

CONCOURS EXTERNE / INTERNE D'INGÉNIEUR EN CHEF TERRITORIAL

SESSION 2025

**Note de synthèse et de propositions visant à faire l'analyse
du dossier remis au candidat portant sur un sujet technique**

Option : Réseaux techniques urbains et infrastructures routières

EPREUVES N° 4 & 9

**Durée : 5 h
Coefficient : 5**

**SUJET : L'intelligence artificielle au service de la préservation du patrimoine
des infrastructures routières.**

Vous venez d'être recruté(e) comme ingénieur(e) en chef territorial(e), au sein du Département SOLEIL sur le poste de Directeur des Infrastructures routières. Cette direction regroupe les compétences concernant l'aménagement, l'entretien et l'exploitation des infrastructures routières. La Direction des Infrastructures routières a pour missions principales, la gestion de 5 000 kilomètres de voiries départementales, de 500 ponts construits entre le 19^{ème} et le 20^{ème} siècle ainsi que l'aménagement du territoire au titre de la modernisation du réseau.

Le 15 juillet 2025 est survenu un accident de la route impliquant un car touristique et plusieurs véhicules sur une route départementale fréquentée par 10 000 véhicules jours, faisant deux décès et 10 blessés. Une polémique est en train de naître sur l'action du Département en matière de sécurité routière et plus globalement sur l'état de dégradation avancée des routes.

Le Président qui a identifié le potentiel de l'intelligence artificielle en matière d'infrastructures souhaite qu'un nouvel élan soit donné à la politique de préservation du patrimoine des infrastructures routières par l'usage de cette nouvelle technologie numérique.

Dans ce cadre, il souhaite qu'une stratégie en matière de politique de préservation

du patrimoine des infrastructures routières soit proposée intégrant les nouvelles avancées technologiques liées à l'intelligence artificielle (IA).

Synthèse :

En tant que Directeur(rice) des infrastructures routières, pour répondre à la commande du Président, il vous est demandé de rédiger, dans une première partie, à partir de vos connaissances et des différents documents recueillis, une note de synthèse sur les enjeux, les perspectives, les limites de l'intelligence artificielle au service d'une politique de préservation du patrimoine des infrastructures routières.

Propositions :

Dans une seconde partie, en faisant appel à votre réflexion et votre expérience professionnelle, vous élaborez un ensemble de propositions stratégiques et opérationnelles permettant de mettre en œuvre une stratégie visant à renforcer la politique de préservation du patrimoine des infrastructures routières du Département SOLEIL dans une perspective d'usage accrue des outils utilisant l'intelligence artificielle.

Les aspects organisationnels et humains devront être abordés, ainsi que l'articulation avec les autres politiques publiques. L'appropriation de ces nouveaux outils numériques sera à traiter dans une logique d'accompagnement aux changements.

Barème de notation :

Synthèse : 10 points

Propositions : 10 points

DOCUMENTS JOINTS

Total : 38 pages, 8 documents

| | | |
|----------------------|---|----------------|
| Document n° 1 | <i>Picaud.E, L'intelligence artificielle débarque sur les routes – Juin 2019 – Le Moniteur.fr</i> | Page 4 |
| Document n° 2 | <i>Chevassus. JC, Le Loiret veut réduire les accidents avec la data – Novembre 2021 – la Gazette</i> | Page 7 |
| Document n° 3 | <i>Fabre.N, L'avenir de la construction des routes intelligentes : quelle place pour l'IA ? – Mai 2024</i> | Page 9 |
| Document n° 4 | <i>FNTP, Innovations numériques dans les infrastructures – 2024 – Livre blanc - extraits</i> | Page 13 |
| Document n° 5 | <i>L'intelligence artificielle appliquée aux infrastructures routières et à la maintenance prédictive – octobre 2024 – Tribune partenaire -</i> | Page 21 |
| Document n° 6 | <i>Marzolf. E, Faisons entrer l'IA générative dans la fonction publique avant que d'autres s'en chargent – 2024 – site internet FO</i> | Page 23 |
| Document n° 7 | <i>CNFPT, L'intelligence artificielle au service des infrastructures routières : premiers retours d'expériences, perspectives et limites – Novembre 2024 – Journées d'actualité</i> | Page 25 |
| Document n° 8 | <i>Bouguerara. E, AI act : décryptage de la nouvelle réglementation européenne sur l'intelligence artificielle – Décembre 2024 – Site internet Actualité juridique</i> | Page 34 |

NOTA :

- 2 points seront retirés au total de la note sur 20 si la copie contient plus de 10 fautes d'orthographe ou de syntaxe.
- **Les candidats ne doivent porter aucun signe distinctif sur les copies :** pas de signature ou nom, grade, même fictifs.
- Les épreuves sont d'une durée limitée. Aucun brouillon ne sera accepté, la gestion du temps faisant partie intégrante des épreuves.
- Lorsque les renvois et annotations en bas d'une page ou à la fin d'un document ne sont pas joints au sujet, c'est qu'ils ne sont pas indispensables.

L'intelligence artificielle débarque sur les routes

A Londres, elle a permis le diagnostic de 400 km de voies à partir de vidéos, sans intervention humaine.

Emmanuelle Picaud

07 juin 2019

MONITEUR

Après avoir été introduite dans des secteurs comme la finance, l'informatique, l'aviation ou encore la santé, l'intelligence artificielle (IA) pourrait contribuer demain à entretenir nos routes. C'est en tout cas la promesse de la solution Road AI, capable d'ausculter la chaussée et d'identifier ses dégradations (nids de poule, fissures...). Le principe est simple et ne réclame aucune compétence spécifique. « Il suffit de prendre des images de la section concernée à l'aide d'un smartphone. Dès lors, un conducteur de bus ou de poids lourd peut effectuer des relevés depuis son véhicule de service. Les vidéos ainsi capturées sont ensuite transmises à un serveur où elles sont analysées à l'aide d'une IA », détaille John Poole, responsable commercial de Vaisala, l'entreprise finlandaise qui commercialise ce dispositif.

Séduit par le concept, le groupe Egis, qui gère plusieurs autoroutes en Europe, a réalisé un premier test en Irlande entre mai et novembre 2017. « Nous étions extrêmement intéressés par la méthodologie proposée par cet outil, qui automatise l'interprétation des vidéos. Une tâche qui, jusqu'à présent, requérait une intervention humaine », témoigne Laurent Charles-Nicolas, directeur de l'innovation chez Egis Road Operation.

Plus efficace qu'un ingénieur. Le premier essai a échoué, faute de compatibilité des formats vidéos envoyés pour traitement. En revanche, la seconde tentative, réalisée sur le périphérique londonien M 25 (géré par le groupe Egis) en 2018, s'est révélée concluante. Pas moins de 400 km de voies ont été passés au peigne fin. « Nous avons déjà une captation complète de la M 25. Sa qualité et son format étaient compatibles avec l'outil de Vaisala », se remémore le directeur de l'innovation. Les interprétations de l'ordinateur ont pu être comparées avec celles d'un ingénieur, ce qui a enfin confirmé la justesse des résultats. « Nous débutons désormais la deuxième phase, qui consiste à calibrer le logiciel pour que ses critères soient compatibles avec notre contrat de délégation de service », précise Laurent Charles-Nicolas. La solution va donc évoluer ces prochains mois. « Nous développons encore les fonctions de reconnaissance du logiciel pour l'orniérage, qui n'est pas complètement au point », confirme John Poole.

Perfectible, le principe n'en offre pas moins une rupture technologique par rapport aux méthodes traditionnelles.

« A périmètre équivalent, il faut 48 heures à notre système pour effectuer les analyses, contre plusieurs mois si l'entreprise a recours à un ingénieur », poursuit le responsable commercial. L'utilisation d'une IA assure également davantage de fiabilité. « Souvent, les interprétations des vidéos par un individu sont subjectives, et la fatigue induit des arrêts fréquents. Le gain de temps obtenu grâce au recours à l'IA permet à l'ingénieur de se concentrer sur les sections particulièrement problématiques ou importantes », rebondit Laurent Charles-Nicolas.

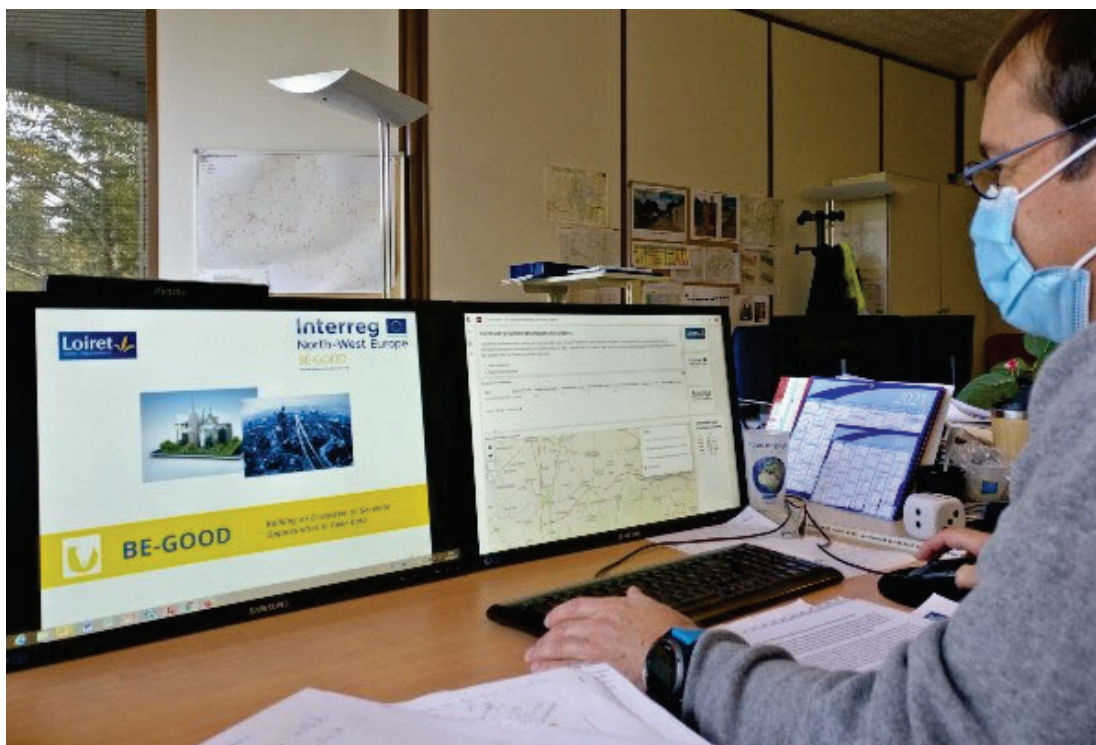
Déjà testée sur le marché anglo-saxon depuis deux ans, cette technique pourrait bientôt arriver dans l'Hexagone. Certaines collectivités françaises ont été démarchées par Vaisala. « Côté Egis, rien n'empêche de transposer dès à présent ce système sur des autoroutes françaises que nous gérons, comme l'A 63 dans les Landes ou l'A 28 en Normandie », conclut le directeur de l'innovation.

ROUTE

Le Loiret veut réduire les accidents avec la data

Jean-Charles Chevassus | Ingénierie | Publié le 18/11/2021

Le projet européen Interreg NWE BE-GOOD Safer Roads vise à développer une nouvelle approche scientifique de l'intelligence artificielle pour améliorer et sécuriser les infrastructures routières.



Grâce à la combinaison des données de la gendarmerie, du syndicat départemental d'incendie et de secours (Sdis 45), d'assureurs et d'éditeurs de GPS, le département du Loiret a testé le prototype d'une plateforme web développée par Artelys.

Infrastructures routières

Une approche fondée sur les données, comme l'analyse avancée et l'intelligence artificielle, pour améliorer les infrastructures routières et rendre les conditions de déplacement quotidiennes plus sûres. « Nous avons vérifié une corrélation possible entre une accumulation d'accidents matériels avec un accident corporel sur plusieurs tronçons. L'analyse globale a permis d'affiner les caractéristiques des routes ainsi que le contexte afin d'envisager des actions préventives », explique Philippe Breton, responsable de la mission observatoire de la route au département du Loiret qui comptabilise 3 613 kilomètres de voirie départementale.

La valorisation des données d'accidents routiers a mobilisé des acteurs locaux institutionnels comme le Sdis 45 ou la gendarmerie mais aussi des prestataires privés à l'image des assurances Thémis sans oublier deux plateformes d'aide à la conduite. Une multitude de ressources hétérogènes transmises qu'il a fallu trier puis nettoyer. Une opération lourde, indispensable afin d'éliminer les doublons et homogénéiser l'ensemble (24 000 données d'infrastructures routières répertoriées sur les dix dernières années).

Risque accident

Conscient des problématiques de ce module prédictif, le département du Loiret a sollicité la société Artelys. « Elle a conçu un algorithme de retraitement des données, capable d'éliminer les données inexploitable puis d'élaborer

une analyse prédictive du risque d'accident», précise Marina Alletti, chef de projet open data au département du Loiret.

S'appuyant sur le fait que l'analyse préalable des risques est le point de départ de toute action de prévention, une probabilité d'accidents corporels et matériels a pu être calculée comportant six niveaux de graduation par tronçon de route. « On constate que les grosses périphériques d'Orléans ou Montargis comportent de nombreux accrochages mais heureusement peu d'accidents mortels. Les victimes, tués, blessés sont plus importantes en rase campagne », analyse Philippe Breton.

Cette technologie innovante permet de mesurer les changements de comportement des usagers de la route. « La démarche intéresse en premier lieu la direction des infrastructures du département du Loiret, en charge des routes départementales, pour anticiper les aménagements en fonction des données d'accidentalité routière », confirme Marina Alletti.

Outil d'aide à l'anticipation

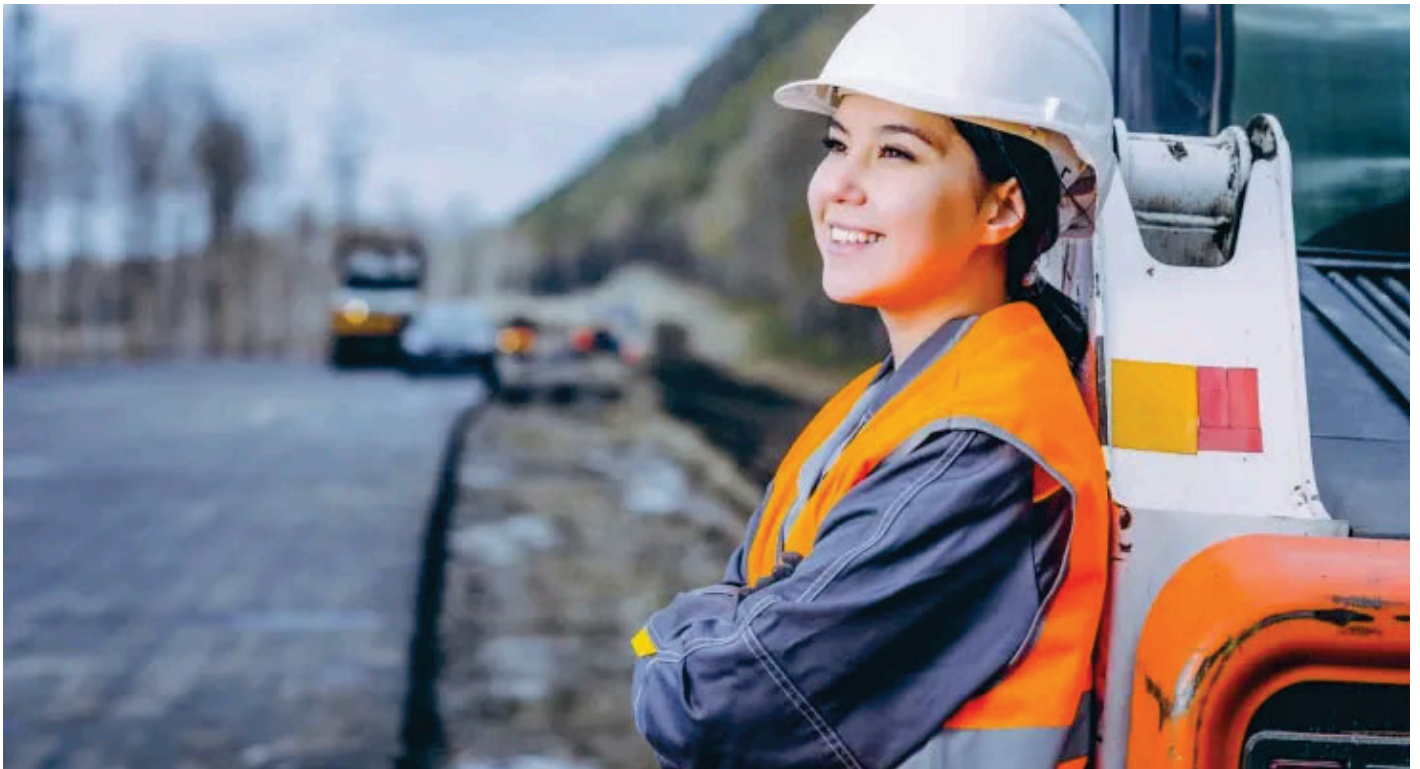
Safer ^[1] Roads aspire à devenir un outil d'aide à l'anticipation, avec une mise à disposition aux pouvoirs publics et en temps réel au citoyen qui lui permettra d'adapter sa conduite et son itinéraire. Un programme ambitieux qui confirme un potentiel d'intérêt national et européen. « Grâce à la force du partenariat mis en place, la base de travail et le socle sont acquis. Pour notre collectivité, le projet est terminé. Nous voudrions donner les clés et le mettre à disposition d'un spécialiste compétent dans la modélisation du risque et de l'intelligence artificielle », conclut Marina Alletti.

CHIFFRES CLES

- Plus de 50 facteurs accidentogènes identifiés, étudiés et priorisés.
- 24 000 données d'infrastructures routières, de contexte et d'accidents matériels corporels localisés sur la voirie et répertoriés sur les dix dernières années.

L'avenir de la construction de routes intelligentes : Quelle place pour l'IA ?

2024-05-23 - by FABRE Nadia



La révolution numérique touche tous les secteurs de l'économie, et la construction routière ne fait pas exception. Avec l'avènement de l'intelligence artificielle (IA), une nouvelle ère de « **routes intelligentes** » se profile à l'horizon. Ces infrastructures promettent non seulement d'améliorer la sécurité et la fluidité du trafic, mais aussi d'intégrer des technologies avancées pour une gestion optimisée et une maintenance prédictive. Cet article examine l'avenir de la construction de routes intelligentes et la place cruciale que l'IA y occupe.

Les fondements des routes intelligentes

Les **routes intelligentes** se distinguent par leur capacité à interagir avec les véhicules et les utilisateurs grâce à une infrastructure technologique sophistiquée. Elles intègrent des capteurs, des caméras, et des systèmes de communication en réseau pour collecter et analyser des données en temps réel. Ces routes sont conçues pour améliorer la sécurité, réduire les embouteillages et minimiser l'impact environnemental. N'hésitez pas à [contacter des spécialistes en construction routière](#) pour bénéficier de conseils personnalisés.

L'intégration des capteurs et de l'IoT

L'Internet des objets (**IoT**) joue un rôle central dans les routes intelligentes. Des capteurs installés dans la chaussée, les panneaux de signalisation, et les feux de circulation recueillent des données sur le trafic, les conditions météorologiques, et l'état des infrastructures. Ces informations sont ensuite transmises à des systèmes centralisés qui utilisent l'IA pour analyser les données et prendre des décisions en temps réel.

L'IA et la gestion du trafic

Dans le domaine de la [construction routière](#), l'intelligence artificielle (IA) joue un rôle croissant, notamment dans la gestion du trafic. En intégrant des systèmes avancés d'analyse de données en temps réel, l'IA offre des solutions innovantes pour optimiser la fluidité et la sécurité des déplacements.

Optimisation du flux de trafic

L'un des avantages les plus prometteurs de l'IA dans la construction de routes intelligentes est l'optimisation du flux de trafic. Grâce à l'analyse des données en temps réel, les systèmes d'IA peuvent ajuster les feux de circulation pour réduire les temps d'attente et prévenir les embouteillages. Par exemple, à **Pittsburgh**, aux **États-Unis**, la ville a mis en place des feux de circulation intelligents utilisant l'IA, réduisant les temps de trajet jusqu'à **25%**.

Prévention des accidents

Les avancées de l'intelligence artificielle (IA) ouvrent de nouvelles perspectives passionnantes dans le domaine de la construction routière. Parmi les nombreux avantages offerts par les routes intelligentes, la prévention des accidents occupe une place centrale. Grâce à elle, nous bénéficions de la :

- **Détection des comportements à risque** : Les systèmes d'IA analysent les données des caméras de surveillance pour repérer les comportements de conduite dangereux, tels que **l'excès de vitesse** ou **les changements de voie imprudents**.
- **Alerte des conducteurs** : En temps réel, les conducteurs peuvent être avertis des dangers potentiels grâce à des notifications sur les panneaux de signalisation intelligents ou directement sur leur tableau de bord.
- **Interaction avec les véhicules autonomes** : Les routes intelligentes communiquent avec les véhicules autonomes pour coordonner leurs actions et éviter les collisions, offrant ainsi une couche supplémentaire de sécurité.

La prévention des accidents est un pilier fondamental des routes intelligentes, rendue possible grâce aux avancées de l'IA. En combinant la détection proactive des dangers avec des systèmes d'alerte efficaces, ces routes contribuent à sauver des vies et à rendre nos trajets plus sûrs. Ce domaine prometteur de la construction routière illustre le potentiel transformateur de l'IA dans l'amélioration de notre quotidien sur les routes.

Maintenance prédictive et durabilité

Passons maintenant à un autre aspect crucial des routes intelligentes : la maintenance prédictive et la durabilité. Grâce à l'intelligence artificielle, ces routes anticipent les besoins de réparation et optimisent l'utilisation des matériaux pour une gestion plus durable des infrastructures routières.

Anticipation des problèmes structurels

L'un des défis majeurs des infrastructures routières est leur entretien. Les routes intelligentes, grâce à l'IA, peuvent anticiper les besoins de maintenance avant que des problèmes majeurs n'apparaissent. Les capteurs intégrés surveillent en continu l'état de la chaussée, détectant les fissures, les déformations et autres signes de dégradation. Les algorithmes d'IA analysent ces données pour prévoir les interventions nécessaires, évitant ainsi des réparations coûteuses et des interruptions prolongées du trafic.

Réduction de l'impact environnemental

Les routes intelligentes ont également le potentiel de réduire l'impact environnemental. L'IA peut optimiser la consommation de carburant en fluidifiant le trafic, ce qui réduit les émissions de **CO2**. De plus, les matériaux utilisés pour la construction de ces routes peuvent être choisis et gérés de manière plus durable grâce à des analyses avancées de leur cycle de vie. Par exemple, l'utilisation de matériaux recyclés ou à faible empreinte carbone peut être maximisée.

Défis et perspectives d'avenir

Dans un paysage en constante évolution, les routes intelligentes promettent des avancées remarquables, mais elles sont également confrontées à divers défis et opportunités pour leur développement futur. Parcourez ces défis et perspectives d'avenir nous permettra de mieux comprendre les enjeux capitaux liés à cette révolution dans la construction routière.

Sécurité et protection des données

Un des défis majeurs dans la mise en œuvre des routes intelligentes est la sécurité des données. Les systèmes d'IA nécessitent la collecte et l'analyse de vastes quantités de données, posant des questions cruciales sur la protection de la vie privée et la cybersécurité. Il est essentiel de développer des protocoles robustes pour garantir que ces données sont protégées contre les cyberattaques et les abus.

Adoption et investissements

L'adoption à grande échelle des routes intelligentes nécessite des investissements substantiels. Les gouvernements et les entreprises doivent collaborer pour financer les infrastructures nécessaires et promouvoir des normes et des réglementations adaptées. De plus, l'intégration des nouvelles technologies doit être harmonisée avec les infrastructures existantes, ce qui peut poser des défis techniques et logistiques.

L'IA et l'évolution des transports

Enfin, l'avenir des routes intelligentes est intimement lié à l'évolution des transports, notamment avec l'émergence des véhicules autonomes. Ces véhicules nécessitent des infrastructures intelligentes pour fonctionner de manière optimale. Ainsi, les progrès dans la construction de routes intelligentes et les véhicules autonomes sont étroitement interconnectés, ouvrant la voie à un écosystème de transport plus sûr, plus efficace et plus respectueux de l'environnement.

Ce qu'il faut retenir

L'intégration de l'**IA** dans la construction de routes intelligentes représente une avancée majeure vers des infrastructures de transport plus sûres, efficaces et durables. Si des défis subsistent, notamment en termes de sécurité des données et de financement, les bénéfices potentiels sont considérables. Les routes intelligentes, en symbiose avec les technologies de l'IA, promettent de transformer notre manière de voyager et de gérer les infrastructures routières, marquant ainsi le début d'une nouvelle ère pour les transports.



Intelligence Artificielle (IA)

“Artificial intelligence is defined as the opposite of natural stupidity”, tels sont les propos de Woody Allen. L’Intelligence Artificielle (IA) est un ensemble de systèmes, pour reproduire les capacités cognitives des êtres humains. Elle utilise des méthodes de résolution de problèmes à forte complexité mathématique, algorithmique, statistique et probabilistique. L’IA nécessite un grand nombre de données dont le volume défini améliorera sa précision et sa pertinence.

L’IA s’appuie sur la puissance et vitesse des systèmes informatiques, afin de réaliser de multiples scénarios en très peu de temps que l’intelligence humaine seule ne pourrait réaliser aussi vite. Cela permet à l’homme de se concentrer sur l’analyse et la compréhension des résultats plutôt que sur des tâches à moindre valeur ajoutée.

L’IA n’est pas un phénomène de mode et est déjà utilisée au quotidien dans le téléphone, la voiture, les transports, électroménager, médecine, ...

NOTIONS AUTOUR DE L’IA

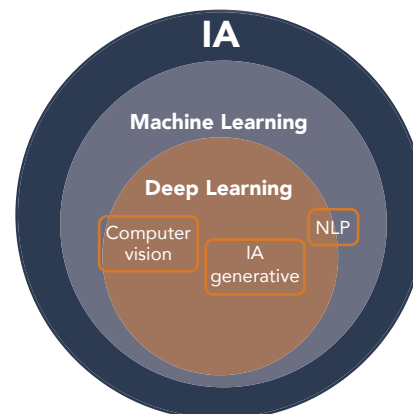


Image 3 :
Positionnement de quelques technologies d’IA



Machine learning

Le machine learning est un sous-domaine de l’intelligence artificielle permettant de prédire une réponse à une problématique posée. Il se présente sous la forme de systèmes mathématiques capables d’apprendre à partir de données sans être explicitement programmés. Plus concrètement, il est basé sur un grand nombre de données représentatives du phénomène à expliciter et qualifiées par des variables sélectionnées par l’expert métier. Sur la base de ces éléments, le machine learning construit une fonction mathématique permettant d’obtenir une prédiction pour un nouvel élément donné. Dans ce cas-là, la fonction mathématique peut être comprise par l’Homme.



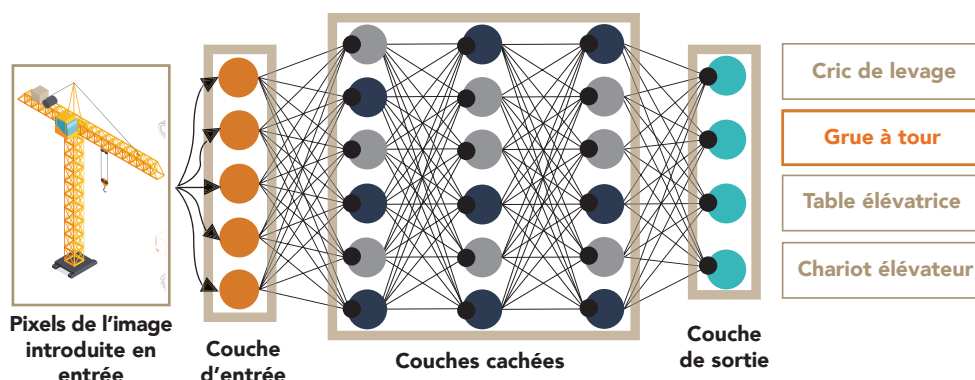
Deep learning

Le deep learning est un sous-domaine du machine learning faisant appel aux réseaux de neurones afin d'obtenir une règle de prédiction pour une problématique posée. Il se présente sous la forme de systèmes mathématiques capables d'apprendre à partir de données sans être explicitement programmés. Plus concrètement, il est basé sur un grand nombre de données représentatives du phénomène à expliciter et qualifiées par des variables sélectionnées par l'expert métier ou des données non structurées (images, textes, sons, etc.) pour lequel le système va définir ses propres variables. Sur la base de ces éléments et en s'appuyant sur les réseaux de neurones, le deep learning construit une fonction mathématique permettant d'obtenir une prédiction pour un nouvel élément donné. Dans ce cas-là et contrairement au machine learning, il est complexe d'appréhender par l'Homme la fonction construite par la machine.



Neurone artificiel

Un neurone artificiel fonctionne d'une manière inspirée de celle d'un neurone biologique. Il est composé d'une fonction mathématique permettant de traiter une donnée élémentaire. Il est spécialisé dans une tâche élémentaire. Il s'active selon la situation.



Exemple 4 : Exemple de classification d'une grue à tour sur une image d'entrée au travers d'un réseau de neurones



Réseau de neurones

Il est composé de plusieurs couches de neurones artificiels. Une couche de neurones est un groupe de neurones qui travaillent simultanément selon les conditions d'activation. La combinaison des résultats de chaque neurone sortant d'une couche, alimente en entrée la couche suivante. Cette combinaison de succession de résultats génère la prédiction. Le nombre de neurones par couche et/ou le nombre de couches est d'autant plus important que la précision et la complexité du phénomène sont élevées.



Computer vision

La computer vision (vision par ordinateur en français), est l'utilisation des réseaux de neurones dans la détection d'éléments ou de formes, à l'intérieur d'une image. C'est une sous partie du deep learning.



Speech to text

C'est l'utilisation des réseaux de neurones dans la reconnaissance vocale et retranscrite en texte. C'est une sous partie du deep learning.



IA générative

C'est une sous partie du deep learning qui se concentre sur la génération de contenus ou de solutions à partir d'un modèle entraîné sur la base de données multisources et qualitatives. L'IA générative produit un résultat sur la base de données de base/d'entrées (texte, son, image, etc.), en utilisant des algorithmes d'apprentissage automatique pour générer du texte, de la musique, des images, des vidéos et plus encore.



Natural Language Processing (NLP)

C'est une partie de l'IA qui s'occupe de traiter le langage naturel (écrit, oral, etc.). Le NLP se fait en utilisant des modèles d'IA entraînés, les LLM étant les modèles les plus connus (GPT étant un de ces modèles). Le NLP peut permettre la reconnaissance vocale (Speech To Text) et la reformulation d'un texte (Text to Text).




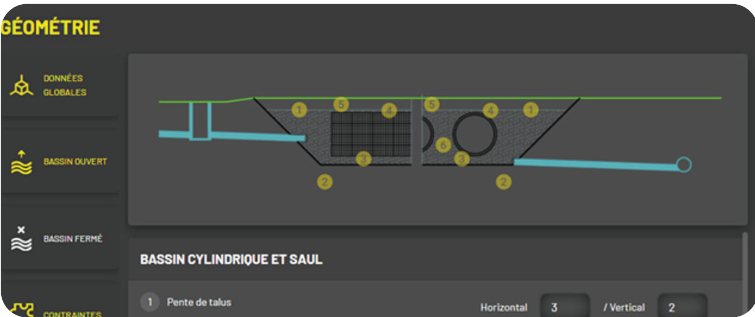
Large Language Model (LLM)

C'est un algorithme de deep learning qui peut exécuter un éventail de tâches de traitement du langage naturel (NLP).





Generative Pre-trained Transformer (GPT)

C'est un modèle d'IA générative principalement spécialisé sur le texte. Les applications les plus connues utilisant ce modèle sont CHAT GPT et Copilot développées par OpenAI.


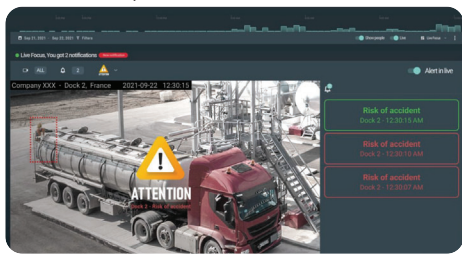
| CAS D'USAGE(S) MÉTIER | | |
|---|---|--|
| <p>2. Optimisation de dimensionnement pour la conception d'ouvrages</p> | Description : | Solution permettant de générer et d'explorer différentes solutions de dimensionnement d'un ouvrage donné en fonction de critères de choix (coûts, empreinte carbone, taille de l'ouvrage, planning, etc.) |
| | Technologie(s) utilisée(s) : | Utilisation du generative design (si plusieurs critères de choix) Utilisation de l'IA algorithmique (si critère de choix unique) |
| | Maturité : | <input type="checkbox"/> Idée <input type="checkbox"/> Prototype <input checked="" type="checkbox"/> Preuve de concept (POC) <input checked="" type="checkbox"/> Solution industrielle |
| | Phase(s) : | <input checked="" type="checkbox"/> Design <input checked="" type="checkbox"/> Exécution <input type="checkbox"/> Exploitation/Maintenance <input type="checkbox"/> Démantèlement |
| | Exemple(s) de solution(s) développée(s) : | <p>Flowell by Colas (entreprise Colas, www.flowellbycolas.com)</p>  <p>OYA (interne entreprise Colas)</p>  <p>---</p> <p>Crédits Photos : Colas</p> |
| <p>2. Optimisation des méthodologies de construction et du planning pour les chantiers</p> | Description : | Outil permettant l'optimisation des méthodologies de construction à partir d'un planning initial et de rendements définis par l'entreprise permettant ainsi de simuler la construction et d'optimiser et proposer un meilleur planning pour le chantier. |
| | Technologie(s) utilisée(s) : | Utilisation du generative design (si plusieurs critères de choix) Utilisation de l'IA algorithmique (si critère de choix unique) |
| | Maturité : | <input type="checkbox"/> Idée <input type="checkbox"/> Prototype <input checked="" type="checkbox"/> Preuve de concept (POC) <input checked="" type="checkbox"/> Solution industrielle |

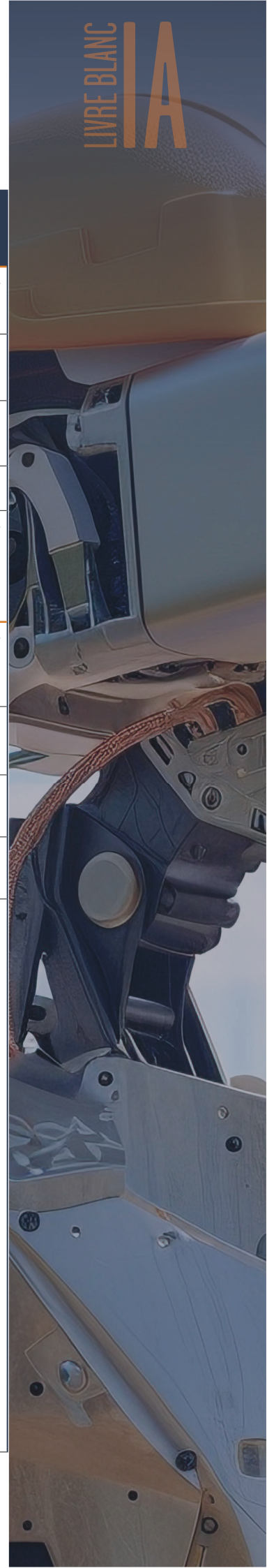


| CAS D'USAGE(S) MÉTIER | | |
|-----------------------|---|---|
| | Phase(s) : | <input checked="" type="checkbox"/> Design <input checked="" type="checkbox"/> Exécution <input type="checkbox"/> Exploitation/Maintenance <input type="checkbox"/> Démantèlement |
| | Exemple(s) de solution(s) développée(s) : | <p>Alice Technologies (éditeur de logiciels ALICE Technologies, www.alicetechnologies.com)</p>  <p>Crédits Photos : Alice Technologies</p> |
| 4. Design de parkings | Description : | Solution permettant de générer et d'explorer différentes solutions de conception d'agencement de places de parkings en fonction de la réglementation et du site concerné |
| | Technologie(s) utilisée(s) : | La modélisation de la conception est générée par la technologie du computational design et l'optimisation par celle du generative design |
| | Maturité : | <input type="checkbox"/> Idée <input type="checkbox"/> Prototype <input checked="" type="checkbox"/> Preuve de concept (POC) <input checked="" type="checkbox"/> Solution industrielle |
| | Phase(s) : | <input checked="" type="checkbox"/> Design <input checked="" type="checkbox"/> Exécution <input type="checkbox"/> Exploitation/Maintenance <input type="checkbox"/> Démantèlement |
| | Exemple(s) de solution(s) développée(s) : | <p>TestFit d'Autodesk Forma (éditeur de logiciels Autodesk, aps.autodesk.com)</p>  <p>Crédit Photo : Autodesk utilisé par Colas</p> <p>Archithera (startup VIKTOR, www.viktor.ai) ParkCAD (éditeur de logiciels Transoft Solutions, www.transoftsolutions.com) Parking Solver (éditeur de logiciels Parking Solver)</p> |

| CAS D'USAGE(S) MÉTIER | | |
|--|---|---|
| 5. Suivi d'avancement des travaux | Description : | Plateforme de suivi d'avancement de travaux à partir des données géospatiales et, alimentée par l'IA |
| | Technologie(s) utilisée(s) : | Acquisition par drone d'image(s) d'un chantier en cours puis traitement de ces images par computer vision |
| | Maturité : | <input type="checkbox"/> Idée <input type="checkbox"/> Prototype <input type="checkbox"/> Preuve de concept (POC) <input checked="" type="checkbox"/> Solution industrielle |
| | Phase(s) : | <input type="checkbox"/> Design <input checked="" type="checkbox"/> Exécution <input type="checkbox"/> Exploitation/Maintenance <input checked="" type="checkbox"/> Démantèlement |
| | Exemple(s) de solution(s) développée(s) : | AI Clearing core (startup AI Clearing, www.aiclearing.com)  Crédit Photo : AI Clearing |
| 6. Suivi des matériaux et des déchets | Description : | Outil permettant le suivi des matériaux et des déchets avec recommandations temps réel pour réduire l'impact environnemental et financier. |
| | Technologie(s) utilisée(s) : | Computer vision sur la base d'images caméras associé à des technologies de capteurs |
| | Maturité : | <input type="checkbox"/> Idée <input type="checkbox"/> Prototype <input checked="" type="checkbox"/> Preuve de concept (POC) <input checked="" type="checkbox"/> Solution industrielle |
| | Phase(s) : | <input checked="" type="checkbox"/> Design <input checked="" type="checkbox"/> Exécution <input type="checkbox"/> Exploitation/Maintenance <input type="checkbox"/> Démantèlement |
| | Exemple(s) de solution(s) développée(s) : | AI Clearing core (startup AI Clearing, www.aiclearing.com) Altaroad (startup Altaroad, www.altaroad.com)  Crédit Photo : Altaroad |

| CAS D'USAGE(S) MÉTIER | | |
|---|---|--|
| <p>7. Mesure de(s) nuisance(s) de chantier ou d'un site industriel</p> | Description : | Solution d'analyse des données issues de capteur(s) permettant de mesurer des nuisances (sonores, olfactives, vibratoires, qualité air/eau, etc.) |
| | Technologie(s) utilisée(s) : | Acquisition des données par capteur numérique (Intelligent Vision Sensor / capteur de vision intelligent) puis analyse par IA algorithmique |
| | Maturité : | <input type="checkbox"/> Idée <input type="checkbox"/> Prototype <input checked="" type="checkbox"/> Preuve de concept (POC) <input checked="" type="checkbox"/> Solution industrielle |
| | Phase(s) : | <input type="checkbox"/> Design <input checked="" type="checkbox"/> Exécution <input checked="" type="checkbox"/> Exploitation/Maintenance <input checked="" type="checkbox"/> Démantèlement |
| | Exemple(s) de solution(s) développée(s) : | <p>UBY Environment (éditeur de logiciels & startup UBY, www.uby-group.com)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>DES CAPTEURS INTELLIGENTS Un réseau de capteurs intelligents brevetés installés sur le terrain identifie et localise tous les types d'impact environnementaux (sonore, vibratoire, qualité de l'air, de l'eau, mobilité, consommation etc...)</p> <p>UNE PLATEFORME EN LIGNE La plateforme UBY Environment envoie des alertes automatiques si les seuils sont dépassés. Les données sont collectées et envoyées dans des formats prêts à l'emploi pour des rapports simplifiés avec les parties prenantes.</p> <p>Crédits Photos : UBY</p> <p>ellona (startup ellona, www.ellona.io)</p>  <p>Un écosystème complet d'intelligence environnementale</p> <p>Crédits Photos : ellona</p> |
| <p>8. Terrassement autonome</p> | Description : | Système de navigation et de travail autonome adapté au matériel de travaux publics existant afin de réaliser des opérations de terrassement sans conducteur d'engin, l'optimisation des déplacements étant par IA. |
| | Technologie(s) utilisée(s) : | Utilisation de la technologie du computer vision associée à de la robotique |
| | Maturité : | <input type="checkbox"/> Idée <input type="checkbox"/> Prototype <input type="checkbox"/> Preuve de concept (POC) <input checked="" type="checkbox"/> Solution industrielle |
| | Phase(s) : | <input type="checkbox"/> Design <input checked="" type="checkbox"/> Exécution <input type="checkbox"/> Exploitation/Maintenance <input type="checkbox"/> Démantèlement |
| | Exemple(s) de solution(s) développée(s) : | <p>HERACLES Robotics (start-up HERACLE Robotics, www.heracles-robotics.com)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Réduction du coût de terrassement</p> <p>Réduction des délais : utilisation 24h/24h Intelligence artificielle permettant d'optimiser les déplacements</p> <p>Crédits Photos : HERACLES Robotics</p> |

| CAS D'USAGE(S) MÉTIER | | |
|--|---|--|
| 9. Prédiction et prévention des risques d'accidents sur le chantier | Description : | Solution d'analyse d'images et de flux vidéo captés sur le chantier permettant de prédire et de prévenir les risques d'accidents sur le chantier |
| | Technologie(s) utilisée(s) : | Utilisation de la technologie du computer vision sur la base d'images et de vidéos |
| | Maturité : | <input type="checkbox"/> Idée <input type="checkbox"/> Prototype <input type="checkbox"/> Preuve de concept (POC) <input checked="" type="checkbox"/> Solution industrielle |
| | Phase(s) : | <input type="checkbox"/> Design <input checked="" type="checkbox"/> Exécution <input type="checkbox"/> Exploitation/Maintenance <input type="checkbox"/> Démantèlement |
| | Exemple(s) de solution(s) développée(s) : | Vinnie (startup Newmetrix {anciennement Smartvid.io} ayant rejoint l'éditeur de logiciels Oracle, www.oracle.com) Nelia (start-up Nelia, www.nelia.io) |
| 10. Anti-Collisions Véhicules – Piétons sur le chantier | Description : | Solution d'analyse d'images et de flux vidéo captés sur le chantier permettant de prédire et de prévenir les risques de collisions véhicules – piétons |
| | Technologie(s) utilisée(s) : | Utilisation de la technologie du computer vision sur la base d'images et de vidéos |
| | Maturité : | <input type="checkbox"/> Idée <input type="checkbox"/> Prototype <input type="checkbox"/> Preuve de concept (POC) <input checked="" type="checkbox"/> Solution industrielle |
| | Phase(s) : | <input type="checkbox"/> Design <input checked="" type="checkbox"/> Exécution <input type="checkbox"/> Exploitation/Maintenance <input type="checkbox"/> Démantèlement |
| | Exemple(s) de solution(s) développée(s) : | <p>LifeGuard (startup Softsystems.ai, www.softsystems.ai)</p>  <p>Crédit Photo : Softsystems.ai</p> <p>Two-i (startup Two-i, www.two-i.com)</p>  <p>Crédit Photo : Two-i</p> |



La Tribune Partenaire - Publié le 21/10/24 à 09:17

Quelles conditions pour mettre l'IA au service des ponts ?

A mesure que se déploie le potentiel de l'intelligence artificielle, de nombreux secteurs et métiers se questionnent sur les bénéfices à en tirer. Face aux défis du suivi et de l'entretien des 250 000 ponts de France, ce secteur ne fait pas exception. Mais compte tenu de la complexité du sujet, pas question de brûler les étapes. L'intelligence artificielle ne sera utile que si un certain nombre de conditions sont remplies, expliquent les intervenants à une table ronde organisée par le Cerema (Centre d'études et d'expertise sur les risques, le climat, l'environnement, la mobilité et...

« L'intelligence artificielle reste encore une science expérimentale », avertit Quoc-Cuong Pham, Responsable du Service d'Intelligence Artificielle Langage et Vision au CEA. Ce qui ne l'empêche pas d'avancer sur des projets communs avec le Cerema, permettant la surveillance des ouvrages d'art - c'est-à-dire des ponts - grâce à cette technologie. La profusion de données disponibles rend en effet l'usage de l'IA dans ce secteur particulièrement indiqué... tout en constituant une difficulté majeure. « De nouveaux outils technologiques vont aider grandement à traiter la quantité de plus en plus massive de données que nous avons, car nous en engrangeons toujours plus autour des ouvrages. Mais il va aussi falloir gérer leur stockage et leur conservation sur des durées très longues, car ces ouvrages vont vivre », appuie Cyrille Fauchard, directeur de recherche au Cerema.

La richesse de la donnée

Si les données existent à profusion, toutes ne se valent pas. Cyrille Fauchard explique ainsi que la fiabilité des diagnostics s'appuyant sur l'IA va en grande partie dépendre de leur qualité, mais aussi de leur pertinence par rapport aux objectifs recherchés. L'accès aux données qualifiées est donc un enjeu préalable à un déploiement à grande échelle d'outils basés sur l'IA. « L'acquisition et la qualification des données sont des étapes majeures, sur lesquelles un accès en open source permettrait d'accélérer et de faciliter l'entraînement des modèles », précise Christophe Raulet, Directeur général de Setec Diadès et Vice-président de l'IMGC (Ingénierie de la Maintenance du Génie Civil). Il est néanmoins conscient des obstacles qui s'opposent à un tel accès ouvert, notamment à cause de la propriété intellectuelle, « première question à traiter ».

Une indispensable confiance

Le second enjeu majeur au sujet de l'IA est celui de sa certification et du seuil d'erreur acceptable. Là encore, l'objectif recherché va contribuer à définir le niveau d'attente. « Si l'on utilise l'IA comme un outil d'assistance, on peut se permettre une performance plus ou moins moyenne du moment que cela fait gagner du temps. En revanche, si l'on met de l'IA dans les systèmes critiques, on touche à l'aide à la décision et les questions de certification deviennent critiques. Sur le plan théorique comme sur le plan pratique, avancer sur la certification apportera de la confiance pour une utilisation de l'IA dans des usages bien déterminés », explique Quoc-Cuong Pham. La décision humaine reste donc au cœur des processus critiques, ce qui conduit Cyril Fauchard à estimer que l'intelligence artificielle ne doit pas être considérée comme un outil qui fait le diagnostic à la place de l'expert, mais plutôt un outil permettant de gagner du temps, de diminuer les coûts et la gêne.

Le déploiement de l'IA dans les systèmes va se faire très progressivement, car la première phase de collecte de données va s'étendre dans la durée. « Il y a aussi le temps long de la recherche, poser les fondements théoriques de la certification peut demander plusieurs années. Les solutions d'assistance, en revanche, peuvent être envisagées à bien plus court terme », analyse Quoc-Cuong Pham.

Corollaire de la confiance, l'acceptabilité et l'appropriation seront clés dans le déploiement de nouvelles solutions technologiques. « Il faut débiter par une acculturation au niveau des managers, des financeurs, des instances de décision, car tous ont leurs propres échelles de temps, d'investissement et de rentabilité », conseille Christophe Raulet. Il croit surtout en de nouveaux types de partenariats, capables de faire avancer les projets plus rapidement. « Inspirons-nous du monde médical, où la coopétition - mélange de coopération et de compétition - permet à des acteurs différents d'avancer ensemble sur la phase de recherche, avant de se séparer pour la commercialisation. » Une coopétition autour de l'intelligence artificielle dans laquelle le Cerema pourrait jouer le rôle de facilitateur.

"Faisons entrer l'IA générative dans la fonction publique avant que d'autres ne s'en chargent"

Emile Marzolf

En se privant aujourd'hui de s'intéresser suffisamment à une technologie comportant des risques mais qui pourrait sensiblement améliorer le service rendu à l'utilisateur, l'administration risque d'en payer le prix fort dans les années à venir, quand elle se retrouvera contrainte d'acquiescer des outils devenus indispensables dans des versions externes, onéreuses et difficilement contrôlables. Pour nous, futurs managers publics, l'administration doit dès aujourd'hui investir massivement le sujet pour en maîtriser l'utilisation, les coûts écologique et financier, et surtout la capacité à réellement créer de la valeur pour les citoyens et du sens pour les agents publics.

Depuis quelques mois, des systèmes d'intelligence artificielle (IA) générative de texte font leur entrée dans les administrations. Ici, elles permettent à quelques centaines d'agents des préfectures ou des CAF de répondre beaucoup plus vite aux usagers. Là, elles résument en 10 minutes les 5400 amendements du projet de loi de finances, exercice qui mobilisait jusqu'alors 200 agents pendant toute une nuit. Demain, un modèle de langage public dénommé Albert pourrait permettre aux conseillers des maisons France Service d'apporter plus exhaustivement des réponses aux Français sur leurs droits. Mais ces efforts ne concernent qu'une infime part des 5,7 millions d'agents publics.

L'IA générative n'est certes pas la solution miracle que nous promettent les constructeurs de modèles, mais elle représente tout de même une opportunité unique d'améliorer la qualité de service pour les usagers, et la qualité de vie au travail pour les agents. Il serait dangereux de croire l'idéal techno-solutionniste, qui consiste à penser que le numérique peut tout résoudre et que des solutions techniques simplistes peuvent remplacer des décisions politiques ou managériales complexes ; quiconque ayant déjà utilisé ChatGPT pour son travail s'est bien rendu compte que la réponse donnée était au mieux maladroite et pas tout à fait pertinente, au pire truffée d'erreurs. Pour autant, ces modèles pourraient permettre de traiter l'information, de la structurer et de la restituer de façon simple et rapide, ce qui représenterait un avantage certain pour les agents.

Ces technologies suscitent à juste titre de nombreuses craintes, sur l'emploi notamment. Mais ce sentiment de menace est l'occasion idéale de débattre de leur place dans la fonction publique, d'apprendre à mieux les maîtriser et d'imaginer des usages en accord avec nos besoins et nos valeurs. La meilleure façon d'en mesurer les avantages mais aussi les limites serait d'expérimenter l'IA générative à grande échelle dans les administrations. Une étude du laboratoire de recherche LaborIA montre justement que les craintes liées à l'IA diminuent à mesure que les individus l'utilisent dans leur travail. Pour y parvenir, il faudra partir du besoin des agents, identifier les cas d'usage les plus pertinents, et leur laisser la possibilité d'expérimenter eux-mêmes, par exemple

avec des outils dits low code ou no code qui permettent de développer des solutions sans compétence technique. Il faudra également se doter d'un socle financier, technique et humain plus conséquent, et le mutualiser entre les administrations, comme le préconise d'ailleurs la Commission de l'IA dans son rapport rendu le mois dernier.

Prendre la mesure des risques

On pourrait imaginer des infrastructures publiques dédiées et adaptées aux usages de nos caisses de sécurité sociale, de nos ministères, de nos collectivités, qui n'ont pas toujours les moyens de s'équiper individuellement. Cela permettrait par ailleurs de mieux maîtriser les enjeux cruciaux de souveraineté et d'empreinte écologique. En parallèle, pourquoi ne pas organiser des Assises de l'IA générative pour le service public, sous la forme d'une grande concertation auprès des agents et des citoyens pour partager les attentes et les craintes de chacun, et décider collectivement de la stratégie à adopter ? C'est le pari qu'a fait la ville de Montpellier en organisant cette année la première convention citoyenne pour l'IA en France.

S'il ne faut pas sous-estimer les risques liés à l'utilisation des IA génératives par les services publics, il faut prendre la mesure des risques liés à sa non utilisation. Sans débat ou directives, et en l'absence de solutions internes adaptées et sécurisées, il y a fort à parier que certains agents se saisissent eux-mêmes de solutions privées, aux nombreux risques, et qu'ils s'y habituent. Pour les autres, le coût d'entrée ne fera qu'augmenter avec le temps. Par ailleurs, se priver de cette technologie risque de diminuer encore l'attractivité de la fonction publique : les recruteurs publics devront-ils demain expliquer aux candidats qu'ils ne pourront plus utiliser les outils puissants auxquels ils se sont déjà habitués (et qu'ils ont parfois appris à utiliser) dans leurs études ou leurs précédents postes ? Pire, les citoyens eux-mêmes pourraient se détourner du service public, et interroger sur leurs droits des IA privées, comme ChatGPT, qui leur proposeront des réponses non adaptées voire erronées.

Aujourd'hui, la question n'est pas de savoir si l'IA générative doit entrer dans la fonction publique mais quand elle le fera, et sous quelles conditions. Dans un contexte de limitation des dépenses publiques, l'administration pourrait être contrainte dans quelques années de se doter de ces outils devenus courants, mais à la hâte et sans pouvoir dicter ses conditions. Ne rien faire aujourd'hui revient en d'autres termes à devenir à moyen-terme encore plus dépendants des choix technico-politiques opérés par les prestataires privés, souvent des GAFAM. Ne nous trompons pas de combat : plutôt que de tenir à distance l'IA générative parce qu'elle présente des risques, saisissons aujourd'hui l'occasion de son développement pour pleinement se l'approprier et la maîtriser en adoptant une stratégie ambitieuse et démocratique et en expérimentant de façon massive

Cette journée d'actualité a été organisée par le CNFPT Nouvelle Aquitaine – INSET Montpellier le 5 novembre 2024 en partenariat avec le conseil départemental de Gironde, le CEREMA et l'AITF Sud-Ouest.

Son objectif est de permettre aux opérateurs publics des routes de clarifier et partager leurs connaissances et attentes de l'IA sur leurs métiers.

Ouverture institutionnelle

Jean Galand, Vice-président chargé des Mobilités du CD33

Stéphane Corbin, Directeur général des services du CD33

Animation de la matinée par Camel Mahdjoub, Directeur des Infrastructures du CD33

L'intelligence artificielle peut paraître comme un domaine très éloigné des préoccupations d'une collectivité territoriale attachée à la mise en œuvre des services publics de proximité. Mais en réalité, elle représente à la fois une source d'opportunités immense et un défi majeur dans de nombreux secteurs. Elle peut permettre d'améliorer l'efficacité des services publics, de mieux résoudre des problématiques complexes et d'offrir de nouveaux services pour les usagers.

Mais si le Département de Gironde souhaite accompagner ces transformations numériques, elles ne se feront pas sans la prise en compte de points de vigilance. La plus importante d'entre elles est de considérer l'humain au centre des projets. L'IA ne remplacera pas l'humain. Il faut également considérer l'IA comme un outil et non pas une fin en soi. Enfin, l'IA amène à s'interroger sur la place des collectivités territoriales sur le développement de l'IA sur son périmètre, et plus globalement dans toute la gestion de nos services publics.

« L'IA doit être vue comme un moyen et non un but, un outil et non un objectif, une aide et non un devenir » - Jean Galand

Est-il possible de s'affranchir du potentiel grandissant de l'IA dans les collectivités locales ?

Philippe Descamps, Directeur du Numérique et des services de l'information du CD33

L'intelligence artificielle n'est pas un sujet uniquement départemental. Néanmoins, ce peut être un outil pour réfléchir autrement. L'IA permet la création de solutions techniques durables par exemple par des logiciels permettant l'analyse de la circulation, la maintenance prédictive, ou encore la planification des opérations. Les différentes solutions basées sur l'IA peuvent ainsi transformer les infrastructures routières en améliorant leur sécurité et leur durabilité.

Les collectivités ont ainsi un rôle important à jouer dans le recours à l'IA pour l'encadrer et anticiper les conséquences sur les métiers et la gestion des compétences. Elles ont



également une contribution à apporter concernant le sens et l'éthique à donner aux projets d'IA, au service des usagers et en évitant de tomber dans le solutionnisme technologique.

L'IA dans les infrastructures routières : Les attentes des collectivités

Olivier Mougel, Géomaticien et Yves Nivelles, Responsable du Bureau Numérique et Système d'information Routier du CD33

C'est dans un contexte de tensions budgétaires aux répercussions conséquentes pour l'investissement et l'entretien des infrastructures routières que ces solutions peuvent avoir plusieurs intérêts. Le premier est d'abord celui de réduire la pénibilité de certaines tâches, comme l'inventaire de la signalisation à grande échelle confié aux agents. Le deuxième est celui de la réduction des coûts, néanmoins encore peu connu et à évaluer avec prudence. Enfin, l'acquisition de données plus précises ou à plus grande fréquence sur le patrimoine permettrait l'amélioration de la qualité des opérations et la durabilité du patrimoine.

Un premier champ d'applications est la simplification administrative avec par exemple pré-rédaction d'actes administratifs, soutien à la saisie ou l'aide au traitement des mails. Un deuxième champ d'applications est la gestion du patrimoine routier : auscultation vidéo des chaussées, inventaire des équipements, maintenance prédictive, nouvelles méthodes d'acquisition de données. D'autres pistes de cas d'usage sont également ouvertes dans l'information à l'utilisateur, l'aide à la programmation annuelle ou encore la gestion des moyens. L'usage de l'IA s'inscrit dans un objectif de libérer les agents de tâches répétitives à moindre valeur ajoutée. Une vigilance toutefois est à prendre compte sur la perte de compétence et de technicité des agents. Le Département de la Gironde a choisi de mener une expérimentation d'acquisition de données routières avec traitement via intelligence artificielle sur 55 kilomètres avec la société Offroad. Ce premier test permettra de mesurer l'efficacité de ce nouvel outil tant du point de vue des données que de son impact sur l'organisation.

« La route est un terrain propice [...] mais il faut faire attention au côté 'magique' de l'IA », Olivier Mougel et Yves Nivelles

Accompagnement technique du CEREMA, retour sur les premières expériences françaises et internationales

Alain Hebling, Chef du groupe "Voies et Plateformes d'Infrastructures" au Cerema Est – Agence de Strasbourg

Le Cerema a œuvré au développement d'IA permettant des sauts technologiques importants pour l'IA. Le recours à l'IA permet de traiter les données issues de différents capteurs d'être traitées différemment. L'exploitation par différents modèles d'IA de nuages de points, de



mesures de déflexion, de relevés altimétriques ou de relevés de chaussée en profondeur permettent différents relevés pour la chaussée, son environnement ou au niveau d'ouvrages d'art spécifiques comme les ponts. Le principal défi technique posé par ces nouvelles technologies est le traitement d'un plus grand flux d'informations.

« Il faut une IA évaluée, frugale, adaptée et de confiance » - Alain Hebling

L'approche IA du Cerema s'est structurée par le lancement il y a trois ans avec l'INRIA sous forme d'un projet collaboratif. Au-delà des outils développés, ces expériences ont mis en lumière la nécessité de choisir le modèle d'IA adapté à son usage et la nécessité croissante de construire et s'appuyer sur des référentiels encadrant l'IA.

L'approche du Cerema avec l'INRIA s'incarne dans le **projet ROAD-AI**. Le projet est organisé autour de trois axes : la captation des données (ponts et routes connectés), la modélisation des connaissances (CereMap3D, cf. ci-après) et la simulation du réseau dans le temps - [Description du projet – Cerema.fr](#)

De quoi parle-t-on, lorsqu'on parle d'intelligence artificielle ?

Philippe Descamps, Directeur du Numérique et des services de l'information du CD33

Plusieurs définitions de l'intelligence artificielle coexistent, s'appuyant soit sur le parallèle avec l'intelligence humaine (que la science a du mal à définir), soit sur les technologies qui sont utilisées en pratique.

Définition de l'IA par l'OCDE (2023) : une IA est un système basé sur une machine qui, pour des objectifs explicites ou implicites, déduit, à partir des entrées qu'elle reçoit, comment générer des résultats tels que des prévisions, du contenu, des recommandations ou des décisions pouvant influencer les environnements physiques ou virtuels

Il faut retenir que l'IA se décline concrètement de différentes manières : raisonnement symbolique, systèmes experts, agents intelligents, apprentissage machine ou apprentissage profond par exemple. A la différence des algorithmes traditionnels qui s'appuient sur une séquence d'étapes prédéfinies pour produire un résultat (comme une recette de cuisine par exemple), l'IA infère les étapes à partir d'un jeu de données pour fournir le résultat le plus probable à son utilisateur.

Plus récemment, les grands modèles de langage popularisés par l'arrivée de ChatGPT peuvent être assimilés à des distributions de probabilités dont le but est de prédire le ou les mots qui suivent. Cela a ouvert plusieurs champs d'applications mais pose également des limites en termes de la fiabilité des informations notamment.

Exemples d'actions réalisables par l'IA sur un jeu de données : traduire, décrire, synthétiser, détecter, prédire, reconnaître, automatiser, prescrire, générer

Retours d'expérience IA et routes

Animation par Florence Ricol, CNFPT Délégation Nouvelle-Aquitaine

Haute-Garonne

Erik Constensou, Chef du Service Techniques et Environnement de la Route du Département de La Haute-Garonne : auscultation des dégradations de la route et inventaire du patrimoine - Programmation des interventions

Le département de Haute-Garonne a expérimenté différentes solutions d'auscultation de chaussée par smartphone depuis 2017. Historiquement, l'auscultation est faite par des capteurs laser toutes les 5 à 6 ans sur un réseau routier de 6157 kilomètres. Les nouveaux outils d'auscultation automatisée à partir de vidéos de smartphone permettent d'éviter rébarbative des images par l'opérateur et les approximations liées à l'œil humain. En 2019, une expérimentation évalue le coût de l'auscultation avec le nouvel outil à 15€ par kilomètre.

En couplant les outils d'auscultation à des logiciels de gestion et programmation, le département de la Haute Garonne peut aller vers une programmation pluriannuelle plus efficiente (et des procédures de gestion des données (traçabilité, archivage, suivi). Le contexte budgétaire tendu (réduction de plus d'un tiers en trois ans) a à la fois poussé au recours à l'IA, mais l'outil d'IA a également permis de mieux défendre certains choix. Les perspectives sont nombreuses : intégrer de nouvelles sources de données (données de véhicule traceur par exemple), aller vers la simulation budgétaire ou encore regrouper les différents outils en un logiciel intégré.

Plusieurs points de vigilance : un besoin de méthode, d'expression des besoins, et une approche raisonnée des données « faisant remonter uniquement celles dont on a besoin » - Erik Constensou

Charente

Thomas Dupeyroux, chef du service entretien et exploitation des routes du département de la Charente : relevés de dégradation point zéro

Le réseau routier du département de Charente s'étend sur 5200 kilomètres. Le département n'avait pas recours à l'auscultation automatisée auparavant. Depuis 2022, le département a expérimenté 3 solutions d'auscultation : scans lasers LCMS (coût important de 200€/km), puis deux solutions de relevés par smartphone. La plus récente a abouti à un coût inférieur



à 10€ du kilomètre et permis d'intégrer deux contraintes spécifiques aux besoins du département : le calibrage de la largeur de chaussée et le relevé de la signalisation horizontale et verticale.

La Charente procédera ainsi à l'auscultation du réseau par un tiers à partir de 2026. Le relevé état 0 réalisé en 2024 en régie a mobilisé un agent pour 500 kilomètres de chaussée auscultés en une semaine. L'outil a été facile à prendre en main, et l'auscultation a pu se réaliser dans le flux de circulation. Les familles de dégradations à catégoriser ont pu être discutées avec la solution du prestataire pour s'adapter aux besoins du département. La Charente a mis en place une évaluation par ses agents des ressentis sur la fiabilité des résultats obtenus. Pour aller plus loin, le département anticipe des travaux de corrélation avec l'âge des couches de roulement, le renforcement de la dynamique d'entretien préventif et de stratégies d'entretiens alignées sur le niveau de service et le trafic attendus.

« Un regard critique est indispensable à la bonne utilisation de ces outils : la conservation des compétences routières sur le territoire est essentielle » - Thomas Dupeyroux

Orléans Métropole

Rémi Thoret, géomaticien, métropole d'Orléans

La métropole d'Orléans a recours à l'acquisition de vues immersives (captation LIDAR) de ses voies dans le but de préparer les programmes pluriannuels d'investissement. L'ensemble des services de la métropole utilise l'outil, au-delà de la gestion des infrastructures routières, pour vérifier la présence d'équipements ou effectuer des mesures depuis les bureaux. La métropole d'Orléans estime que cela évite 30000 déplacements sur le terrain par an.

Retour d'expérience : les vues immersives 3D au service des communes
[Vidéo – Orleans-metropole.fr](https://www.orsleans-metropole.fr)

Des analyses par IA ont été expérimentées sur cette captation : la détection de 36000 bornes et potelets par exemple. L'analyse a remonté des bornes et potelets qui n'étaient pas anticipés : certains oubliés par l'humain, d'autres présents sur d'autres types d'équipements comme les arceaux vélos par exemple. Une autre analyse a expérimenté la mesure des emprises surfaciques (routes, zones vertes, îlots de trafic, pistes cyclables, etc.), qui a remonté quelques limites opérationnelles. Enfin, un test de la détection, lecture et recoupement automatique des bases de boîtes aux lettres a obtenu 85% de réussite sur les 15 kilomètres du terrain d'expérimentation.

« L'IA est pertinente sur des cas chronophages et sujets à l'erreur humaine comme le cas des potelets par exemple » - Rémi Thoret



RenovAlte

Quentin Panissod, Président de The Swarm Initiative, communauté d'entrepreneurs-consultants experts de la transition : projet franco-allemand RenovAlte (projet de recherche et développement pour la rénovation des routes et la prédiction des travaux d'entretien)

RenovAlte est un consortium de recherche et développement sur l'IA appliquée à la rénovation des bâtiments et des infrastructures routières. Il explore différents cas d'usage d'IA sur des nouvelles approches métier, technologiques ou à partir de nouvelles sources de données.

Un des lots de travail porte sur le développement de modèles de prédiction de la déflexion de la structure des routes en s'appuyant sur des petits capteurs de déflexion implantés dans chaque portion homogène de route. Cette démarche peut permettre de détecter des changements comme le trafic poids lourds lié à l'installation d'un centre logistique à proximité d'une route et de réajuster le plan d'entretien en conséquence. En complément, un second lot travaille sur l'amélioration des performances des modèles d'auscultation de chaussée avec différentes approches IA : détection, segmentation, classification.

De plus, centre d'innovation allemand travaille sur plusieurs cas d'analyses de données publiques et de données de véhicules traceurs et produit différents indicateurs : risques et sécurité sur la voirie urbaine (Tampere, Finlande) ; inventaire, détection et historique de la signalisation autoroutière (Autobahn GmbH); détection et cartographie des chantiers en cours (Autobahn GmbH) ; estimation des émissions CO2 de la production d'asphalte pour un chantier donné.

Le consortium RenovAlte est lauréat de l'appel à projets « IA pour la prévention des risques, la gestion des crises et la résilience » issu d'une collaboration franco-allemande et co-financé par France 2030 et le fonds Next Generation EU. Il regroupe un grand groupe de la construction et plusieurs de ses bureaux d'études, un grand bailleur social et plusieurs de ses filiales, un laboratoire de recherche et une start-up. [Site du projet – Renovaite.eu](https://www.renovaite.eu)

Projet CereMap3D

Jonatan Plantey, Directeur de projet numérique du CereMap3D au CEREMA : solution de numérisation 3D des infrastructures et de leur environnement. Information sur la recherche de partenaires sur le thème du jumeau numérique des infrastructures

Le CereMap3D est une plateforme de numérisation 3D des infrastructures et de leur environnement. Cette technologie permet la collecte et le traitement automatisé des données d'infrastructures à travers l'utilisation de LIDAR et d'images géoréférencées, facilitant ainsi l'inventaire, la gestion et la surveillance des infrastructures routières.

Ses différentes fonctionnalités portent notamment sur la détection de déformations transversales et longitudinales sur les chaussées, la fissuration, le suivi d'ouvrages d'art et de tunnels, la détection de signalisation horizontale et verticale et des accotements. La brique expérimentée avec de l'IA porte sur le relevé automatisé de signalisation verticale. Le processus est minoritairement constitué d'IA et majoritairement de traitement de données et de géométrie. A l'avenir, cette brique technologique pourra être améliorée pour déterminer la réflectance, la planéité, l'orientation des panneaux et plus généralement leur état.

Pour aller plus loin dans leur démarche, le Cerema cherche à créer un écosystème de solutions adaptées aux besoins variés des gestionnaires d'infrastructures sur le thème du jumeau numérique. Il constituera en collaborations vertueuses entre le Cerema, des entreprises innovantes, des centres de recherche et des gestionnaires d'infrastructures.

[Rejoindre l'écosystème – Cerema.fr](#)

Table ronde sur les perspectives, les conditions de réussite et les limites du développement de l'IA dans le domaine des infrastructures routières

Animation Gaëlle Aggeri de l'INSET Montpellier

Benoît Gandon, Directeur du Cerema Sud-Ouest

Camel Mahdjoub, Directeur des Infrastructures du Département de la Gironde

Erik Constensou, Chef du Service Techniques et Environnement de la Route du Département de La Haute-Garonne

Quentin Panissod, Président de The Swarm Initiative

La table ronde a mis en lumière quatre enjeux majeurs pour le développement futur de l'IA dans le domaine des infrastructures routières.

L'impact environnemental de l'IA et son usage pour la transition écologique. Au-delà des nouvelles applications qui s'ouvrent en s'appuyant sur les technologies d'IA, une certaine prise de recul sur ses impacts économiques, sociaux et environnementaux est nécessaire. A titre d'exemple, l'entraînement de l'IA qui a battu les meilleurs joueurs de Go a nécessité l'équivalent de la consommation annuelle d'électricité par 200 habitants. Au-delà de l'énergie, c'est le renouvellement des téléphones, ordinateurs et capteurs qui a des impacts environnementaux conséquents. En plus de cela, les attentes des citoyens en matière de service et de réactivité augmentent, comme pour la route en milieu rural par exemple. Pour y répondre, une approche frugale de collecte et de traitement des données permet de limiter les impacts. En revanche, le recours à l'IA peut également être une source d'opportunités pour la transition écologique : pour mieux évaluer et intégrer les données environnementales et pour chercher des solutions de conception et de maintenance optimisées sous l'angle de la gestion des ressources naturelles.

L'impact de l'IA sur les agents, les freins à son appropriation et l'accompagnement des managers. Les précédents retours d'expérience l'ont montré : les applications d'IA au service des infrastructures routières vont également impacter les agents. Alors, le changement d'outils doit être accompagné et intégrer les agents dès le début de la conception des projets. De plus, pour réussir, ces outils ne doivent pas se substituer à l'élaboration de la décision stratégique mais être des outils numériques complémentaires à l'information terrain pour y contribuer. Ces outils impliquent des changements organisationnels et une montée en compétences pour leur utilisation mais également la commande et le contrôle des fournisseurs. Ce sont des métiers spécifiques : ingénieur de la donnée, analyste et scientifique de la donnée, spécialistes de la donnée routière, dans la continuité de ce que les géomaticiens font déjà par exemple. La question de la propriété de la donnée ne doit pas être également occultée. Les collectivités doivent en conserver la propriété afin d'en maîtriser l'usage.

L'enjeu de l'évolution des métiers de la route vers une prise en compte des outils numériques et de l'intelligence artificielle. Le Département de la Gironde a pris conscience très tôt des nécessaires transformations de la politique publique des infrastructures routières en intégrant les enjeux des mobilités et de transition écologique. Les infrastructures routières deviennent le support de la mobilité, ce qu'elles n'ont pas cessées d'être. Ce changement de paradigme entraîne de fait une appropriation du territoire et de ces enjeux par les agents publics sur une dimension plus large que les infrastructures routières. Le Département de la Gironde fait face à une croissance forte de la mobilité principalement liée à un solde migratoire positif de plus de 20 000 habitants/an, dont plus de la moitié s'installant en dehors de la Métropole Bordelaise. Pour appréhender cette transformation majeure du territoire, il convient de positionner la politique publique des infrastructures de mobilité au cœur des politiques publiques de l'habitat, du social et de l'environnement. Un des leviers est dans cette perspective, de placer les outils numériques et l'intelligence artificielle comme un complément de l'expertise humaine permettant à certains métiers de la route d'avoir une connaissance fine du patrimoine des infrastructures dans son environnement. Il s'agit également de scénariser les évolutions du territoire pour répondre aux objectifs politiques définis par les élus. Pour réussir cette ambition, le Département de la Gironde s'est lancé dans la constitution d'un entrepôt de données qui associé à la cartographie permet de constituer des outils d'aide à la décision pour améliorer la performance du réseau des infrastructures et offrir un meilleur service à l'usager. Piloter la politique publique des infrastructures de mobilité devient peu à peu une réalité et, ce à tous les niveaux hiérarchiques, intéressant la plupart des métiers de la route. L'intelligence artificielle dans ce cadre apparaît être un accélérateur de cette transformation, en offrant la possibilité de libérer les métiers et les agents des tâches répétitives pour qu'ils se consacrent aux dimensions de l'analyse des données, la fiabilisation et le partage de celles-ci. Une perspective nouvelle s'ouvre avec un formidable défi : l'optimisation des moyens pour répondre aux changements climatiques.

« L'usage des outils numériques et de l'intelligence artificielle viennent en complément de l'expertise des métiers liés aux infrastructures routières pour appréhender et répondre aux enjeux de la transition écologique »
Camel Mahdjoub

L'enjeu de l'organisation adéquate des données. L'enjeu de la fiabilité des données est essentiel à l'intégration réussie des nouveaux outils. La collecte de données non valorisées (largeur de chaussée par exemple) est à éviter. Derrière chaque attribut de données défini et collecté, le travail nécessaire oblige les collectivités à garantir leur caractère essentiel au nouvel outil. L'accompagnement sur ces sujets est important : pour la bonne compréhension, la formation aux fondamentaux de l'IA, l'expression des besoins des outils et les données nécessaires. Organiser les données dans le but d'avoir recours à l'IA est un métier à part entière. Intégrer des interfaces visuelles dès le début des expérimentations pour permettre à tous les métiers de se projeter et d'apporter leur regard critique est également une pratique clef pour le succès des projets.

La nécessité de faire réseau entre pairs : une nouvelle étape entre les collectivités et les fournisseurs de solutions. Les collectivités peuvent bénéficier des travaux du monde académique en s'associant à des laboratoires soit directement, soit accompagnés, soit les deux au travers d'appels à projets. Cela permet d'aborder des perspectives d'IA qui font encore face à des verrous technologiques (sciences de l'informatique), organisationnels (sciences sociales, sciences de gestion) ou propres au métier (sciences naturelles). Les



feuilles de routes stratégiques des collectivités peuvent enrichies de ces échanges. Pour relever ces défis, faire réseau entre les métiers, territoires, partenaires, chercheurs et représentants internationaux est une piste de réussite collective. Chaque projet doit inclure l'ensemble de ses parties prenantes, incluant les agents de terrain. Le Cerema peut organiser des journées techniques et accompagner les collectivités sur les collaborations avec le monde de la recherche. Le CNFPT peut compléter cette approche par l'organisation de formations sur-mesure.

AI Act : décryptage de la nouvelle réglementation européenne sur l'intelligence artificielle

Dans un contexte de révolution technologique, l'intelligence artificielle (IA) se présente comme le catalyseur d'innovations sans précédent, entraînant une transformation profonde de nos sociétés et de nos économies. Cependant, face à cette progression fulgurante, une question essentielle se pose : comment réguler l'IA afin qu'elle puisse être utile à l'humanité sans compromettre nos valeurs fondamentales ? Le projet ambitieux de l'AI Act, une réglementation visant à concilier l'innovation et la protection des droits des citoyens, est une réponse de l'Europe à ce défi aussi passionnant qu'immense.

L'intelligence artificielle (IA) est au cœur des préoccupations législatives tant en France qu'en Europe, ainsi qu'à l'échelle internationale. Les réglementations existantes ou en préparation couvrent divers aspects de son utilisation, incluant la protection des données, la sécurité et l'éthique.

Le cadre européen : le projet d'AI Act

Au niveau européen, le projet d'AI Act est une régulation clé en cours d'élaboration. Cette proposition législative vise à encadrer l'utilisation de l'IA au sein de l'Union européenne en établissant des règles strictes pour protéger les droits des citoyens tout en favorisant l'innovation. L'AI Act repose sur trois principes fondamentaux :

- la protection des droits fondamentaux : en cohérence avec le RGPD, l'AI Act entend garantir que l'IA respecte les droits et les valeurs fondamentales de l'Union européenne ;
- la promotion de l'innovation : l'objectif est de soutenir le développement de technologies d'IA tout en assurant un usage éthique et sécurisé ;
- l'harmonisation juridique : il s'agit de créer un cadre réglementaire cohérent à l'échelle européenne, appliqué uniformément dans tous les États membres.

Champ d'application de l'AI Act

Le projet d'*AI Act* concerne un large éventail d'acteurs impliqués dans le cycle de vie des systèmes d'IA, dès lors que leurs services sont distribués ou utilisés au sein de l'Union européenne. Trois catégories principales sont identifiées :

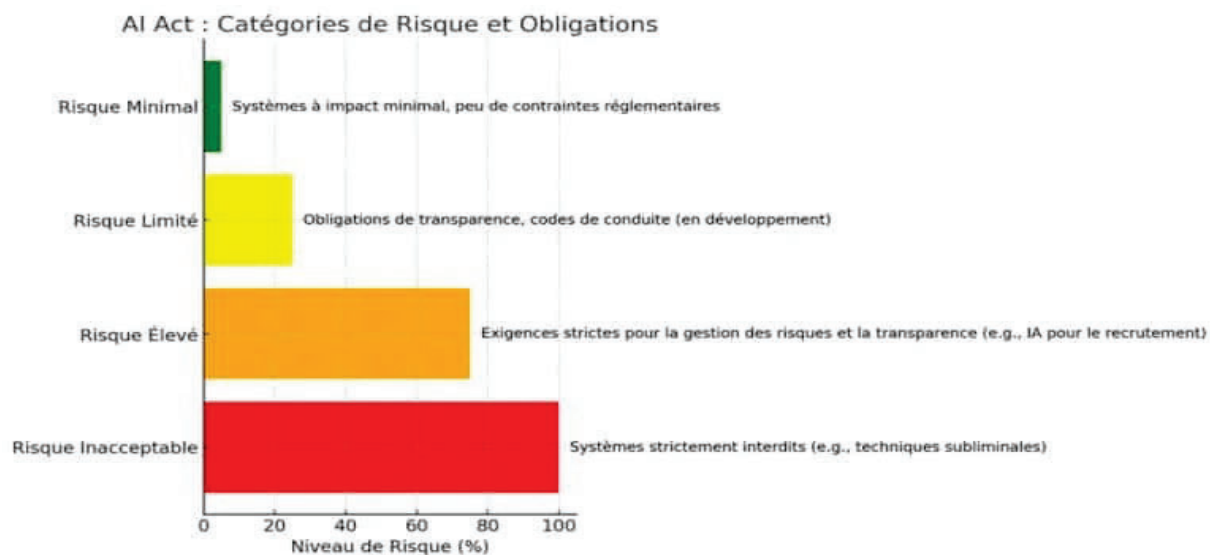
- **les fournisseurs** : créateurs ou développeurs de systèmes d'IA, responsables de la conformité technique de leurs produits avec les exigences réglementaires ;
- **les distributeurs** : entités qui commercialisent ou fournissent des solutions d'IA à d'autres organisations, tenues de vérifier que les systèmes respectent les normes en vigueur ;
- **les utilisateurs** : organisations qui intègrent directement des systèmes d'IA dans leurs processus internes, comme l'automatisation des tâches RH, le tri de CV ou la gestion de la relation client.

Ainsi, que l'on soit développeur, intégrateur ou utilisateur, l'*AI Act* impose des obligations spécifiques pour assurer une utilisation responsable et conforme des technologies d'IA.

Classification des risques

Un des éléments centraux de l'*AI Act* est la catégorisation des systèmes d'IA selon quatre niveaux de risque, déterminant les contraintes et obligations applicables :

- **le risque inacceptable** : ces systèmes sont strictement interdits. Ils incluent les IA utilisant des techniques subliminales pour manipuler les comportements humains, altérer le jugement ou causer des préjudices importants ;
- **le risque élevé** : ces systèmes ne sont pas prohibés, mais doivent respecter des exigences strictes en matière de gestion des risques, de transparence et d'évaluation. Par exemple, les IA utilisées dans les processus de recrutement automatisé doivent fournir des garanties sur les méthodes de sélection et les critères d'évaluation, avec une intervention humaine appropriée ;
- **le risque limité** : ces systèmes sont soumis à des obligations de transparence, et leur utilisation repose sur des codes de conduite encore en cours d'élaboration ;
- **le risque minimal** : ces systèmes présentent un impact négligeable et sont soumis à peu de contraintes réglementaires.



Les huit catégories du risque inacceptable

Le risque inacceptable est subdivisé en huit catégories spécifiques :

- **une IA manipulatrice** : systèmes recourant à des techniques subliminales pour influencer les individus ;
- **l'exploitation des vulnérabilités** : IA exploitant les faiblesses de certaines personnes pour altérer leur comportement ;
- **le profilage social** : systèmes de notation sociale, similaires au crédit social en Chine ;
- **la prédiction des infractions pénales** : IA utilisant le profilage pour prédire des comportements criminels, comme le système COMPAS aux États-Unis ;
- **l'extraction massive de données biométriques** : IA collectant des images faciales pour constituer des bases de données de reconnaissance faciale sans consentement ;
- **la reconnaissance des émotions au travail** : systèmes analysant les émotions des employés, pouvant porter atteinte à leur vie privée ;
- **le profilage biométrique hors domaine répressif** : utilisation de données biométriques à des fins de profilage en dehors du cadre légal strict ;
- **la surveillance biométrique en temps réel** : IA effectuant un profilage et une identification biométrique instantanés dans le domaine répressif sans cadre légal adéquat.

Les IA génératives et à fort impact

Les IA génératives, telles que ChatGPT, occupent une place particulière en raison de leur potentiel d'influence à grande échelle et de leur impact systémique. L'*AI Act* impose des obligations spécifiques pour ces IA à fort impact, incluant la production de documentations techniques détaillées, des tests contradictoires pour vérifier leur fonctionnement et des mesures visant à atténuer les risques systémiques qu'elles pourraient engendrer.

Implications pour les entreprises

Pour les entreprises, la mise en conformité avec l'*AI Act* constituera un enjeu crucial. Les systèmes d'IA à haut risque, utilisés notamment dans les processus RH (tri de CV, entretiens vidéo automatisés, tests prédictifs), seront particulièrement concernés. Ces systèmes devront satisfaire à des critères stricts de transparence, de gestion des biais et de documentation des processus utilisés.

Les entreprises devront également mettre en place des évaluations régulières des risques associés à l'utilisation de l'IA et prévoir des mesures correctives en cas de détection de biais ou de problèmes. De plus, l'obtention d'un certificat de conformité sera nécessaire pour continuer à utiliser légalement ces systèmes.

Un avenir réglementaire en construction

Les réglementations relatives à l'IA continueront d'évoluer dans les mois et années à venir. Il est impératif pour les entreprises de rester vigilantes quant à ces évolutions législatives et de veiller au respect des nouvelles obligations imposées tant par l'Union européenne que par les réglementations internationales. Si certaines dispositions sont déjà en place, d'autres, comme les codes de conduite ou les analyses d'impact plus détaillées, sont encore en cours d'élaboration.

Limites et enjeux

Malgré les avancées législatives, plusieurs limites et défis subsistent. La rapidité de l'évolution technologique rend difficile l'adaptation des cadres juridiques, qui peuvent rapidement devenir obsolètes. L'harmonisation internationale des réglementations est également complexe, chaque pays ou région ayant ses propres priorités et sensibilités.

Les enjeux majeurs comprennent :

- **un équilibre entre innovation et protection** : trouver le juste milieu entre encourager l'innovation technologique et assurer la protection des droits fondamentaux est un défi de taille ;
- **une gestion des biais et de l'éthique** : les systèmes d'IA peuvent reproduire ou amplifier des biais existants. Il est crucial de développer des méthodes pour identifier et corriger ces biais afin de garantir une justice algorithmique ;
- **la transparence et explicabilité** : les algorithmes d'IA sont souvent opaques. Promouvoir la transparence et l'explicabilité des systèmes est essentiel pour instaurer la confiance des utilisateurs et faciliter le contrôle réglementaire ;
- **une formation et sensibilisation** : les entreprises et les individus doivent être formés aux enjeux de l'IA pour une utilisation responsable et éclairée. La sensibilisation est indispensable pour prévenir les dérives potentielles.

Conclusion : entre innovation et réglementation

L'IA offre un potentiel considérable d'innovation, mais son utilisation doit être encadrée pour garantir qu'elle serve les intérêts des citoyens tout en respectant leurs droits fondamentaux. Pour les entreprises, il est essentiel de suivre de près ces évolutions et de se préparer aux changements réglementaires qui impacteront l'utilisation de l'IA, en particulier dans les secteurs à haut risque tels que les ressources humaines.

Une mauvaise gestion de la conformité aux nouvelles règles pourrait entraîner des sanctions sévères, voire l'interdiction d'utiliser certains systèmes d'IA. Le chemin vers une IA éthique et conforme est parsemé de défis, mais il est indispensable pour un déploiement durable et sécurisé de ces technologies.

Il appartient aux acteurs du secteur de s'engager activement dans cette transition, en investissant dans la formation, la recherche et le développement de pratiques responsables. Seule une approche proactive permettra de tirer pleinement parti des bénéfices de l'IA tout en minimisant ses risques, assurant ainsi une confiance durable entre les technologies émergentes et la société.