2024). Les effets de l'IA sur l'emploi portent sur : la création ou le déplacement d'emplois avec des effets socio-économiques importantes (Gilbert, 2023). Ainsi, Les entrepreneurs en technologies propres sont censés prendre des mesures pour réduire ces effets en adoptant une réorientation professionnelle ou une formation adaptée pour ces nouveaux demandeurs d'emploi (Constantinos, 2024).

Une distinction essentielle est à noter suite à l'introduction de l'IA en technologies propres c'est que le déploiement dépend du renouvellement et adaptation des compétences requises, plutôt que par la disparition complète des métiers vu que les transformations induites par l'IA affectent davantage des tâches spécifiques plutôt que des métiers dans leur intégralité (Benhamou, 2018). Enfin, une responsabilité humaine est mise en jeu. Elle doit tenir compte de l'objectif initial d'assistance de l'IA. L'innovation en continu doit être de mise par les entrepreneurs en technologies propres afin de déjouer les situations de "subordination algorithmique" (Seghrouchni, 2024).

### **-Enjeux environnementaux**

A l'instar de l'IA introduite dans d'autres secteurs, celle liée aux technologies propres mobilise des équipements informatiques énergivores et gourmands en eau et métaux rares avec, comme conséquence, des impacts environnementaux négatifs relatifs à la surconsommation des ressources, de perte de biodiversité que d'émission de gaz à effet de serre (Garcia & Schbath, 2025).

L'entraînement des grands modèles d'IA s'accompagne de consommation de grosses ressources de calcul qui allongent l'empreinte environnementale (Tatot & Vermot desroches, 2024). A cet égard, les entreprises de technologies propres ont intérêt à faire prévaloir les opportunités offertes par l'IA pour soutenir la réduction des émissions dans des secteurs tels que l'énergie, l'agriculture et de contribuer positivement, à terme, à l'accomplissement des objectifs de développement durable (Munshi & Dhanwani, 2024).

## Conclusion

L'IA, en tant que technologie transversale, a une influence notoire sur la société et ses structures organisationnelles. Elle est au cœur de la révolution actuelle de l'entrepreneuriat admis communément et de l'entrepreneuriat en technologies propres analysé particulièrement. L'IA est un moteur du changement dans ce secteur car elle permet aux entreprises d'accroître et de s'inscrire dans la course concurrentielle en suivant le rythme de l'automatisation déclenché à travers l'offre de solutions novatrices pour surmonter les défis de développement durable qui redéfinissant les perceptions du phénomène entrepreneurial (Parrey & Kour, 2023) (Rajibul, 2024).

Cette recherche explore le croisement de l'intelligence artificielle (IA) et de l'entrepreneuriat en technologies propres, en étudiant la manière dont l'IA peut améliorer les pratiques de ces entreprises et en analysant les enjeux y afférents.

A travers cette étude, les principales applications de l'IA dans les technologies propres concernent les aspects exploratoire et opérationnel et portent sur : les énergies renouvelables solaire et éolienne, les réseaux intelligents et l'efficacité énergétique, la gestion de l'eau, la gestion des déchets, l'agriculture durable et captage et le stockage du carbone. Néanmoins, ces apports révolutionnaires s'accompagnent d'enjeux technologiques, économiques, sociétaux, sociaux et environnementaux.

Notre problématique de recherche est un essai d'analyse de la contribution de l'IA dans le remodelage du champ de l'entrepreneuriat en technologies propres. A cet effet, nous avons mobilisé une approche théorique basée sur une revue narrative de littérature.

Cette recherche présente des implications théoriques et managériales. Sur le plan théorique, cette recherche permet d'appliquer l'IA à une sous classe d'entrepreneuriat. Nous nous appuyons sur les apports théoriques des applications de l'IA en entrepreneuriat conventionnel (Guetya et al., 2024), nous montrons que cette représentation peut être transposable au cadre de l'ETP en rapportant les principales utilisations de l'IA dans ce secteur. L'originalité de notre approche correspond à l'étude des apports et enjeux de l'IA dans l'ETP qui recourt à l'innovation comme composante majeure afin de réduire les effets sur l'environnement en dressant un inventaire des applications spécifiques à l'énergie, l'eau, les déchets, les réseaux intelligents, l'agriculture ou encore le captage et stockage du carbone. Ces aspects, qui à notre connaissance, n'ont pas fait l'objet d'une exploration synthétique développée dans la littérature sur l'entrepreneuriat durable (Bickley et al., 2024) (Rajibul, 2024).

D'un point de vue managérial, cette recherche présente des apports liés principalement aux acteurs privés et publics de la sphère entrepreneuriale des technologies propres à savoir les entrepreneurs initiateurs de projets, les acteurs politiques et institutions de support qui ambitionnent de développer ce secteur notamment à l'ère de l'IA. Dans cette perspective, une approche stratégique et un investissement ciblé dans les solutions technologiques basées sur l'IA peut permettre d'encourager l'entrepreneuriat, induire la croissance et la création d'emplois (Villani, 2018) (Parrey & Kour, 2023). Toutefois, antérieurement à leur déploiement, il convient de considérer les aspects éthiques, durables et efficaces des technologies de l'IA afin de tirer plein parti de leurs apports positifs (Vinuesa et al., 2020). Cet entrepreneuriat à succès peut avoir un impact sur les systèmes politico-économiques, comme ce fut le cas dans plusieurs modèles liés à la « cleantech » à l'instar d'Israël à partir des années 1990 (Isenberg, 2011).

Cette recherche s'entache de limites induisant un agenda futur de recherche. Cette étude s'applique au seul cas des technologies propres notamment dans des secteurs porteurs. Il serait adéquat de prolonger notre question de recherche en l'ancrant dans les spécificités du contexte national ou étendre l'étude à des analyses comparatives inter secteurs ou encore à d'autres formes d'entrepreneuriat compte tenu des défis liés à l'IA. Ces préoccupations liées aux effets éventuels de l'IA sont à l'origine d'une demande de moratoire temporaire formulée en 2023 par des experts dans le but de consolider les cadres de sécurité et de régulation accompagnant son développement (CESE, 2024).

## BIBLIOGRAPHIE

- Aijaz, N., Lan, H., Raza, T., Yaqub, M., Iqbal, R., & Pathan, M. S. (2025). Artificial intelligence in agriculture: Advancing crop productivity and sustainability. *Journal of Agriculture and Food Research*, 20(September 2024), 101762. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101762>
- Alexandre, F. (2016). Marvin Minsky : l'intelligence artificielle débraillée. *Hal-01402261*, 1–5.
- Anyebe, A. P., Yeboah, O. K. K. ., Bakinson, O. I. ., Adeyinka, T. Y., & Okafor, F. C. (2024). Optimizing Carbon Capture Efficiency through AI-Driven Process Automation for Enhancing Predictive Maintenance and CO2 Sequestration in Oil and Gas Facilities. *American Journal of Environment and Climate*, 3(November), 1–17. <https://doi.org/10.54536/ajec.v3i3.3766>
- Arévalo, P., & Jurado, F. (2024). Impact of Artificial Intelligence on the Planning and Operation of Distributed Energy Systems in Smart Grids. *Energies*, 17(17), 1–22. <https://doi.org/10.3390/en17174501>
- Baarimah, A. O., Bazel, M. A., Alaloul, W. S., Alazaiza, M. Y. D., Al-Zghoul, T. M., Almuhaya, B., Khan, A., & Mushtaha, A. W. (2024). Artificial intelligence in wastewater treatment: Research trends and future perspectives through bibliometric analysis. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 10(August), 100926. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100926>
- Balamurugan, M., Narayanan, K., Raghu, N., Arjun Kumar, G. B., & Trupti, V. N. (2025). Role of artificial intelligence in smart grid – a mini review. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 8(February), 1–7. <https://doi.org/10.3389/frai.2025.1551661>
- Bassiliades, N., & Chalkiadakis, G. (2018). Artificial Intelligence Techniques for the Smart Grid. *Advances in Building Energy Research*, 12(1), 1–2. <https://doi.org/10.1080/17512549.2017.1410362>
- Benhamou, S. (2018). Quels impacts de l'intelligence artificielle sur l'avenir du travail ? *Andrh*, 589, 46–49.
- Besson, L., Dozias, A., Faivre, C., Gallezot, C., Gouy-waz, J., & Vidalenc, B. (2024). *Les enjeux économiques de l'intelligence artificielle*.
- Bickley, S. J., Macintyre, A., & Torgler, B. (2024). Artificial Intelligence and Big Data in Sustainable Entrepreneurship. *Journal of Economic Surveys*, 103–145. <https://doi.org/10.1111/joes.12611>

- Bjornali, E. S., & Ellingsen, A. (2014). Factors Affecting the Development of Clean-tech Start-ups: A Literature Review. *Energy Procedia*, 58, 43–50. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.407>
- Blunck, E., Salah, Z., & Kim, J. (2019). Industry 4.0, AI and Circular Economy— Opportunities and Challenges for a Sustainable Development. Global Trends and Challenges in the Era of the Fourth Industrial Revolution (The Industry 4.0). *4th Dubrovnik International Economic Meeting*, 17–42.
- Burtis, P. R., Epstein, B., & Hwang, R. J. (2004). Creating the California. *Venture Capital*, 3.
- CESE. (2024). *Quels usages et quelles perspectives de développement de l'intelligence artificielle au Maroc ?*
- Charniak, E., & McDermott, D. (1985). *Introduction to Artificial Intelligence*. Addison wesley publishing compagny.
- Chen, L., Chen, Z., Zhang, Y., Liu, Y., Osman, A. I., Farghali, M., Hua, J., Al-Fatesh, A., Ihara, I., Rooney, D. W., & Yap, P. S. (2023). Artificial intelligence-based solutions for climate change: a review. In *Environmental Chemistry Letters* (Vol. 21, Issue 5). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01617-y>
- Chihab, K., & Ouia, A. (2021). Energies renouvelables et Efficacité énergétique pour un développement énergétique durable au Maroc. *Revue Internationale Des Sciences de Gestion*, 4(3), 369–389. [www.revue-isg.com](http://www.revue-isg.com)
- Cleantech Group. (2024). *Baseline Study “ Cleaning up with AI ”* (Issue March).
- Constantinos, C. (2024). AI And The Economy - The Challenges And Opportunities For Modern Job Seekers. *Munich Personal RePEc Archive*, 122720, 1–71.
- Couture, M.-M., & Albert, M.-N. (2016). Entrepreneuriat et complexité. *13ème Congrès International Francophone En Entrepreneuriat et PME, October*.
- David, A. (1999). Logique, épistémologie et méthodologie en sciences de gestion. *Revue Française de Gestion*, Juillet 1999, 1–23.
- De Noronha, M. E. S., Barros Neves Martins, J., Lietti, T., & De Souza Vieira Silva, R. (2022). ORGANIZATIONAL AGILITY AND THE DIFFUSION OF TECHNOLOGICAL INNOVATION IN CLEANTECH COMPANIES. *Revista Inteligência Competitiva*, 12(1), e0412. <https://doi.org/10.24883/iberoamericanic.v12i.2022.e0412>

- Dörr, J. O. (2022). Mapping Technologies to Business Models. An Application to Clean Technologies and Entrepreneurship. *SSRN Electronic Journal*, 22. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4288352>
- El jaouhari, A., Samadhiya, A., Kumar, A., Mulat-weldemeskel, E., Luthra, S., & Kumar, R. (2025). Turning trash into treasure: Exploring the potential of AI in municipal waste management - An in-depth review and future prospects. *Journal of Environmental Management*, 373(June 2024). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123658>
- Fang, B., Yu, J., Chen, Z., Osman, A. I., Farghali, M., Ihara, I., Hamza, E. H., Rooney, D. W., & Yap, P. S. (2023). Artificial intelligence for waste management in smart cities: a review. In *Environmental Chemistry Letters* (Vol. 21, Issue 4). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01604-3>
- Flécher, M. (2019). Des inégalités d'accès aux inégalités de succès: Enquête sur les fondateurs et fondatrices de start-up. *Travail et Emploi*, 2019(159), 39–68. <https://doi.org/10.4000/travailemploi.9334>
- Flécher, M. (2021). *Le monde des start-up, le nouveau visage du capitalisme ? Enquête sur les modes de création et d'organisation des start-up en France et aux États-Unis*. Université Paris-Dauphine - PSL.
- Fogel, D. (2006). Defining Artificial Intelligence. In *Computational Intelligence Toward a New Philosophy of Machine Intelligence* (Vol. 1070). IEEE. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-16868-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-031-16868-0_1)
- Framarin, A., & Déry, V. (2021). *Les revues narratives : fondements scientifiques pour soutenir l'établissement de repères institutionnels*. [https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2780\\_revues\\_narratives\\_fondements\\_scientifiques\\_0.pdf](https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2780_revues_narratives_fondements_scientifiques_0.pdf)
- Garcia, F., & Schbath, S. (2025). Enjeux numériques Pour une IA responsable et éthique. *Enjeux Numériques, Mars*, 35–42.
- Gilbert, A. (2023). Reframing Automation: a new model for anticipating risks and impacts. *Institute for the Future of Work*, July. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8099822>
- Guetya, L., Addoumi, N., Bougrine, K., & Douari, A. (2024). Innovations Disruptives: L'Entrepreneuriat dans l'Ère de l'Intelligence Artificielle. *Ournal, African Scientific Scientific, African*, 03(25), 273–295.

- Hagendorff, T., & Wezel, K. (2020). 15 challenges for AI: or what AI (currently) can't do. *AI and Society*, 35(2), 355–365. <https://doi.org/10.1007/s00146-019-00886-y>
- Haider, S., Rashid, M., Atiq, M., Rehman, U., & Nadeem, A. (2024). The role of artificial intelligence ( AI ) and Chatgpt in water resources , including its potential benefits and associated challenges. *Discover Water*. <https://doi.org/10.1007/s43832-024-00173-y>
- Isenberg, D. J. (2011). The Entrepreneurship Ecosystem Strategy as a New Paradigm for Economic Policy: Principles for Cultivating Entrepreneurships. *The Babson Entrepreneurship Ecosystem Project*, 1(781), 1–13. [http://www.wheda.com/uploadedFiles/Website/About\\_Wheda/Babson\\_Ecosystem\\_Project.pdf](http://www.wheda.com/uploadedFiles/Website/About_Wheda/Babson_Ecosystem_Project.pdf)
- Johnson, E., Anderson, C., Mansfield, B., Krupar, S., Corwin, J., Prudham, S., & Goldstein, J. (2020). Planetary improvement: Cleantech entrepreneurship and the contradictions of green capitalism. *The AAG Review of Books*, 8(2), 97–109. <https://doi.org/10.1080/2325548x.2020.1722485>
- Keeney, D. (1990). Sustainable Agriculture: Definition and Concepts. *Journal of Production Agriculture*, 3(3), 281–285. <https://doi.org/10.2134/jpa1990.0281>
- Kyriakarakos, G. (2025). Artificial Intelligence and the Energy Transition. *Sustainability (Switzerland)*, 17(3). <https://doi.org/10.3390/su17031140>
- Lexcellent, C. (2019). *Artificial Intelligence versus Human Intelligence Are Humans Going to Be Hacked?*
- Mana, A. A., Allouhi, A., Hamrani, A., Rahman, S., el Jamaoui, I., & Jayachandran, K. (2024). Sustainable AI-based production agriculture: Exploring AI applications and implications in agricultural practices. *Smart Agricultural Technology*, 7(January), 100416. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100416>
- Mandard, M. (2021). La production de théorie comme opération de hiérarchisation de concepts. Principes et applications aux sciences de gestion. *Annales Des Mines - Gérer et Comprendre*, N° 143(1), 49–56. <https://doi.org/10.3917/geco1.143.0049>
- Mandard, M., & Allain, E. (2024). Les revues narratives de la littérature en sciences de gestion : principes , portée et applications. *Revue Française de Gestion*, 10.1684/rgf, 1–21.
- Marchand, G., & Chailleux, S. (2024). Quelle place pour le captage et le stockage géologique de carbone dans la stratégie de décarbonation française ? Débats et promesses autour de l'avis de l'Ademe de 2020. *Développement Durable et Territoires*, 15(3), 0–18.

- Marouane, S. (2020). L'Intelligence Artificielle : Quels enjeux pour les PME Marocaines ? *Dossiers de Recherche En Économie Gestion*, 9(1), 269–281.
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. *AI Magazine*, 27(4), 12–14.
- Mohammadi Lanbaran, N., Naujokaitis, D., Kairaitis, G., & Radziukynien, N. (2024). Overview of Startups Developing Artificial Intelligence for the Energy Sector. *Applied Science*, 14(8294). <https://doi.org/10.3390/app14188294>
- Morain, A., Ilangovan, N., Delhom, C., & Anandhi, A. (2024). Artificial Intelligence for Water Consumption Assessment: State of the Art Review. *Water Resources Management*, 38(9), 3113–3134. <https://doi.org/10.1007/s11269-024-03823-x>
- Morana, J. (2003). Le paradigme pragmatique : une réponse aux problématiques de pilotage par les processus. *Revue Direction et Gestion*, 201–202, 73–81. <https://doi.org/10.1051/larsg>
- Muhie, S. H. (2022). Novel approaches and practices to sustainable agriculture. *Journal of Agriculture and Food Research*, 10(November), 100446. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100446>
- Munshi, P., & Dhanwani, K. (2024). *AI-Driven Net Zero*.
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369–380. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>
- Necula, S. C. (2023). Assessing the Potential of Artificial Intelligence in Advancing Clean Energy Technologies in Europe: A Systematic Review. *Energies*, 16(22). <https://doi.org/10.3390/en16227633>
- OIE. (2024). *L'impact de l'IA sur le travail et l'emploi*. 1–28.
- Olawade, D. B., Fapohunda, O., Wada, O. Z., Usman, S. O., Ige, A. O., Ajisafe, O., & Oladapo, B. I. (2024). Smart waste management: A paradigm shift enabled by artificial intelligence. *Waste Management Bulletin*, 2(2), 244–263. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2024.05.001>
- Omitaomu, O. A., & Niu, H. (2021). Artificial intelligence techniques in smart grid: A survey. *Smart Cities*, 4(2), 548–568. <https://doi.org/10.3390/smartcities4020029>
- Osman, A. I., Hefny, M., Abdel Maksoud, M. I. A., Elgarahy, A. M., & Rooney, D. W. (2021). Recent advances in carbon capture storage and utilisation technologies: a review. In *Environmental Chemistry Letters* (Vol. 19, Issue 2). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01133-3>

- Pal Singh, J. (2023). Artificial Intelligence in Circular Economies: A Pathway to Sustainable Resource Management. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 12(12), 1128–1131. <https://doi.org/10.21275/sr231214040053>
- Parrey, A. H., & Kour, G. (2023). Clean-tech Startups as Drivers of Sustainable Development Goals: A Society 5.0 Perspective. *Journal of Management and Technology*, 19(2), 68–76.
- Pernick, R., & Wilder, C. (2007). *The Clean Tech Revolution The Next Big Growth and Investment Opportunity*. Harper Collins Publishers.
- Post, C., Sarala, R., Gatrell, C., & Prescott, J. (2020). Advancing Theory with Review Articles. *Journal of Management Studies*, 57(2), 351–376. <https://doi.org/10.1111/joms.12549>
- Prince, S., Chapman, S., & Cassey, P. (2021). The definition of entrepreneurship: is it less complex than we think? *International Journal of Entrepreneurial Behaviour and Research*, 27(9). <https://doi.org/10.1108/IJEER-11-2019-0634>
- Rajibul, I. M. (2024). *Sustainable Entrepreneurship in the Digital Age The Role of AI in Green Business Practices*. Novia UAS - MBA Vaasa (Finland).
- Roberts, H., Zhang, J., Bariach, B., Cows, J., Gilbert, B., Juneja, P., Tsamados, A., Ziosi, M., Taddeo, M., & Floridi, L. (2024). Artificial intelligence in support of the circular economy: ethical considerations and a path forward. *AI and Society*, 39(3), 1451–1464. <https://doi.org/10.1007/s00146-022-01596-8>
- Schwandt, T. A. (2007). The SAGE Dictionary of Qualitative Inquiry. In *The SAGE Dictionary of Qualitative Inquiry*. <https://doi.org/10.4135/9781483398969>
- Seghrouchni, A. E. F. (2024). L'intelligence artificielle, entre mythes et réalités Une Intelligence Artificielle peut en cacher une autre. In *International Artificial Intelligence Center of Morocco*. <https://aim.um6p.ma>
- Tatot, F., & Vermot desroches, G. (2024). *Quels impacts de l'intelligence artificielle sur l'environnement?*
- Tocchetti, A., Corti, L., Balayn, A., Yurrita, M., Lippmann, P., Brambilla, M., & Yang, J. (2024). A.I. Robustness: a Human-Centered Perspective on Technological Challenges and Opportunities. *ACM Computing Surveys*, 57(6). <https://doi.org/10.1145/3665926>
- Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind, New Series*, 59(236), 433–446. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-53280-6\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-53280-6_11)

- Ukoba, K., Olatunji, K. O., Adeoye, E., Jen, T. C., & Madyira, D. M. (2024). Optimizing renewable energy systems through artificial intelligence: Review and future prospects. *Energy and Environment*. <https://doi.org/10.1177/0958305X241256293>
- Villani, C. (2018). *Donner un sens à l'intelligence artificielle : pour une stratégie nationale et européenne* (aiforhuman).
- Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., Felländer, A., Langhans, S. D., Tegmark, M., & Fuso Nerini, F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nature Communications*, *11*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y>
- Wang, B., Wang, J., Dong, K., & Nepal, R. (2024). How does artificial intelligence affect high-quality energy development? Achieving a clean energy transition society. *Energy Policy*, *186*(May 2023), 114010. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.114010>
- Yin, H. T., Wen, J., & Chang, C. P. (2023). Going green with artificial intelligence: The path of technological change towards the renewable energy transition. *Oeconomia Copernicana*, *14*(4), 1059–1095. <https://doi.org/10.24136/oc.2023.032>
- Zhang, Z., Chen, Z., Zhang, J., Liu, Y., Chen, L., Yang, M., Osman, A. I., Farghali, M., Liu, E., Hassan, D., Ihara, I., Lu, K., Rooney, D. W., & Yap, P. S. (2024). Municipal solid waste management challenges in developing regions: A comprehensive review and future perspectives for Asia and Africa. *Science of the Total Environment*, *930*(February), 172794. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172794>
- Zulfiqar, A., Asif, M., Nangkyeong, L., Waqar, M., & Won Lee, S. (2025). Artificial Intelligence for Sustainable Agriculture : A Comprehensive Review of AI-Driven Technologies in Crop Production. *Sustainability (Switzerland)*, *17*(2281), 1–24.