



Les enjeux juridiques de l'application de l'intelligence artificielle dans la prévention et la gestion des risques liés à l'eau

The legal issues of applying artificial intelligence in the prevention and management of water-related risks

REZZOUQI Marwane

Doctorant

Faculté des Sciences Juridiques, Économiques et Sociales
FSJES-Souissi

Université Mohammed V, Rabat

L'Équipe Droit de l'Environnement, Politiques Publiques et Développement Durable
Maroc

NADIR Bouchra

Enseignante chercheuse

Faculté des Sciences Juridiques, Économiques et Sociales
FSJES-Souissi

Université Mohammed V, Rabat

L'Équipe Droit de l'Environnement, Politiques Publiques et Développement Durable
Maroc

Date de soumission : 15/05/2024

Date d'acceptation : 24/07/2024

Pour citer cet article :

REZZOUQI M. & NADIR B. (2024) « Les enjeux juridiques de l'application de l'intelligence artificielle dans la prévention et la gestion des risques liés à l'eau », Revue Internationale du chercheur « Volume 5 : Numéro 3 » pp : 40 -61

Résumé

Le recours aux nouvelles technologies pour gérer les risques liés à l'eau est indispensable, ainsi le droit et la réglementation en vigueur s'orientent de plus en plus vers la reconnaissance du rôle de l'intelligence artificielle qui s'applique à tous les secteurs, et utilise des algorithmes performants pour fournir des réponses efficaces, performantes, fiables et personnalisées. L'intelligence artificielle mobilise des connaissances multidisciplinaires : électronique (collecte de données), mathématiques et informatique (traitement de données, analyse de données, apprentissage profond), sciences humaines et sociales pour analyser l'impact sociétal... La prévention des risques liés à l'eau tire de plus en plus d'avantages de l'intelligence artificielle, ce qui devrait être orienté par des études juridiques et par la conscience profonde de la nécessité de gouverner et de contrôler l'application de cette technologie. Cet article vise l'élaboration d'un cadre théorique et conceptuel en s'appuyant sur les pratiques de gestion et sur les techniques de l'intelligence artificielle appliquées à l'eau. Ce travail tente alors de cerner totalement ou partiellement cette nouvelle discipline, son cadre légal dans le domaine de la gestion des risques liés à l'eau, ainsi que ses différents enjeux et ses perspectives pour une gestion optimale et efficace des risques liés à l'eau.

Mots-Clés : Intelligence artificielle ; eau ; risques ; études juridiques ; gestion

Abstract

The use of new technologies to manage water related risks is essential, and the laws that regulate water are increasingly oriented towards the recognition of the role of artificial intelligence that applies to all industries and uses powerful algorithms to provide efficient, powerful, reliable and personalized responses. Artificial intelligence mobilizes multidisciplinary knowledge: electronics (data collection), mathematics and computer science (data processing, data analysis, deep learning), human and social sciences to analyze the societal impact... The prevention of water related risks is taking advantage of artificial intelligence, which must be guided by legal studies and profound awareness of the need for governing and controlling the application of this technologie. This article aims to develop a theoretical and conceptual framework by leveraging management practices and artificial intelligence techniques applied to water. The objective is to comprehensively or partially define this emerging discipline, its legal framework in water risk management, along with its diverse challenges and prospects for achieving optimal and effective water risk management.

Keywords: Artificial intelligence ; water ; risks ; legal studies ; management

Introduction

L'utilisation de l'intelligence artificielle "IA", est capable d'aider à traiter les problèmes de l'eau de manière efficiente. L'intelligence artificielle fait référence à l'ensemble des technologies qui permettent aux machines d'effectuer des tâches complexes.

Le concept d'intelligence artificielle a été formé dans les années 1950 dans un projet visant à simuler les processus du cerveau humain. Mais le concept s'est élargi pour s'appliquer aux aspects sociaux, économiques, éducatifs, politiques et environnementaux, etc (Yves Charles Zarka, 2019).

Il est vrai que peu importe les évolutions technologiques, les êtres humains resteront chargés d'identifier les problèmes, les risques, et de proposer les améliorations (MANTOUZIS & SAID.Y, 2023). Mais l'intelligence artificielle s'impose de plus en plus par son efficacité et sa performance.

En effet, l'intelligence artificielle est appliquée de plus en plus dans le domaine de l'eau. Sur l'importance de l'eau qui constitue l'un des enjeux majeurs du XXI^e siècle et sur l'existence d'un « problème de l'eau », voire d'« une crise mondiale de l'eau » tout le monde est d'accord : chercheurs, gestionnaires, et militants (Graciela Schneier-Madanes, 2010).

Les pays qui ont un problème de pénurie d'eau ne peuvent pas se développer car l'eau est un bien précieux et incontournable. D'après les modèles climatiques, les effets attendus du changement climatique global sur les ressources en eau indiquent une aggravation de leur vulnérabilité (Mohamed Taabni, Moulay-Driss El Jihad, 2012).

La gestion des ressources en eau dans les pays en développement constitue un enjeu majeur et prioritaire dans l'agenda politique international. La notion de gestion des ressources en eau est caractérisée, par le caractère hybride des modes de régulation (Marc Bied-Charreton, Raoudha Makkaoui, Olivier Petit, Mélanie Requier-Desjardins, 2006).

Plusieurs décennies de conception et de confection des règles, des lois et des réglementations dans le domaine de l'eau partout dans le monde ; et après plusieurs réformes du cadre juridique et institutionnel du secteur de l'eau au Maroc, il est devenu nécessaire d'étudier le rôle de l'intelligence artificielle dans la gestion des risques liés à l'eau.



Dans cet article nous allons présenter une brève introduction aux techniques de l'intelligence artificielle appliquées à l'eau, et tenter de mieux comprendre cette nouvelle discipline, ses principes et concepts de base, ainsi que son cadre légal dans le domaine de la gestion des risques liés à l'eau pour une gestion efficace et rationnelle; tout en prenant en considération les études juridiques réalisées sur les enjeux de l'utilisation de l'intelligence artificielle.

Il est donc utile et fondamental d'articuler les éléments de réflexion sur l'application de l'intelligence artificielle dans le domaine de la gestion et de la prévention des risques liés à l'eau, ainsi que les exigences réglementaires de cette application dans le domaine de l'eau en tant que problématique essentielle au Maroc et partout dans le monde.

Quelles sont donc les différentes applications de l'intelligence artificielle dans la prévention et la gestion des risques liés à l'eau ? Et quels sont les enjeux juridiques soulevés par cette application novatrice de l'intelligence artificielle ?

Il s'avère donc important de puiser dans le cadre légal encadrant ce sujet.

La gestion des risques dans le secteur de l'eau est complexe et dépasse souvent l'échelle purement managériale vers l'approche techniciste, ce qui engendre des débats juridiques et de nouvelles problématiques.

Nous avons appréhendé notre objet de recherche à travers une approche pluridisciplinaire prenant en considération l'entrecroisement de plusieurs disciplines, notamment le droit de l'environnement et le droit des nouvelles technologies.

Notre approche méthodologique est essentiellement analytique et déductive basée sur les outils de recherche documentaire et jurisprudentielle générale et spécialisée.

Pour explorer l'ensemble de nos questionnements, nous nous sommes intéressés à l'étude des politiques de gestion de l'eau qui accompagnent le progrès technologique.

Nous mettrons alors en exergue le lien qui associe des concepts de droit, des défis de gestion de l'eau et des risques liés à cette ressource naturelle précieuse en s'appuyant sur l'apport de

l'intelligence artificielle. Et ceci afin de mettre en évidence la dynamique de leur évolution et les principales réflexions soulevées.

Pour répondre à la problématique de cette recherche et en se basant sur une approche méthodologique analytique, nous allons traiter ce sujet en deux parties : La première étudie l'intelligence artificielle mise au service des problématiques liées à l'eau, et la deuxième analyse le référentiel légal de l'intelligence artificielle en matière des risques liés à l'eau.

1. L'intelligence artificielle au service des problématiques liées à l'eau

Le principe essentiel de l'intelligence artificielle (IA) est de construire une machine intelligente qui raisonne comme l'être humain. L'intelligence artificielle (IA) est une notion qui a émergé récemment dans de nombreux domaines, notamment le domaine de la gestion des risques liés à l'eau.

L'intelligence artificielle représente un outil précieux dans la gestion des risques liés à l'eau, d'où la nécessité d'étudier cet outil et son rapport avec le domaine de l'eau en mettant en relief le référentiel conceptuel et technique de l'intelligence artificielle, ainsi qu'en décortiquant les concepts généraux, descriptifs et particuliers relatifs à l'intelligence artificielle.

1.1 Concepts généraux

L'intelligence artificielle est une technologie dotée d'une autonomie de décision, et d'une capacité de simuler l'intelligence humaine.

1.1.1 Définition technique de l'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle est un système de traitement de données fonctionnant de manière autonome, elle résulte de la combinaison d'algorithmes et de données, et cette entité technologique agit d'une manière qui la rapproche d'une personne physique (Simon Simonyan, 2021).

Si l'intelligence artificielle emprunte certains aspects de l'intelligence humaine, de nombreux autres lui font défaut, en particulier la conscience, la raison et les émotions qui sont étrangères aux machines (Samir Merabet, 2018).

En effet, l'intelligence artificielle a pour objectif de doter les systèmes informatiques et digitaux ou les machines intelligentes de capacités comparables à celles des êtres humains. Aujourd'hui, certaines technologies d'intelligence artificielle permettent de mieux répondre aux exigences et aux problématiques les plus complexes. C'est le cas du Machine Learning qui regroupe des algorithmes qui apprennent automatiquement pour prédire à partir des données qui lui servent d'exemples. La qualité des résultats de la technique de Machine Learning dépend de la qualité des données. Le Deep Learning est également considéré comme une avancée majeure en termes d'intelligence artificielle.

Les ordinateurs nous donnent accès à de vastes quantités de données, à la fois structurées (dans des bases de données et des feuilles de calcul) et non structurées (telles que du texte, de l'audio, de la vidéo et des images). Toutes ces données améliorent la compréhension du monde. Le traitement assisté par l'IA de ces informations nous permet d'utiliser ces données pour découvrir des modèles historiques, prévoir plus efficacement, et formuler des recommandations plus efficaces, ce qui est utile dans les problématiques et les risques liés à l'eau, et principalement dans la prévision de la sécheresse et des inondations. Cette technologie vise à surmonter les hésitations, les retards, les fragilités, les incertitudes, les doutes, les erreurs, en somme les limites de l'intelligence humaine (Yves Charles Zarka, 2019).

Le domaine de l'eau est l'un des domaines les plus complexes qui nécessitent l'utilisation d'une technologie comme l'intelligence artificielle pour assister l'intelligence humaine dans la mise en œuvre des stratégies et politiques liées à l'eau.

1.1.2 L'intelligence artificielle au service des politiques liées à l'eau

La technologie est arrivée à un stade avancé qui impose sa prise en considération dans toute action de gestion, notamment les politiques liées à l'eau. Au Maroc, pour répondre à ces problématiques, des efforts ont été consentis sur les plans juridiques et réglementaires à travers la refonte de la loi 10-95 et l'adoption d'une nouvelle loi - n° 36-15 - à la hauteur des enjeux du secteur¹.

¹ Maroc, Dahir n°1-16-113 du 6 kaada 1437 portant promulgation de la loi n°36-15 relative à l'eau. (B.O. n°6506 du 6 octobre 2016)

À l'ère du changement climatique le secteur de l'eau devrait bénéficier de la révolution digitale et du rôle de l'intelligence artificielle afin de faire face à des phénomènes dévastateurs. L'intelligence artificielle pourrait constituer un outil technologique puissant au service des politiques et problématiques liées à l'eau à travers sa capacité de prévision des évènements et des catastrophes ainsi que des risques liés à l'eau.

La réglementation marocaine dans le domaine de l'eau² démontre et confirme l'importance des nouvelles technologies de la collecte des données et des informations liées à l'eau, et ceci à travers le développement des systèmes d'information liés à l'eau. L'intelligence artificielle, quand elle est adoptée comme approche au service des politiques liées à l'eau, elle s'alimente par les données collectées selon leur qualité et quantité, notamment les données d'usage des ressources hydriques et les données climatiques pour la prévision d'événements extrêmes.

Il est vrai que les robots ne remplaceront jamais l'être humain mais l'assistance est toujours utile, surtout que la rigueur et la précision des algorithmes et des machines sont généralement incontestables, et plus particulièrement au niveau de la prévision et l'analyse prédictive des inondations et des sécheresses.

Il s'avère que le futur de la gestion de l'eau et de ses risques dépend des outils intelligents performants qui mettent l'intelligence artificielle au service des politiques liées à l'eau.

1.2 Une intelligence artificielle au service des décisions liées à l'eau

La décision dans le domaine de l'eau est fondamentale pour une meilleure gestion de la ressource et de ses risques, et la nouvelle technologie apporte des solutions intelligentes et adéquates dans ce sens. Afin d'optimiser la gestion de l'eau et d'accompagner les décideurs et les gestionnaires dans leurs processus de prise de décision, l'intelligence artificielle est incontestablement performante dans ce domaine.

Nous étudierons donc la nécessité de l'intelligence artificielle dans l'aide à la décision et l'analyse prédictive pour une meilleure gestion de l'eau, avant d'analyser les outils intelligents nécessaires

² ibid.

pour examiner les horizons et perspectives d'instauration de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'eau.

1.2.1 Aide à la décision et analyse prédictive dans la gestion de l'eau

L'intelligence artificielle est un outil puissant en croissance rapide. Elle peut contribuer à la décision mais ne remplacera pas le choix fait par l'Homme, à condition que celui-ci en maîtrise les ressorts et qu'il fasse preuve de caractère dans le processus décisionnel, car l'Homme devra toujours choisir de décider (Antoine Naulet, 2019).

La technologie permet, en prenant en compte l'ensemble des données disponibles et collectées, de jouer sur des recommandations prédictives, ainsi que la gestion prédictive des alertes en cas d'évènements extrêmes, pour s'adapter de manière proactive au changement climatique et à son impact sur les risques liés à l'eau.

Le système intelligent est capable de tirer des leçons à partir des données climatiques historiques pour prédire les événements extrêmes et fournir des prévisions sur la manière d'atténuer leurs conséquences à l'avenir. Les machines automatisées (IA) sont pilotées par les données et le code informatique. Elles sont pilotées par les données car elles ne peuvent percevoir leur environnement que sous forme de données. Les machines à intelligence artificielle peuvent uniquement percevoir des données. Et Pour faire des inférences, ces machines nécessitent du code basé sur des conceptions de recherche d'apprentissage automatique.

L'intelligence artificielle permet alors, en se basant sur sa précision et son autonomie d'assister l'Homme à la prise de décision dans des domaines environnementaux importants comme celui de l'eau.

1.2.2 Impact des changements climatiques et rôle de l'intelligence artificielle

La distribution des ressources en eau douce sur la planète est extrêmement inégale entre pays. À cette disparité entre pays s'ajoute une autre entre régions d'un même pays (Katarína Cséfalvayová, 2015). Si le droit à l'eau et à l'assainissement est reconnu dans les textes, son effectivité dépend de la manière dont les coûts considérables de l'accès à l'eau sont répartis (Antoine de Ravignan, 2013).

L'impact direct du changement climatique sur l'eau augmente. Le changement climatique mondial sur Terre devrait modifier la température moyenne, la circulation océanique et atmosphérique, le cycle de l'eau, etc., en raison d'une augmentation de l'effet de serre.

La fonte des glaces augmentera également le niveau de la mer, inondera les zones basses et modifiera la géographie côtière.

En réalité, le changement climatique pourrait exposer les économies, les sociétés et les écosystèmes à des risques graves et généralisés. L'adaptation aux effets néfastes du changement climatique, ainsi que l'atténuation, est un domaine d'action dans lequel l'IA doit s'engager avec précaution, prudence et responsabilité, en particulier dans le secteur de l'eau.

Le monde connaît déjà des changements dans les températures moyennes, des saisons changeantes et une augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes.

Donc l'instauration de l'intelligence artificielle dans le domaine du changement climatique et de l'eau s'avère bénéfique pour plus d'efficacité. En effet, la capacité de l'intelligence artificielle à pouvoir remplacer l'être humain conduit à réfléchir à la réponse à apporter en droit.

2. Vers un référentiel légal de l'intelligence artificielle en matière des risques liés à l'eau

Les développements scientifiques sont au cœur des questions posées par la société contemporaine. La réponse se trouve dans le droit, et ces questions vont bien au-delà du domaine du droit au sens strict du terme, incluant aussi bien la philosophie que l'économie ou la science politique. Selon le dictionnaire français, la science signifie « répondre aux exigences de l'objectivité scientifique, de la précision, de la méthode ; cela appartient à la science, cela concerne la science ». Le Vocabulaire de Lalande ajoute à ces deux définitions un sens spécial : « Qui concerne les mathématiques ou les sciences expérimentales de la nature » (Jean-René Binet, 2002).

L'outil le plus puissant dans le domaine scientifique et technique, et qui lui manque encore un cadre légal clair est sans doute l'intelligence artificielle.

Il semble important de définir et clarifier le régime juridique de l'intelligence artificielle en le liant à la notion de risque en droit de l'environnement pour saisir et proposer des pistes de réflexion sur un référentiel légal de l'intelligence artificielle en matière de la gestion de l'eau.

2.1 Les risques liés à l'eau entre conception juridique et avancées technologiques

Le risque dans le domaine de l'eau est présent de façon incontestable, et tout cadre légal dans le domaine de la gestion de l'eau exige une prise en considération de la notion de risque.

Sauf que l'approche juridique ne peut être fructueuse que par une sérieuse prise de conscience de la nécessité et du rôle incontournable des technologies de pointe dans la protection de l'eau. Pour le juriste, le risque se présente comme une situation, un ensemble d'événements dont l'occurrence est incertaine et dont la réalisation porte atteinte aux populations ou à l'intégrité de l'environnement (Pierre-Yves Charpentier, 2014) comme l'exemple des phénomènes extrêmes liés à l'eau, notamment la sécheresse et les inondations.

2.1.1 Défis de l'eau, théorie des risques et apport de l'intelligence artificielle

La gestion des risques liés à l'eau exige aujourd'hui de nouvelles configurations basées sur le développement technologique récent et sur les outils de l'intelligence artificielle.

La théorie des risques est un champ d'étude largement appliqué dans le domaine de l'eau, ainsi, toute gestion des risques liés à l'eau repose sur une solide connaissance de l'aspect théorique de ces risques ainsi que l'aspect pratique s'incarnant dans l'application des nouvelles technologies dans la gestion des risques liés à l'eau.

Le risque est défini comme le danger éventuel plus ou moins prévisible (Le Petit Robert de la langue française.). Tant que subsiste la moindre parcelle de doute sur la survenance de l'évènement, on fait face à un risque. Le risque environnemental en droit de l'environnement correspond à la réalité précise que le droit capte pour mieux encadrer, maîtriser voire éviter, comme c'est le cas du risque des inondations par exemple, et l'analyse scientifique et technique du risque conditionne le recours à un instrument juridique et/ou technologique adapté au risque identifié, donc on retrouve en droit les trois éléments du risque : l'aléa qui est la probabilité d'un évènement, puis les enjeux, c'est-à-dire les personnes, les biens, les équipements, l'environnement menacés par l'aléa et

susceptible de subir des dommages et des préjudices, et la vulnérabilité qui mesure les conséquences dommageables de l'évènement sur les enjeux concernés (Adeline MEYNIER, 2017).

Pour faire face à ces risques les technologies de l'intelligence artificielle comme le Machine Learning ou le Deep Learning qui sont des technologies d'apprentissage autonome reposant sur l'importance des données, répondent aux problématiques de l'amélioration et du développement des modèles de prédiction des risques environnementaux et des risques liés à l'eau en particulier. Ainsi, l'intelligence artificielle est capable de prédire les risques liés au changement climatique et les phénomènes extrêmes liés à l'eau.

Les applications des systèmes intelligents dans la gestion de l'eau et de ses risques sont nombreuses notamment, la détection de fuites, mesures du débit, gestion des eaux pluviales, gestion des inondations et sécheresse...

Les technologies innovantes et avancées de l'intelligence artificielle représentent une solution incontournable pour la gestion des risques, notamment les risques liés à l'eau, ainsi qu'une solution pour faire face à la rareté de la ressource qui est impactée par les changements climatiques et les événements extrêmes que cette technologie peut prédire.

2.1.2 Maîtrise des risques liés à l'eau : rôle des systèmes d'information et de l'intelligence artificielle

La gestion de l'eau et de ses risques à travers la technologie consiste à collecter des données au moyen d'équipements hardware (capteurs) et à les analyser au moyen d'équipements software (SIG³, outils d'aide à la décision, etc.).

Transformer un système de gestion de l'eau en système intelligent commence par collecter, détecter, mesurer et enregistrer des données ; récolter les informations et les transmettre par des capteurs ; communiquer et interagir avec les différents opérateurs et gestionnaires de système et d'analyser les données pour alimenter l'intelligence artificielle qui les utilise pour la prédiction des phénomènes et événements extrêmes liés à l'eau.

³ Systèmes d'Information Géographique



C'est en se basant sur l'intelligence artificielle que les machines assistent l'Homme pour résoudre les problèmes dans lesquels l'aide à la décision s'avère particulièrement utile voire indispensable. Et ceci ne peut s'effectuer qu'à travers une collecte de données et d'informations nécessaires à la prévision des événements extrêmes.

Au Maroc, l'agence de bassin hydraulique met en place des systèmes intégrés de prévision et d'alerte au niveau des cours d'eau générateurs d'inondations. Ces systèmes comprennent, des modèles hydrométéorologiques de prévision nécessaires au suivi des crues et de l'évolution des situations hydrologiques⁴.

L'agence de bassin hydraulique met en place un système de suivi des situations hydriques à travers des indicateurs hydro-climatiques⁵. Elle met en place, au niveau du bassin hydraulique, un système intégré d'information relatif à l'eau qui permet un suivi régulier de l'eau et des milieux aquatiques sur les plans quantitatif et qualitatif, des usages de l'eau, des écosystèmes et leur fonctionnement, et des risques liés à l'eau. Il est donc fondamental de déterminer la nature des données et informations relatives l'eau, ainsi que leur collecte pour une meilleure prédiction des événements extrêmes liés à l'eau à travers des outils technologiques⁶.

2.2 Le droit à l'épreuve d'une gestion des défis de l'eau par l'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle soulève des problématiques et des débats d'ordre juridique principalement, et ses enjeux dans le domaine de l'eau sont de plus en plus importants à l'échelle managériale, juridique et éthique. Il serait donc utile de diagnostiquer l'approche générale de l'intelligence artificielle, et de mettre le point sur les aspects juridiques de la collecte des données en matière de la gestion de l'eau, puis sur le cadre légal de la responsabilité en cas de faute dans le domaine d'application de l'intelligence artificielle à la gestion des défis de l'eau.

⁴ Maroc, Dahir n°1-16-113 du 6 kaada 1437 portant promulgation de la loi n°36-15 relative à l'eau. (B.O. n°6506 du 6 octobre 2016). Loi n° 36-15 sur l'eau, art 121

⁵Ibid., art 125

⁶Ibid., art 129

2.2.1 Gestion de l'eau par l'intelligence artificielle et problématique des données

Le droit de l'eau intègre des lois qui réglementent l'utilisation de la nouvelle technologie, à savoir l'outil informatique et les systèmes d'information liés à l'eau. Nous étudierons alors la manière dont le droit devrait concevoir et admettre les nouvelles approches de la gestion des défis de l'eau. En effet, la gestion intelligente de l'eau et de ses défis s'oriente vers l'intelligence artificielle, et la notion de smart water s'impose et se base sur la collecte des données relatives à l'eau et à son utilisation domestique, ainsi que les données climatiques, à travers le développement de capteurs sans fil, pour collecter les données.

Mais des enjeux réglementaires subsistent sur le plan de la protection des données des usagers et des données géographiques et climatiques dans le domaine de l'eau. La loi européenne encadre l'usage de données à caractère personnel ou confidentiel, en effet le règlement général sur la protection des données personnelles (dit RGPD) constitue le cadre juridique de la protection des données personnelles unifié au sein de l'Union européenne, les données à caractère personnel se définissent comme toute donnée se rapportant à une personne directement ou indirectement identifiable ; les personnes concernées sont tout utilisateur final dont les données sont collectées (RGPD, art. 4) ; et le règlement général sur la protection des données personnelles renforce la notion de consentement de l'utilisateur final (RGPD, art. 7 et 8)⁷.

Au Maroc, la loi 09-08 relative à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel définit les conditions que doit respecter tout traitement utilisant des données personnelles⁸.

⁷ www.boutique-dalloz.fr <https://www.boutique-dalloz.fr/rgpd-fc#:~:text=Le%20r%C3%A8glement%20g%C3%A9n%C3%A9ral%20sur%20la%20protection%20des%20donn%C3%A9es%20personnelles%20a,83>

(Règlement (UE) 2016/679 du Parlement européen et du Conseil relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données, JOUE n° L 119, 4 mai). Le RGPD (GDPR), adopté le 27 avril 2016, est entré en vigueur le 24 mai 2016 et est applicable à compter du 25 mai 2018.

⁸ <https://www.cndp.ma/fr/>

La Commission Nationale de contrôle de la protection des Données à caractère Personnel (CNDP) a été créée par la loi n°09-08 du 18 février 2009 relative à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel. Elle est chargée de vérifier que les traitements des données personnelles sont licites, légaux et qu'ils ne portent pas atteinte à la vie privée, aux libertés et droits fondamentaux de l'homme.



De ce fait, le traitement des données et d'informations dans le cadre des technologies de gestion intelligente de l'eau et de ses risques doit faire l'objet d'une qualification juridique préalable pour appliquer les garanties légales nécessaires. Ces obligations impliquent d'informer l'utilisateur, d'obtenir son consentement, et de lui indiquer l'usage qui va être fait des données collectées. La gestion intelligente de l'eau (smart water) utilise la technologie de l'intelligence artificielle pour rendre les systèmes de gestion de l'eau plus efficaces et efficaces.

La gestion intelligente de l'eau peut être utilisée pour gérer les eaux pluviales, contrôler les risques d'inondation et surveiller les ressources en eau. La gestion intelligente de l'eau peut donc aider à améliorer la collecte et l'analyse des données, conduisant à une meilleure prise de décision sur les actions qui peuvent aider à améliorer l'efficacité de la gestion des risques liés à l'eau. Le smart water se base sur la technique d'installation de compteurs intelligents afin de contrôler les réseaux d'eau. La mesure des volumes (débits) permet de détecter les pics de demande en eau, les fuites d'eau et les gaspillages, ce qui mène à analyser et agir selon les informations et les problèmes rencontrés comme les fuites.

Les défis technologiques à relever concernent donc principalement la collecte et le traitement des données, ainsi que la sécurisation des données collectées lors de ce processus.

La gestion de l'eau par les outils de l'intelligence artificielle se développe partout dans le monde en réponse à la problématique de l'eau et de ses risques. Il est alors prioritaire de se focaliser sur l'autonomie de l'intelligence artificielle, et ses implications dans la gestion de l'eau, et de comprendre de quelle manière l'intelligence artificielle pourrait agir raisonnablement au service de la gestion des risques liés à l'eau.

Les mécanismes développés et avancés de l'intelligence artificielle dans le domaine de la gestion des risques liés à l'eau, notamment les inondations et la sécheresse, lui procurent une certaine autonomie dans la gestion. Et cette autonomie suscite des débats importants notamment sur le lien entre l'intelligence artificielle, les fautes liées à l'eau et la responsabilité des concepteurs.

2.2.2 Intelligence artificielle appliquée à l'eau et notion de faute et de responsabilité

La question de la responsabilité est fondamentale dans le domaine de l'intelligence artificielle, surtout quand il s'agit de la prise de décision dans un domaine important, notamment la gestion des ressources hydriques et des risques liés à l'eau.

La détermination du responsable d'un dommage impliquant une intelligence artificielle est une question délicate dans la mesure où il y a une pluralité d'acteurs et d'intervenants, notamment le concepteur, le programmeur, l'utilisateur ou le décideur. Il n'existe actuellement aucun cadre juridique spécifique à l'intelligence artificielle concernant la faute et la responsabilité. Il n'existe pas de réglementation spécifique à l'intelligence artificielle prenant en compte ses capacités de prise de décision, d'apprentissage automatique et d'autonomie.

Cependant, il est nécessaire de souligner les principaux aspects juridiques liés au développement rapide de l'intelligence artificielle, ainsi que les questions juridiques sur la responsabilité pour les dommages qui pourraient résulter de l'utilisation de l'intelligence artificielle. Le gestionnaire et le décideur dans le domaine de l'application de l'intelligence artificielle à l'eau sont des utilisateurs de la machine, et l'erreur, quand elle existe, n'est pas toujours causée par leur propre faute, mais des fois à cause de la faute de la machine.

Une machine est une chose, elle ne peut donc pas être tenue pour responsable de "ses défauts" ou erreurs car c'est un objet et non pas une personne. Étant donné que l'intelligence artificielle ne peut être considérée comme une personne, certains juristes estiment qu'assumer la responsabilité des faits des choses semble plus adapté. Si la machine intelligente prend l'initiative d'adopter des mesures qui causeront des dommages, le propriétaire de la machine est donc responsable. Cependant, compte tenu du degré d'autonomie de l'IA, le concept de garde semble encore problématique.

Par dérogation au principe selon lequel chacun n'est responsable que de son propre fait, le droit civil peut prévoir une responsabilité pour le fait des choses que l'on a sous sa garde, en effet la responsabilité du fait des choses nécessite de clarifier la notion de « garde » de la chose, c'est à dire l'usage, la direction, la surveillance et le contrôle sur cette chose, la responsabilité du fait des choses est l'obligation de réparer le préjudice résultant du fait des choses dont on a la garde ; en



effet les rédacteurs du code civil français n'avaient prévu que des régimes spéciaux de responsabilité du fait des choses : animaux (C. civ., anc. art. 1385) et ruine d'un bâtiment

(C. civ., anc. art. 1386)⁹. Seules échappent à l'application de l'article 1242 (qui reprend à l'identique l'article 1384 ancien), alinéa 1er, les choses soumises à un statut spécial : animaux (C. civ., art. 1243), bâtiments en ruine (art. 1244), produits défectueux (art. 1245 s.), véhicules terrestres à moteur ; donc à défaut de statut spécial, toutes les choses sont soumises à l'article 1242, alinéa 1er : meubles ou immeubles, mobiles ou immobiles, dangereuses ou non dangereuses, ...¹⁰. La responsabilité du fait des produits défectueux a été donc codifiée dans la loi.

Il paraît alors utile d'élaborer des pistes de réflexion pour considérer les fautes commises par l'intelligence artificielle comme résultats de produits défectueux qui engagent la responsabilité du concepteur ou développeur. Cela permet de questionner la responsabilité non pas de l'utilisateur direct de l'intelligence artificielle, mais la responsabilité du producteur ou fabricant de l'intelligence artificielle. L'autonomie de l'intelligence est imprévisible dans son interaction avec les êtres humains. Donc le droit devrait faire peser sur le concepteur de l'intelligence artificielle l'ensemble des responsabilités par rapport à un dommage réalisé à cause de cette technologie. Selon Gérard Cornu¹¹ « être responsable oblige à répondre d'un dommage devant la justice et d'en assumer les conséquences civiles, pénales ou disciplinaires ». Dans le cas de l'utilisation de l'intelligence artificielle dans le domaine de la gestion de l'eau, il faudrait qu'une faute, liée aux décisions prises ou aux prévisions effectuées, se réalise pour la mise en jeu de la responsabilité en cas d'inondation, de sécheresse ou de tout événement imprévisible. Cependant, la preuve de la faute doit d'abord être établie parallèlement au lien de causalité pour que la responsabilité soit engagée.

Aujourd'hui, il ne semble pas qu'il existe de système juridique réellement adapté à l'intelligence artificielle. Il semble donc nécessaire de créer une "personnalité juridique spécifique" pour les

⁹ Par l'arrêt Jand'heur (Cass., ch. réunies, 13 févr. 1930), la Cour de cassation a reconnu l'existence d'un principe général de responsabilité du fait des choses, fondé sur l'article 1384 anc., alinéa 1er, du code civil, dont elle a fixé le régime. Cet article a été repris à l'article 1242 nouveau résultant de l'ordonnance n° 2016-131 du 10 février 2016.

¹⁰ - www.dalloz.fr - <https://www.dalloz.fr/documentation/Document?id=DZ%2FOASIS%2F000843>
https://www.dalloz.fr/documentation/Document?id=CODE_CCIV_ARTI_1242&scroll=CCIV173429&FromId=DZ_OASI_S_000843 - Code civil français, C. civ., , art. 1242, anc. art. 1384

¹¹ Gérard Cornu (1926-2007) Juriste et professeur de droit français



machines intelligentes autonomes, afin qu'elles puissent être considérées comme des cyborgs ou des personnes électroniques responsables et qu'elles aient à réparer tout dommage qu'elles causent, particulièrement dans le domaine des risques liés à l'eau.

Conclusion

Il est alors possible de tracer les grandes lignes de la gestion des risques liés à l'eau et de dresser l'ébauche d'une approche juridique de gestion de ces risques basée entièrement sur l'intelligence artificielle. Et face à la nécessité de parvenir à un degré élevé de maîtrise dans le cadre de la prévention et de la protection, le législateur a élaboré un régime juridique qui repose sur des mesures techniques dans le domaine de l'eau, mais sans que la technicité arrive au stade de considérer l'intelligence artificielle comme outil technologique principal de la gestion des risques liés à l'eau.

Les risques et les opportunités dans le domaine de l'eau ouvrent les portes pour des modes de gestion qui reposent sur la technologie de pointe assurée par l'intelligence artificielle. Mais si cette technique n'est pas exploitée comme il le faut, elle risque de compliquer la situation déjà étant problématique et fragile. La pénurie d'eau a été identifiée comme le risque numéro un pour les prochaines années par le Forum Économique Mondial.

Les principaux risques de l'eau comprennent le stress hydrique, la sécheresse, les précipitations insuffisantes, les inondations et la pollution, mais les plus menaçants sont la sécheresse et les inondations.

Le futur de la gestion des risques liés à l'eau est orienté alors vers l'utilisation de l'intelligence artificielle pour répondre aux défis dans ce domaine, mais sans une sensibilisation adéquate des acteurs du secteur de l'eau, des chercheurs, des ingénieurs et des décideurs, il serait difficile d'instaurer une telle technologie, surtout dans les pays en voie de développement.

Il est donc incontournable de former les différents intervenants dans le domaine de l'eau aux techniques de l'intelligence artificielle afin que cette technologie puisse être exploitable face aux risques et aux enjeux du domaine de l'eau au Maroc et dans le monde. L'important est de distinguer les domaines qui nécessitent l'intervention de l'Homme et ceux qui peuvent être traités par une machine intelligente.



Si l'intelligence artificielle apporte des avantages sans cesse croissants, il faut cependant rester conscient de ses limites malgré que c'est un outil performant, innovant et en mutation permanente, car l'intelligence artificielle ne résoudra pas tous nos problèmes, et c'est bien l'Homme qui utilise l'intelligence artificielle et non pas l'inverse (Henri Hours, 2019).

Les implications scientifiques de la recherche autour de l'intelligence artificielle (IA) appliquée à la gestion des risques liés à l'eau sont diverses et touchent plusieurs secteurs.

L'intelligence artificielle permet d'analyser les données hydrologiques et météorologiques et créer des modèles prédictifs pour prévoir et alerter en cas de risque d'inondations ou de sécheresses en analysant les données en temps réel.

Ainsi, la précision des prévisions météorologiques et des alertes précoces, permet une meilleure préparation et réponse des autorités et des populations concernées.

La précision des modèles de l'intelligence artificielle dépend de la qualité et de la quantité des données collectées. Il est crucial de comprendre comment les modèles de l'intelligence artificielle arrivent à leurs prédictions pour s'assurer de leur fiabilité et pour les ajuster. Il faut s'assurer que l'utilisation de l'intelligence artificielle dans la gestion des risques liés à l'eau est éthique et équitable, et répond aux besoins des communautés et populations vulnérables en évitant les biais algorithmiques.

En effet, l'intelligence artificielle offre de nombreuses opportunités dans le domaine de la gestion des risques liés à l'eau, en fournissant des outils avancés pour l'analyse et la prédiction. Cependant, des efforts sont nécessaires et recommandés pour faire face aux défis relatifs à l'utilisation de l'intelligence artificielle et pour garantir des solutions équitables et durables.

En conclusion, cette recherche sur l'intelligence artificielle appliquée à la gestion des risques liés à l'eau propose une transformation significative dans ce secteur. Cela exige toutefois une attention continue aux défis techniques, éthiques et pratiques pour garantir que les solutions proposées soient durables et équitables.



Il n'existe pas aujourd'hui de cadre juridique propre à l'intelligence artificielle, et particulièrement dans le domaine de la gestion des risques liés à l'eau. La problématique juridique générale s'articule autour de la responsabilité en cas de dommage causé par une intelligence artificielle.

L'apport de l'intelligence artificielle dans tous les domaines est sans doute utile, et principalement dans le domaine de la gestion des risques liés à l'eau, ainsi l'apport est considérable, mais le cadre légal et les aspects juridiques généraux et particuliers sont encore à préciser par des lois qui définissent les concepts et élaborent les règles.



BIBLIOGRAPHIE

- Bied-Charreton, M., Makkaoui, R., Petit, O., & Requier-Desjardins, M. (2006). La gouvernance des ressources en eau dans les pays en développement : enjeux nationaux et globaux. Dans *Mondes en développement* 2006/3 (no 135).
- Binet, J.-R. (2002). Dans *Droit et progrès scientifique*, Pages : 314.
- BROSSOLLET, J., JAEGY, C., & DANIELE, L. (2019). Atelier clinique juridique, juin 2019, Responsabilité civile et intelligence artificielle. www.droit.univ-paris5.fr
- Cséfalvayová, K. (2015). Eau, conflit, coopération. Dans *L'Enjeu mondial*.
- Dahan, S. (2017). Gestion de la Rareté de l'Eau en Milieu Urbain au Maroc. Banque mondiale, Washington, DC. www.worldbank.org
- De Ravignan, A. (2013). L'accès à l'eau, un droit pour tous. Dans *Études* 2013/7-8 (Tome 419).
- Graciela Schneier-Madanes. (2010). Dans *L'eau mondialisée*.
- Hildebrandt, M. (2020). ARTICLE The Artificial Intelligence of European Union Law, L'intelligence artificielle du droit de l'Union européenne, *German Law Journal*.
- Hours, H. (2019). L'intelligence artificielle, principes et limites. Dans *Revue Défense Nationale* 2019/5 (N° 820).
- MANTOUZI, S., & SAID, Y. (2023) Intelligence artificielle et performance du secteur de l'enseignement supérieur marocain : Enjeux et interactions, *Revue Française d'Economie et de Gestion* « Volume 4 : Numéro 11 » pp : 21 – 42.
- Merabet, S. (2018). Vers un droit de l'intelligence artificielle, Thèse de doctorat en Droit privé, Ecole Doctorale Sciences Juridiques et Politiques (Aix-en-Provence) Soutenue le 23-11-2018 à Aix-Marseille.
- MEYNIER, A. (2017). Réflexions sur les concepts en droit de l'environnement, THÈSE de DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON Université Jean Moulin Lyon 3 Soutenue publiquement le 11 décembre 2017.



- Nault, A. (2019). IA et décision, Dans Revue Défense Nationale 2019/5 (N° 820).
- Pierre-Yves Charpentier. (2014). LA GESTION DU RISQUE : DE L'APPROCHE JURIDIQUE À L'ÉBAUCHE D'UNE MÉTHODOLOGIE MANAGÉRIALE, dans Management Prospective Ed. | « Management & Avenir », 2014/8 N° 74 | pages 191 à 209.
- Simon Simonyan. (2021). Le droit face à l'intelligence artificielle : analyse croisée en droits français et arménien, Thèse de doctorat en Droit, École doctorale de droit (Lyon), en partenariat avec Université Jean Moulin (Lyon), Soutenue le 06-05-2021 à Lyon.
- Taabni, M., & El Jihad, M.-D. (2012). Eau et changement climatique au Maghreb : quelles stratégies d'adaptation ? Dans Les Cahiers d'Outre-Mer 2012/4 (n° 260).
- Zarka, Y. C. (2019). ÉDITORIAL L'intelligence artificielle ou la maîtrise anonyme du monde, Presses Universitaires de France | « Cités » 2019/4 N° 80.

Textes de loi et documents utiles :

- Code civil français
- Dahir n°1-16-113 du 6 kaada 1437 portant promulgation de la loi n°36-15 relative à l'eau. (B.O. n°6506 du 6 octobre 2016) ; Maroc.
- Rapport du Forum économique mondial intitulé “Exploiter l'Intelligence Artificielle pour la Terre.” (Année non indiquée).

Webographie :

- www.actu-environnement.com
- www.banquemondiale.org
- www.cndp.ma
- www.dalloz.fr
- www.energystream-wavestone.com
- www.environnement-poitou-charentes.org
- www.fao.org

- www.hydreos.fr



- www.ledroit.com
- www.mckinsey.com
- www.smartgrids-cre.fr
- www.revue-ein.com
- www.who.int

Liens utiles :

- <https://www.actu-environnement.com/ae/news/gestion-eau-quel-niveau-risque-est-acceptable-19344.php4>
- <https://www.actu-environnement.com/ae/news/lutte-fuites-reseaux-eau-logiciel-donnee-intelligence-artificielle-34072.php4>
- <https://blog.jobsatskills.be/smart-water-solution-defis-gestion-eau-futur>
- <https://www.energystream-wavestone.com/2013/03/smart-water-linnovation-au-service-de-la-maitrise-de-leau/>
- <http://www.environnement-poitou-charentes.org/Mieux-gerer-les-risques-lies-a-l.html>
- <https://www.hydroeos.fr/news/199/34/Lintelligence-artificielle-sint%C3%A8gre-dans-tous-les-secteurs-de-leau.html>
- <https://www.ledevoir.com/societe/science/576661/et-si-l-ia-pouvait-predire-les-inondations#>
- <https://www.revue-ein.com/actualite/gestion-de-l-eau-pas-de-smart-water-sans-smart-access>