

Le rôle de l'intelligence artificielle (IA) dans la réalisation du sixième objectif du développement durable (ODD6) : Étude De cas du réseau G-WADI établi par l'UNESCO.

The role of artificial intelligence (AI) in achieving Sustainable Development Goal 6 (SDG 6): A study case of the G-WADI network and the PERSIANN satellite estimation system, established by UNESCO.

Dr: BENAMEUR Djilali*, Université Djilali liabès à Sidi Bel Abbès (Algérie)
jilaben87@gmail.com

Dr: BAOUCHE Mohamed El Ouard, Université Djilali liabès à Sidi Bel Abbès,
(Algérie) baouche.medouard@gmail.com

Reçu le:28/08/2025

Accepté le:18/03/2026

Publié le:27/03/2026

Résumé:

Depuis le basculement de l'économie mondiale en économie numérique dans les années 90, les organisations, quel que soit leur statut juridique ou administratif, s'orientent massivement vers l'adoption des outils, systèmes et ressources de la technologie 4.0 dans l'atteinte des 17 objectifs du développement durable (ODD) établis par l'ONU. Nous examinons, à travers ce travail, la contribution de l'IA dans l'atteinte du sixième objectif ODD6 relatif à la gestion de l'eau. Notre étude s'articule autour de l'analyse du réseau G-WADI et le Système PERSIANN utilisés par l'UNESCO en zones sèches qui s'est avéré, lui-même, après son lancement un enjeu environnemental dans la gestion de l'eau.

Mots clés: ODD6- Intelligence artificielle-UNESCO, G-WADI, PERSIANN

Jel Classification Codes : 019-L32-Q25- Q55

Abstract:

Since the global economy shifted towards a digital economy in the 1990s, organisations, regardless of their legal or administrative status, have

* Auteur correspondant

been moving en masse towards adopting Industry 4.0 tools, systems and resources in order to achieve the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) established by the UN. In this paper, we examine the contribution of AI to achieving the sixth SDG (SDG6) relating to water management. Our study focuses on an analysis of the G-WADI network and the PERSIANN system used by UNESCO in arid regions, which, following its launch has itself become a key environmental factor in water management.

Keywords: SDG6, Artificial Intelligence, UNESCO, G-WADI – PERSIANN

JelClassificationCodes : 019-L32-Q25- Q55

1. Introduction:

La gestion des ressources en eau s'impose actuellement comme l'un des enjeux les plus importants au carrefour des enjeux de sécurité alimentaire, de stabilité géopolitique et de d'adaptation climatique. Aujourd'hui la moitié de la population mondiale subit un stress hydrique sévère plus au moins une seule fois dans l'année Selon le dernier (ONU, 2025). Cette vulnérabilité est particulièrement concentrée dans les zones dites sèches, où la rareté de l'eau est doublée d'une carence structurelle en données hydro-météorologiques. Ce sont des régions pauvres en données, ou les réseaux de mesure in situ, tels que les pluviomètres sont souvent défaillants, obsolètes ou inexistants, rendant toute planification durable dans le cadre de l'objectif de l'ODD6 extrêmement complexe, souffrant souvent d'un manque de données précises en temps réel. C'est là que l'IA, via des outils comme PERSIANN (système d'estimation des précipitations par satellite) intégrés au réseau G-WADI de l'UNESCO, change la donne.

2. Problématique :

Nous nous interrogeons, dans quelle mesure, à l'absence de données et au manque de moyens techniques de précision tels que les stations météo physiques en zones sèches, l'intelligence artificielle, à travers G-WADI et le système d'estimation satellitaire PERSIANN, permet-elle de pallier l'absence de données hydrologiques au sol pour pouvoir optimiser la gestion de l'eau?

Le rôle de l'intelligence artificielle (IA) dans l'atteinte du sixième objectif du développement durable -ODD6- relatif à la gestion hydrologique

3. Hypothèse de recherche :

Afin de répondre à la problématique soulevée, l'hypothèse que nous vérifions repose à la fois, sur la fiabilité de l'IA et l'efficacité de développement durable, détaillée comme suit :

- ✓ L'accès aux données en temps quasi-réel via G-WADI et le système PERSIANN favorise une gestion prédictive des risques (inondations et sécheresses) et répondent directement aux différents cibles de l'ODD6.

4. Importance et objectif de la recherche :

Ce travail est une réflexion critique sur la nécessité d'une transition pour une hydrologie durable, qui passe par l'analyse technique du système PERSIANN et de son application pratique via le réseau G-WADI, c'est-à-dire, l'examen de deux importants points :

- ✓ Expliquer comment l'algorithme PERSIANN transforme des signaux bruts en outils de prise de décision pour décideurs des zones sèches.
- ✓ Mesurer l'impact de l'initiative G-WADI sur l'amélioration de l'accès aux données et la gestion des risques hydrologiques.

1. Intelligence Artificielle (IA), Apprentissage automatique (ML) et Apprentissage profond (DL) :

Il s'agit d'un vaste domaine d'informatique axé sur la création de systèmes intelligents, de machines ou logiciels intelligents capables d'effectuer des tâches nécessitant une intelligence de type humain (Oluleye, Chan, & Antwi-Afari, 2022, p. 2). Elle se compose de :

1.1. Intelligence artificielle (IA):

Elle regroupe l'ensemble des techniques et méthodes qui tendent à comprendre et reproduire le fonctionnement d'un cerveau humain, pour, par exemple améliorer les rendements économiques.

1.2. Apprentissage automatique : (Machine learning-ML-)

C'est un sous-domaine de l'intelligence artificielle où un ordinateur analyse un ensemble de données et génère un modèle capable de résoudre des problèmes. (Oluleye, Chan, & Antwi-Afari, 2022, p. 2).

1.3. Apprentissage profond : (Deep learning –DL-)

C'est un sous-ensemble de ML qui utilise automatiquement des réseaux neuronaux profonds pour apprendre et représenter des modèles complexes, comme la reconnaissance d'images et le traitement du langage naturel (Oluleye, Chan, & Antwi-Afari, 2022, p. 3), ou des dizaines ou des centaines de couches de neurones sont empilées pour apporter une plus grande complexité à l'établissement des règles.

2. Agenda 2030 et objectifs du développement durable (O.D.D) :

Le concept de durabilité, lors de la première conférence internationale sur la construction durable aux USA, en novembre 1994, a été introduit, dans le vocabulaire économique, comme étant : « Construire un environnement bâti sain grâce à l'application de principes écologiques et économes en ressources » (Oprach, Bolduan, Steuer, Vössing, & Haghsheno, 2019). On parle donc, de trois types de durabilité :

1. Durabilité économique qui cherche à optimiser la rentabilité relative à l'utilisation des ressources humaines, les matériaux, l'eau et l'énergie (Oluleye, Chan, & Antwi-Afari, 2022)

2. Durabilité sociale qui cherche la satisfaction des besoins individuels tout au long du processus du projet, en favorisant une étroite collaboration avec les parties prenantes liées au projet (Fnais, et al., 2022)

3. Durabilité environnementale qui cherche à prévenir des effets nocifs sur l'environnement des ressources naturelles avec la minimisation de la production de déchets (Barros & Russell, 2020)

Cependant, la durabilité introduit des normes d'usage pour chaque ressource afin de préserver le capital naturel critique, qui est l'ensemble des actifs naturels qui, à une échelle géographique donnée, remplit des fonctions vitales irremplaçables (Hamouche, 2023).

C'est dans ce contexte de développement durable et sous couvert de l'ONU que la communauté internationale a approuvé en 2015 un

Le rôle de l'intelligence artificielle (IA) dans l'atteinte du sixième objectif du développement durable -ODD6- relatif à la gestion hydrologique

programme de développement durable à atteindre d'ici 2030 (horizon 2030) contenant 17 objectifs concernant 17 domaines d'intervention, contenant 231 cibles, dans la finalité est de sauver le monde, appelé agenda 2030 (ONU, 2024), dont 08 objectifs sont à vocation sociale (1,2,3,4,5,10,11 et 16), les 06 autres objectifs sont à vocation environnementale (6,7,12,13,14 et 15) et les deux derniers à caractère économique (8 et 9) (Massimo, et al., 2024). Le dernier est un objectif de complémentarité.

2.1. La gestion de l'eau dans les zones sèches dans le cadre de l'ODD6:

L'ODD6 est un objectif qui consiste à faire face à la gestion de l'eau, mais il ne se limite pas à l'eau potable car il englobe toute la chaîne de valeur de la ressource, notamment pour les zones sèches dont les cibles sont (Massimo, et al., 2024) :

1. Cible 6.3 (Qualité de l'eau) : Réduire la pollution et augmenter le traitement des eaux usées. En zone aride, une eau usée non traitée est une ressource perdue.
2. Cible 6.4 (Utilisation rationnelle) : Augmenter considérablement l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans tous les secteurs (surtout agricole) pour faire face à la pénurie d'eau.
3. Cible 6.5 (Gestion intégrée) : Mettre en œuvre la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE), y compris par la coopération trans-frontalière (partage des aquifères et des fleuves).

Par ailleurs, les zones sèches sont des régions qui couvrent environ 41 % de la surface terrestre. On trouve l'antarctique et visiblement tout le désert au niveau mondial avec d'autres régions semi-arides (Yukie, Christina, & Otto, 2025). Elles sont définies par l'Indice d'Aridité (IA), qui est le rapport entre les précipitations annuelles moyennes (P) et l'évapotranspiration potentielle (ETP) : d'où $IA = P/ETP$. Il s'agit donc, de (FAO, 2025):

1. Zones Hyper-arides ($IA < 0,05$) : Déserts vrais (ex: Sahara central), précipitations quasi nulles.

2. Zones Arides ($0,05 < IA < 0,20$) : Végétation épars, élevage nomade possible.

3. Zones Semi-arides ($0,20 < IA < 0,50$) : Savanes ou steppes, agriculture pluviale précaire.

2.2. Problèmes et enjeux des zones sèches en ressources hydriques :

La désertification et le changement climatique constituent les deux phénomènes qui menacent régulièrement les zones sèches, ainsi les activités humains (surpâturage, déforestation, agriculture intensive), qui contribuent à la dégradation de leur sol. Il en résulte en effet, trois problèmes qui menacent les zones sèches, à savoir :

1. Pénurie : L'indisponibilité de l'eau est accentuée par une demande croissante en agriculture et en urbanisation, dépassant ainsi le renouvellement naturel des ressources. Ce besoin illimité face aux sources rares provoque ce que les scientifiques appellent le stress hydrique qui se produit quand la disponibilité en eau tombe en dessous de 1000 m³/habitant/an. Un autre problème de répartition d'eau se manifeste au profit de l'homme, mais au détriment de la part réservée à l'agriculture, menaçant la sécurité alimentaire (Vorosmarty, et al., 2010).

2. Pollution : L'existence des polluants qui ne se diluent pas à cause du faible débit du courant qui rend le peu d'eau disponible vulnérable à la pollution qui se manifeste en quatre types de pollution, à savoir ; la pollution agricole ou l'utilisation intensive d'engrais azotés et phosphatés entraîne l'eutrophisation des plans d'eau, provoquant la prolifération d'algues qui asphyxient les écosystèmes aquatiques. La pollution industrielle concerne les rejets de métaux lourds et d'autres composés chimiques. Les eaux usées non traitées et les produits pharmaceutiques sont aussi des sources de pollution régulière qui touche l'eau (Nichane & Khelil, 2015)

3. Fuites : Il s'agit du gaspillage de l'eau ou les fuites représentent à la fois, une perte d'eau et d'énergie, d'où le taux d'eau non comptabilisé (ENC) peut atteindre facilement 40 % à 50 %. Les fuites sont le résultat de salinisation, c'est-à-dire de l'évaporation intense qui laisse à la surface du sol des sels qui s'infiltreront ensuite dans les nappes (Yong, et al., 2022), et de pollution anthropique ou les rejets industriels et urbains à faible débit d'eau créent

Le rôle de l'intelligence artificielle (IA) dans l'atteinte du sixième objectif du développement durable -ODD6- relatif à la gestion hydrologique

des concentrations toxiques immédiates (FAO, 2025). D'autres problèmes se manifestent sur le terrain, tels que la violence des inondations qui se produisent soudainement au niveau des rivières, la surexploitation des nappes phréatiques puisque l'eau souterraine demeure la seule ressource permanente dont le niveau est difficile à surveiller et finalement l'inefficacité de l'irrigation et l'évapotranspiration élevée en zone sèche.

2.3. Le rôle de l'IA dans l'atteinte de l'ODD6 :

L'intelligence artificielle devient alors l'outil de contrôle qualité indispensable pour garantir que la ressource limitée puisse répondre aux exigences de conformité durable (UNESCO, 2023) en matière de :

1. Optimisation des réseaux (Cible 6.4) : Algorithmes de détection de fuites dans les réseaux urbains et agricoles pour réduire l'eau non facturée (pertes physiques).
2. Monitoring de la qualité (Cible 6.3) : Utilisation de réseaux de neurones pour prédire la prolifération d'algues ou la concentration de nitrates dans les nappes à partir de données de capteurs.
3. Gestion des barrages : Modèles prédictifs basés sur l'IA pour optimiser les lâchers d'eau en fonction des prévisions climatiques à long terme (Daniel P & Eelco, 2017).

3. Étude et analyse du réseau G-WADI et du système d'estimation satellitaire PERSIANN, établis par l'UNESCO/ONU :

Dans le cadre de son Programme hydrologique international (PHI), l'UNESCO a commencé en 2005 à élaborer une application d'intelligence artificielle, en partenariat avec une équipe de l'Université de Californie à Irvine (États-Unis) pour mettre en œuvre son programme pour l'information sur l'eau et le développement dans les zones sèches par le biais d'un réseau mondial appelé (G-WADI 2003). Ce réseau s'est concentré sur la fourniture d'outils et de méthodes interactifs basés sur des données pour soutenir la prise de décision fondée sur des preuves, tels que les produits de

précipitations maillées par satellite PERSIANN, les moniteurs de sécheresse pour l'Afrique et l'Amérique latine, et l'analyse de fréquence régionale.

Les deux constituent deux piliers de la stratégie de l'UNESCO pour répondre aux défis hydrologiques mondiaux, particulièrement dans les régions où les données au sol sont rares (UNESCO, 2024). Le premier est institutionnel, or le deuxième est technique.

3.1. Architecture Algorithmique du G-WADI et de PERSIANN :

En raison de leurs variations spatio-temporelles en intensité et en durée, la mesure des précipitations, demeure un défi majeur. Trois principaux moyens sont utilisés pour pouvoir les mesurer, à savoir, les pluviomètres, les radars et les satellites. Alors que les pluviomètres qui permettent une mesure directe des précipitations, souffrent de la couverture intermittente sur la plupart des continents, la technologie radar n'est pas disponible sur toutes les zones sèches. Par contre, les mesures de précipitations par satellite semblent être la méthode la plus prometteuse pour observer avec précision les précipitations sur terre et en mer (Nguyen, 2013). Le fonctionnement de ce système institutionnel G-WADI et technique (PERSIANN) passe du traitement de la donnée à l'information au niveau du deuxième, puis de l'information à la prise de décision au niveau du premier.

3.1.1. L'IA dans le réseau G-WADI et le Système PERSIANN :

Le cœur de PERSIANN repose sur un modèle de Deep Learning de type Feed-Forward. Contrairement aux modèles physiques classiques qui nécessitent des équations complexes de thermodynamique atmosphérique, Ce système utilise une approche statistique non-linéaire (Hsu, et al., 2015), ou, la couche d'Entrée (Input Layer), reçoit les données de température de brillance (Tb), des capteurs infrarouges (IR) et des satellites géostationnaires. Or, pour traiter les couches cachées, les neurones artificiels traitent les textures et les gradients de température des nuages. Un nuage avec une température très basse (sommet élevé) est corrélé à une

Le rôle de l'intelligence artificielle (IA) dans l'atteinte du sixième objectif du développement durable -ODD6- relatif à la gestion hydrologique

probabilité de pluie forte. Finalement pour la couche de sortie, elle génère une estimation du taux de précipitation en mm/h. Le système PERSIANN n'est pas un simple pluviomètre spatial mais un modèle d'apprentissage profond. (Nguyen, et al., 2018).

En effet, le système PERSIANN en tant que modèle, se base dans son fonctionnement sur l'IA qui utilise des réseaux de neurones artificiels pour estimer les précipitations à partir des données de température des nuages captées par les satellites géostationnaires (Infrarouge), ou il utilise des réseaux de neurones pour estimer les précipitations à partir de données satellitaires infrarouges, remplaçant ainsi les capteurs au sol manquants, dont, l'objectif est de corrélérer la température des nuages (vue par satellite) avec l'intensité des précipitations au sol. Avec une haute résolution, ce système permet d'obtenir des données avec une résolution allant jusqu'à 4 km toutes les heures, couvrant la quasi-totalité du globe. Ce système permet de fournir des données historiques sur plus de 30 ans, essentielles pour comprendre le changement climatique et planifier les infrastructures hydrauliques (Hamed, et al., 2015).

3.1.2 Fonctionnement du PERSIANN : Ce système fonctionne sur la base de deux phases distinctes (Nguyen, 2013):

- 1. La Phase de Conversion :** C'est une phase technique qui consiste à passer du signal à la donnée, ou le processus commence par la capture de la température de brillance (T_b) par les capteurs infrarouges. L'algorithme PERSIANN utilise cependant un réseau de neurones artificiels (ANN) pour résoudre le problème inverse, c'est-à-dire, estimer la pluie à partir du froid des nuages. Elle passe également par deux étapes, à savoir :
- 1. Extraction des textures :** L'algorithme analyse non seulement la température d'un point, mais aussi la structure spatiale (gradient,

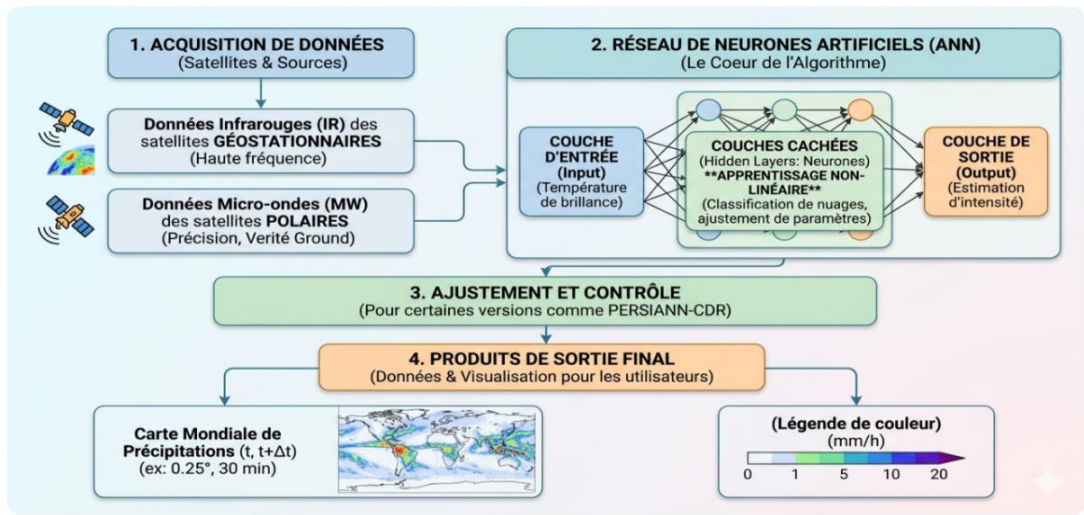
variabilité) des sommets nuageux pour différencier les nuages convectifs (pluies intenses) des nuages stratiformes.

2. **Calibration Micro-ondes** : Pour corriger les erreurs inhérentes à l'infrarouge, le système réajuste continuellement ses paramètres en utilisant les données micro-ondes passives (MW), plus précises physiquement mais moins fréquentes.

2. **La Phase d'Intégration** : C'est la phase hydrologique qui passe de la donnée à l'information, ou, une fois les millimètres de pluie seront estimés, l'information brute est intégrée dans des modèles pour qu'elle puisse devenir compréhensible pour le gestionnaire de l'eau. Elle passe également par deux étapes (Hamed, et al., 2015) :
 1. **Séries Temporelles Longues (PERSIANN-CDR)** : En zone sèche, la variabilité interannuelle est extrême. Disposer de plus de 40 ans de données permet de définir ce qu'est une année normale, par rapport à une année de sécheresse.
 2. **Modélisation Pluie-Débit** : Les estimations alimentent des modèles hydrologiques qui prédisent le remplissage des barrages ou la recharge des nappes phréatiques, souvent les seules sources d'eau en milieu sèche.

Schéma 1 : Fonctionnement du système PERSIANN

Le rôle de l'intelligence artificielle (IA) dans l'atteinte du sixième objectif du développement durable -ODD6- relatif à la gestion hydrologique



Source : (Nguyen, et al., 2018)

Ce tableau nous montre les services que l'IA pourrait offrir pour faire face aux différents problèmes qui touchent principalement les zones sèches.

Tableau 1 : Services de l'IA face aux problèmes des zones sèches

Problèmes	Conséquences	Intervention de l'IA	Technique IA utilisée	Impact mesurable
Pénurie	Rationnement et conflits d'usage	Prévision de disponibilité via PERSIANN	-Analyse prédictive / Deep Learning -Algorithmes d'irrigation de précision	-Réduction de 20-30% de la consommation -Calculer le stress hydrique
Pollution	Perte définitive de sources d'eau	-Surveillance en temps réel et alertes qualité. -Modèles prédictifs de la qualité de l'eau	Réseaux de neurones (ANN)	- Détection d'anomalies en < 5 min - Suivi des orages en temps réel -Anticipation du pic de salinité ou de pollution chimique

Fuites	Coût économique et gaspillage éthique	Maintenance prédictive des réseaux.	Réseaux de capteurs acoustiques couplés à des algorithmes de Machine Learning	1. Localiser des micro-fuites invisibles 2. Alertes précoces jusqu'à 48h à l'avance
---------------	---------------------------------------	-------------------------------------	---	--

Source : (Vorosmarty, et al., 2010)

Critique du réseau G-WADI/PERSIANN :

Malgré le rôle que le réseau G-WADI/PERSIANN dans l'atteinte des objectifs de l'ODD6, il présente à la fois, des limites techniques, structurelles et opérationnelles. Voici une analyse critique de ces inconvénients, étayée par des références académiques. Le système PERSIANN, basé sur l'intelligence artificielle (réseaux de neurones), se heurte à plusieurs défis intrinsèques à la télédétection (Hao, Anming, Tie, Sheng, & Felix, 2016):

- ✓ Le PERSIANN estime la pluie à partir de la température de brillance des sommets des nuages (Infra-Rouge). Cela signifie qu'il peut surestimer les précipitations provenant de nuages froids qui ne pleuvent pas ou sous-estimer les pluies chaudes orographiques.
- ✓ La précision de PERSIANN comme modèle d'IA dépend de la qualité des données radar (TRMM/GPM) utilisées pour son entraînement, il peut perdre en fiabilité dans les régions où ces données sont rares (Miao, Hamed, Hsu, & Duan, 2015).
- ✓ Bien que la résolution de $0.04^{\circ} \times 0.04^{\circ}$ (environ 4×4 km) soit excellente pour des études régionales, elle peut s'avérer insuffisante pour modéliser le ruissellement urbain précis ou les micro-bassins versants de montagne (Hamed, et al., 2015).
- ✓ Bien que PERSIANN-CCS offre des données en temps quasi-réel, il existe toujours un décalage temporel qui peut être critique pour les alertes de crues éclair (Flash/Flood) très soudaines (Nguyen, et al., 2018).

Le rôle de l'intelligence artificielle (IA) dans l'atteinte du sixième objectif du développement durable -ODD6- relatif à la gestion hydrologique

Or, pour le G-WADI, en tant que réseau global de l'UNESCO, rencontre également des obstacles liés à la mise en œuvre et à l'accessibilité (Bianchini, V, & N, 2025):

- ✓ L'utilisation des outils G-WADI (comme l'iRain ou le Geo-Server) nécessite une connexion internet stable et des compétences avancées en SIG (Systèmes d'Information Géographique), ce qui reste un défi dans certaines zones arides de pays en développement.
- ✓ G-WADI encourage l'intégration des données locales. Cependant, le manque de financement pour la maintenance des stations météorologiques au sol limite la capacité du réseau à valider localement les estimations satellites.
- ✓ Le partage de données hydrologiques entre pays partageant un même bassin transfrontalier reste complexe, malgré les plateformes techniques offertes par G-WADI.
- ✓ Réduire l'empreinte environnementale du cycle de vie de l'IA elle-même par opter pour des modèles plus petits et optimisés plutôt que des modèles géants (LLM) extrêmement gourmands en énergie.
- ✓ Réduire la consommation d'eau concernant le refroidissement des centres de données et serveurs. Les experts estiment que 10 à 50 requêtes simples peuvent consommer jusqu'à 0,5 litre d'eau.
- ✓ Optimiser des réseaux intelligents pour intégrer les énergies renouvelables (Miao, Hamed, Hsu, & Duan, 2015).

Conclusion :

L'intelligence Artificielle permet d'offrir des outils qui analysent de grandes quantités de données, dans divers secteurs d'activité, tels que la santé, l'agriculture, l'énergie et l'eau. Ce qui entraînera par la suite, l'atteinte de très bons niveaux d'efficacité, d'efficience et de rationalisation au niveau des différentes étapes de chaque projet ou programme de développement par l'adoption des critères environnementaux, sociaux

et de gouvernance (ESG) qui permettent la mesure de la performance non financière concernant la durabilité environnementale.

L'intelligence Artificielle s'avère très prometteuse à l'aide des pays à atteindre leurs objectifs dans le cadre du programme de développement durable à l'horizon 2030, établit par la communauté internationale.

Notre étude nous a permis de constater que l'avenir des zones sèches, arides et semi-arides, qui abritent plus de deux milliards de personnes, dépend de notre capacité à transformer la contrainte de la rareté en un modèle de gestion efficiente. Cette étude a mis en lumière quatre points importants, à savoir :

1. Le changement de la technique puisque l'enjeu n'est plus d'apporter plus d'eau, mais d'apporter la juste dose au bon moment.
2. L'IA en tant que catalyseur de résilience n'est plus une option futuriste, mais un outil opérationnel. En transformant les données environnementales en décisions managériales qui permettent des irrigations précises et d'optimiser chaque goutte d'eau.
3. La gestion de l'eau en milieu sèche dépasse la simple technique, c'est une question de gouvernance globale et de diffusion de l'information. L'atteinte de l'ODD6 nécessite une coopération internationale avec une gestion intégrée qui préserve la qualité de l'eau (Cible 6.3) tout en garantissant sa durabilité (Cible 6.4).
4. Introduire l'engagement du développement durable dans les services que l'IA offre demeure dans le cadre de Green in AI au lieu de Green by AI, demeure un levier primordial et puissant pour assurer, multiplier et protéger les ressources hydrologiques des terres sèches.

Bibliographie

1. Barros, N., & Rusell, R. (2020). Machine learning for whole-building life cycle assessment: A systematic literature review. *Springer International Publishing*.
2. Banchini S et al. 2025, Applications of AI for water management.

Le rôle de l'intelligence artificielle (IA) dans l'atteinte du sixième objectif du développement durable -ODD6- relatif à la gestion hydrologique

3. Daniel P, L., & Eelco, V. B. (2017). Planification et gestion des systèmes de ressources en eau, Introduction aux méthodes, aux modèles et aux applications. *Springer Nature* , 11.
4. FAO. (2025). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture 2025*. Rome.
5. Fnais, Y, R., I, P., T, B., J, Y., A, G., et al. (2022). The application of life cycle assessment in buildings: Challenges, and directions for future research. *The International Journal of Life Cycle Assessment* .
6. Hamed, A., Kuo, L. H., Soroosh, S., Dan K, B., Kenneth R, K., L. Dewayne, C., et al. (2015). PERSIANN-CDR : Enregistrement quotidien des données climatiques de précipitations issues d'observations multisatellites pour les études hydrologiques et climatiques. *AMS* .
7. Hamouche, O. (2023). Développement durable, quel contenu pour un avenir meilleur? *Les Cahiers du MECAS. Université de Tlemcen* , 01 (19), 143-156.
8. Hao, G., Anming, B., Tie, L., Sheng, C., & Felix, N. (2016). Evaluation of PERSIANN-CDR for Meteorological Drought Monitoring over China. *Researchgate* .
9. Hsu et al, (2015). Estimation des précipitations à partir de données de télédétection par réseaux de neurones artificiels. *Applied Meteorology* .
10. Massimo, R., Yigitcanlar, T., Hon, C., & Teo, M. (2024). Artificial intelligence and sustainable development goals: Systematic literature review of the construction industry. *ELSEVIER* , 4.
11. MIAO et al 2015. Evaluation of the PERSIANN-CDR Daily Rainfall Estimates in Capturing the. *Researchgate* .
12. Nguyen, P, 2013. G-WADI PERSIANN-CCS GeoServer for extreme precipitation event monitoring. *ResearchGate* .
13. Nguen P et al, 2018, The PERSIANN Family of Global Satellite Precipitation Products. *Bulletin of the American Meteorological Society* .
14. Nichane, M., & Khelil, M. (2015). Changements climatiques et ressources en eau. *Algerian Journal of Arid Environment "AJAE"* .

- 15.Oluleye, B., Chan, D., & Antwi-Afari, P. (2022). Adopting Artificial Intelligence for enhancing the implementation of systemic circularity in the construction industry: A critical review. *ELSEVIER* , 3.
- 16.ONU. (2024). *Les 17 objectifs du développement durable*. Genève
- 17.ONU. (2025). *Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau*. Genève.
- 18.Oprach, S, et al, 2019, Building the Future of the Construction Industry through Artificial Intelligence and Platform Thinking. *Digitale Welt* , Volume 3 (40-44).
- 19.UNESCO, 2024, *Flagship initiative strategy G-WADI strategy: a contribution to IHP IX*. UNESCO Digital Library. Paris:
- 20.UNESCO. (2023). *Partenariats et coopération pour l'eau*. Paris.
- 21.Vorosmarty et al, 2010, Menaces mondiales pesant sur la sécurité hydrique humaine et la biodiversité fluviale. *Springer nature* , 7.
- 22.Yong,W et al, 2022, Groundwater regulation for coordinated mitigation of salinization and desertification in arid areas. *Elsevier* .
- 23.Yukie, H., Christina, S., & Otto, S. (2025). *Desertification; une synthèse visuelle*. Genève: GRAPHI 4 à Bresson, France.