



GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*



LIVRE BLANC

de la communauté
des acteurs de l'IA en territoires

Novembre 2023 – Version 2

Livre blanc initié par l'Ecolab
des Ministères Ecologie Energie Territoires

En partenariat avec :



EDITOS

Caroline Chopinaud – Directrice Générale du Hub France IA



« Créé en 2017, pour répondre à un besoin de regroupement des différents acteurs de la filière, le Hub France IA fédère l'écosystème IA français : start-ups, grands groupes, institutions, écoles, PME ou ETI... tout acteur porteur de projets IA, de solutions disruptives en termes d'usages ou de technologies, de facilitateurs du développement ou le déploiement d'IA, visant à construire ensemble les communs de l'IA nécessaires à la croissance de la communauté en France et en Europe. L'association s'est donnée pour mission d'accélérer le développement et l'adoption d'une IA responsable, éthique et souveraine par l'ensemble du tissu économique.

C'est dans ce cadre que s'inscrit en toute logique le partenariat entre le Hub France IA et l'Ecolab. La mise en œuvre de solutions IA au service de l'environnement et de la transition écologique a été depuis 2 ans maintenant un sujet clé porté par l'association, qui a permis de regrouper plus d'une dizaine d'acteurs d'horizons et d'expertises variés, sur la production de livrables de sensibilisation de la communauté sur des cas d'usage à impacts positifs très concrets. Depuis plus d'un an c'est aussi le sujet de l'IA frugale qui a pris tout son sens. Dans un contexte où l'impact environnemental du numérique est largement analysé et où l'IA prend une place de plus en plus importante dans nos processus, dans nos activités et dans nos vies, il est primordial de s'intéresser aux moyens à déployer pour un usage responsable et raisonnable des technologies d'IA. La notion d'IA frugale est probablement aujourd'hui une vision permettant de penser les bonnes pratiques pour développer des solutions d'IA, c'est aussi prendre du recul par rapport à la technologie et de penser un projet d'IA dans son ensemble, en analysant ses impacts sur toute sa durée de vie.

En s'associant avec l'Ecolab, le Hub France IA contribue au déploiement de solutions IA frugales dans les territoires car c'est dès maintenant un enjeu stratégique pour progresser vers un modèle plus vertueux pour l'ensemble de notre société. »

Thomas Cottinet – Directeur de l'Ecolab du Commissariat Général au Développement Durable, Service Recherche et Innovation, Ministères Ecologies Energies Territoires



« La publication du livre blanc sur la Communauté des Acteurs de l'IA pour la Transition écologique intervient à un moment charnière de nos stratégies nationales, à la fois sur le sujet de l'intelligence artificielle et sur la planification écologique.

A une époque de forte expansion des enjeux liés aux nouvelles technologies et particulièrement à l'intelligence artificielle, la rédaction de ce livre blanc, composé de bonnes pratiques sur l'IA pour la transition écologique des territoires, apporte des informations sur des aspects aussi divers que la commande publique, les enjeux de cybersécurité, les consortiums et leur gestion ou encore l'évaluation environnementale de modèles d'IA.

L'intelligence artificielle frugale s'avère être un réel atout différentiel parmi les outils disponibles pour les territoires afin d'engager des actions fortes de transition écologique. Les expériences positives de démonstrateurs IA diffusent entre territoires, au-delà de l'appel à projet « Démonstrateurs d'intelligence artificielle frugale au service de la transition écologique dans les territoires » financé par France 2030.

Ce livre blanc ouvre la voie à des répliques de solutions IA sur tout le territoire français, dans le cadre de la communauté des acteurs de l'IA en territoires. Cette Communauté, de même que le livre blanc qui l'accompagne, sont des réalisations concrètes de la feuille de route « IA et transition écologique » sur le pôle ministériel Ecologie Energie Territoires. La communauté regroupe aujourd'hui plus de 800 décideurs des collectivités territoriales, de start-ups, PME, grands groupes et de la recherche. Elle se réunit régulièrement avec succès depuis un an, avec, outre les webinaires, deux rendez-vous en présentiel prévus en 2024, l'un dans notre Ministère et l'un à Marseille lors du Forum des Interconnectés en avril 2024.

L'Ecolab, en tant que laboratoire d'innovation du Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires et du Ministère de la transition énergétique, est à vos côtés pour engager et capitaliser sur les potentiels de l'intelligence artificielle au service des transitions. »

Céline Colucci – Déléguée générale des Interconnectés



Les Interconnectés est la première association nationale de collectivités centrée sur les politiques publiques numériques. Créée en 2009 par Intercommunalités de France et France urbaine, sa mission est d'accompagner les collectivités locales et leurs groupements pour mettre l'innovation et le numérique au service des territoires. Elle est aussi un interlocuteur de référence de l'État. Elle mobilise les différents acteurs afin de faire émerger des solutions concrètes fondées sur le partage, l'intelligence collective, la proximité de l'utilisateur.

Dans le domaine des transitions écologiques et énergétiques les collectivités sont fortement sollicitées et mobilisées. Constatant la progression rapide des usages de l'IA dans différents domaines de l'action publique, la commission des élus a souhaité s'engager. Elle adopte ainsi le 6 juillet 2023 un plan d'action national d'observation des usages de l'Intelligence artificielle (IA) dans les territoires. Intitulé « Les intelligences associées des territoires » il s'agit d'un espace d'observation des impacts de l'IA et de décision pour les acteurs publics sur trois axes stratégiques : L'IA au service des politiques publiques, L'IA et la vie publique, L'IA et la transformation des métiers de la fonction publique.

Le volet consacré à l'IA au service des politiques publiques se concentre plus particulièrement sur l'émergence de projets partagés et la constitution d'une communauté d'acteurs réunissant collectivités, universités, entreprises. Nous constituons ainsi à la fois une plateforme d'échanges, un centre de ressources et un espace de partages physiques et numériques entre acteurs. Tout particulièrement, l'association s'est donnée pour mission d'accélérer le développement et l'adoption d'une IA responsable, éthique au service des transitions mobilisant le tissu économique que forment nos acteurs territoriaux.

Notre association travaille naturellement en partenariat avec le Ministère Ecologie Energie Territoires afin de fédérer l'écosystème français côté collectivités. Nous aidons cette communauté à se solidariser dans le cadre notre Forum annuel national, les rencontres experts en région ou notre programme de formation Territoir'Prod. Le réseau est également un catalyseur et un révélateur des projets à l'œuvre dans les territoires, à travers ses Label « Territoire innovant » et le label « Start-up interconnectée ».

Ainsi en partenariat avec Ecolab, le Forum des Interconnectés de mars 2023 a permis de réunir pour la première fois en présentiel les acteurs de la communauté IA. Des échanges issus de ces travaux est née l'idée de ce livre blanc ayant pour but de faciliter la compréhension entre acteurs privés et publics et l'émergence de solutions sur les sujets de transition écologique, notamment via l'intelligence artificielle.

L'association avec l'Ecolab vise ainsi le déploiement de solutions en IA frugale dans les territoires pour poursuivre les enjeux stratégiques menés par les collectivités et les administrations au service de France 2030.

Nous vous donnons rendez-vous dès le 8 février à Paris et les 3 et 4 avril à Marseille lors de notre prochain Forum national pour poursuivre ensemble ces travaux. »



TABLE DES MATIÈRES

EDITOS	2
CONTRIBUTEURS	6
TABLE DES ACRONYMES	6
INTRODUCTION	7
INTRODUCTION À L'IA	10
DÉFINITION DE L'IA	10
DÉFINITION DE L'IA FRUGALE	13
CONTEXTE EUROPÉEN SUR L'IA	13
L'IA POUR LA TRANSITION ECOLOGIQUE DES TERRITOIRES	15
BONNES PRATIQUES	17
LA COMMANDE PUBLIQUE	17
LES ENJEUX DE CYBERSÉCURITÉ	17
ÉTHIQUE ET PROTECTION DES DONNÉES PERSONNELLES	18
MONTAGE ET PÉRENNITÉ D'UN CONSORTIUM	18
GESTION DE PROJET	19
ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE	21
L'EXEMPLE DE L'APPEL À PROJETS DIAT	23
DESCRIPTION DE L'APPEL À PROJET	23
PRÉSENTATION DES PROJETS LAURÉATS DE LA VAGUE 1	23

Vous souhaitez partager vos retours et suggestions pour une prochaine version du livre blanc ?

Vous pouvez le faire par email, aux adresses de contact suivantes : contact@hub-franceia.fr ou ia.ecolab.sri.cgdd@developpement-durable.gouv.fr en indiquant le chapitre et la page concernés, la nature de votre suggestion (ajout, modification) et une brève explication (avec des références si besoin). Les suggestions seront ensuite recueillies, analysées et pourront faire l'objet d'intégration dans la future version du livre blanc.



CONTRIBUTEURS

Ce livre blanc de la Communauté des Acteurs de l'Intelligence Artificielle en Territoires (CAIAT) a été corédigé et vous est proposé par le [Hub France IA](#), l'[Ecolab](#) et les [Interconnectés](#).

Voici les contributeurs qui ont œuvré à la rédaction du livre blanc :

- **Pierre MONGET** – Hub France IA
- **Juliette FROPIER, Marine LE GALL** – Ecolab
- **Céline COLUCCI** – Les Interconnectés
- **Marie BERNARD** – Nantes Métropole

TABLE DES ACRONYMES

Acronymes	Description
3IA	Institut Interdisciplinaire en IA
AAP	Appel A Projets
AMI-CMA	Appel à Manifestation d'Intérêt Compétences et Métiers d'Avenir
CAIAT	Communauté des Acteurs de l'Intelligence Artificielle en Territoires
CNIL	Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés
COFIL	COmité de PILOtage
COPROJ	COmité PROJet
DGE	Direction Générale des Entreprises
DIAT	Démonstrateurs d'IA dans les Territoires
DPO	Data Protection Officer
EPCI	Etablissement Public de Coopération Intercommunale
GDS	Groupement De Services
GIP	Groupement d'Intérêt Public
IA	Intelligence Artificielle
LLM	Large Language Model
MCO	Maintien en Conditions Opérationnelles
NLP	Natural Language Processing
RGPD	Règlement Général sur la Protection des Données
SGPI	Secrétariat Général Pour l'Investissement
SNIA	Stratégie Nationale pour l'IA



INTRODUCTION

Contexte : la Stratégie Nationale pour l'IA

La **Stratégie Nationale pour l'IA (SNIA)** a été annoncée en 2018 par le Président de la République suite à la remise du **rapport Villani** qui fait l'état de l'art de l'intelligence artificielle en France, en perspective avec les autres puissances économiques. Cette stratégie avait initialement pour vocation la structuration des liens entre les écosystèmes, notamment les réseaux des acteurs de recherche en IA à travers les **3IA (Instituts Interdisciplinaires en IA)**. Cette stratégie a été renforcée dans le cadre d'une deuxième phase qui a été annoncée fin 2021, en s'appuyant sur le **programme France 2030**, avec des besoins bien identifiés :

- Le **développement d'une offre de pointe en technologie**, qui a notamment lieu par le soutien de France 2030 aux acteurs de l'IA sur des domaines prioritaires :
 - **L'IA embarquée**, en incitant les entreprises à utiliser et démontrer en conditions réelles des technologies/solutions matérielles et logiciels pour l'IA embarquée ;
 - **L'IA de confiance**, où des plateformes d'expérimentation et de tests ainsi que des environnements en open source sont mis à disposition des acteurs ;
 - **L'IA frugale** ;
 - **L'IA générative** et les modèles géants de langage (LLMs).
- Des **communs de l'IA**, ainsi que des environnements logiciels open-source pour que les collectivités, entreprises et administrations se saisissent des enjeux de l'IA et intègrent cette technologie au sein de leurs processus ;
- **L'accès à des données de qualité** ;
- Les **compétences**, avec une ambition sur la formation sans précédent via **l'Appel à Manifestation d'Intérêt Compétences et Métiers d'Avenir (AMI-CMA)**.

Contexte : France Nation Verte

Lancée le 21 octobre 2022 par la Première ministre, France Nation Verte est la bannière commune de la mobilisation collective de l'Etat et ses opérateurs pour mettre en œuvre la planification écologique.



Figure 1 : Chantiers de la planification écologique (Source : SGPE)



Les travaux de la planification écologique se structurent autour de 6 thématiques déclinées en 22 chantiers d'action, qui ont fait l'objet ces derniers mois d'un état des lieux approfondi permettant notamment de rehausser les objectifs, prioriser les actions à mettre en œuvre et mobiliser les acteurs concernés.

Contexte : la feuille de route « IA et transition écologique »

L'Intelligence Artificielle est un outil qui peut participer aux chantiers opérationnels de la planification écologique, donc à la conjonction de la Stratégie Nationale IA et de France Nation Verte. Pour favoriser la prise en compte de l'intelligence artificielle dans la stratégie du pôle ministériel Ecologie Energie Territoires, l'Ecolab a coordonné la rédaction d'une **feuille de route « IA et transition écologique »**. Cette feuille de route vise prioritairement à :

- **Accélérer la transition des territoires ;**
- Soutenir les entreprises engagées dans la transition écologique mobilisant les données et l'IA, avec la labellisation Greentech innovation et son annuaire dédié à l'IA ;
- Accompagner la mise en place de l'IA dans le pôle ministériel.

Deux outils ont été développés pour **accélérer la transition des territoires via l'intelligence artificielle** :

- **L'appel à projet « Démonstrateurs d'IA frugale au service de la transition écologique dans les territoires »** : ce financement permet aux collectivités et porteurs de projet de sauter le pas de la mise en place d'un démonstrateur à une échelle représentative sur le territoire ;
- **La communauté des acteurs de l'IA en territoires**, qui prend forme à travers des rencontres mensuelles et un livre blanc.



Figure 2 : Intégration du livre blanc dans son contexte

La Communauté des acteurs de l'IA

Celle-ci vise à favoriser la rencontre des différents acteurs œuvrant pour la transition écologique, tels que les acteurs publics territoriaux porteurs de besoins et les acteurs privés porteurs de solutions IA. La communauté favorise ainsi une dynamique de partage de connaissances au service des territoires et du citoyen et **facilite l'émergence de nouveaux projets innovants**. Elle se retrouve régulièrement lors de webinaires sur des sujets essentiels en lien avec le thème de l'IA au service de la transition écologique. Ses **co-porteurs (le Hub France IA, les Interconnectés et l'Ecolab des Ministères Ecologie Energie Territoires)** organisent également des rencontres en présentiel sur des événements dédiés. **Le livre blanc est une concrétisation de cette communauté, qui a vocation à s'enrichir avec les divers retours d'expériences et qui est à disposition de toute personne intéressée.**

Objectifs du livre blanc

Le livre blanc a vocation à servir de guide dans la compréhension commune des acteurs privés (réalisateurs de solutions IA) et des acteurs publics (collectivités, établissements de santé, bailleurs sociaux). Les différentes thématiques ont été sélectionnées et développées à l'issue d'échanges avec différents acteurs de la communauté et d'ateliers de travail menés avec des représentants de chaque écosystème. Ce livre blanc a pour ambition de **faciliter le montage de consortiums et de partager des bonnes pratiques**, afin d'assurer la bonne conduite de la mise en œuvre d'un projet IA au service de la transition écologique d'un territoire.

POUR EN SAVOIR PLUS :

- [Stratégie nationale pour l'IA](#)
- [France Nation Verte](#)
- [France 2030](#)
- [AMI Compétences et Métiers d'avenir](#)
- [Feuille de route IA et transition écologique](#)
- [Être informé de l'actualité de la Communauté des Acteurs de l'IA](#)
- [Annuaire Greentech Innovation IA](#)



INTRODUCTION À L'IA

DÉFINITION DE L'IA

L'Intelligence Artificielle est un « ensemble de théories et de techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine » (définition Larousse). Elle comprend deux grandes familles : l'**IA symbolique** et l'**IA numérique**, qui ont chacune connu des périodes de succès et des « hivers », ainsi que le montre le schéma ci-dessous, représentant l'activité de ces deux familles depuis les années 50.

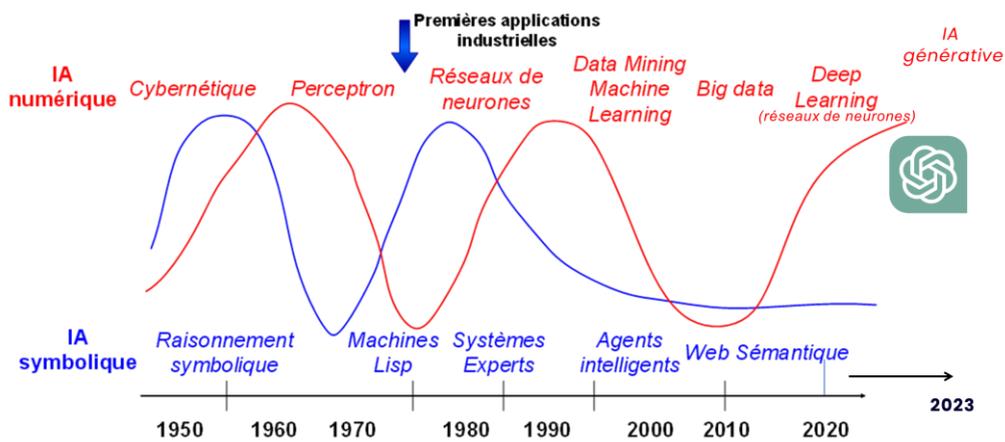


Figure 3 - Evolution IA symbolique et IA numérique

L'IA symbolique

L'IA symbolique a pour but de reproduire le raisonnement humain en le modélisant par un ensemble de symboles, afin d'automatiser un processus de prise de décisions. On définit généralement les systèmes d'IA fondés sur des approches symboliques comme des systèmes à base de règles. C'est ce type d'approche qui a donné naissance aux premiers systèmes dit « experts ».

Les systèmes experts ont porté la croissance de l'IA en particulier dans les années 80 avant de décliner en raison des résultats décevants par rapport à la promesse initiale. Un **système expert** (aujourd'hui intitulé plus simplement un système d'aide à la décision) **infère une décision en fonction de faits qui lui sont fournis en entrée, et de règles modélisant l'expertise métier** (exemple : ordre de priorité, réductions à appliquer etc.).

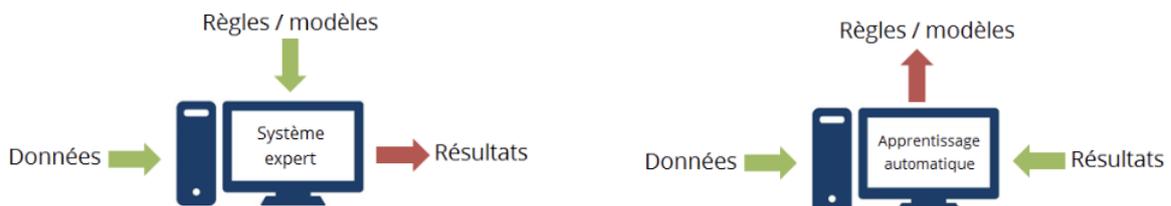


Figure 4 – Différences entre système expert et Machine Learning (source : <https://www.coe.int/fr/web/artificial-intelligence/what-is-ai>)



L'avantage de tels systèmes réside dans la compréhension immédiate des décisions fournies, à l'inverse des modèles *Deep Learning* (apprentissage profond), mais la difficulté à élaborer le modèle d'expertise et la maintenance nécessaire pour faire évoluer le système au cours du temps rendent la mise en œuvre particulièrement complexe.

Aujourd'hui, des méthodes hybrides, fondées sur le couplage des systèmes de règles et de techniques de *Machine Learning* (voir chapitre ci-dessous), permettent d'envisager des systèmes d'aide à la décision beaucoup plus efficaces et résilients. Dans ces méthodes, l'expertise métier est modélisée au travers d'un **ensemble restreint de règles ayant pour objectif d'encadrer la mise en œuvre des modèles générés par apprentissage automatique à partir des données disponibles.**

L'IA numérique

Depuis 2012, les techniques les plus répandues aujourd'hui sont les **techniques du *Machine Learning* (ou apprentissage automatique), dont fait partie le *Deep Learning*.** Cette technique s'apparente à un système d'apprentissage automatique **basé sur l'exploitation de données**, imitant un réseau neuronal. La production d'une solution IA par *Machine Learning* se fait en deux étapes :

1) L'apprentissage (ou *Build* en anglais) :

A partir d'un besoin exprimé, le *data scientist* va **collecter les données** adaptées pour constituer un *dataset* (ou jeu de données) d'apprentissage. Les données utilisées sont nécessairement des données du passé (dont on connaît déjà les conséquences). Il va ensuite sélectionner des algorithmes d'apprentissage (très souvent dans une librairie *open-source*) en fonction de leur fonctionnement (catégorisation, détection, prédiction) mais aussi de la précision attendue. A la fin de l'apprentissage, on obtient un modèle IA, c'est à dire un **programme qui peut ensuite être utilisé sur de nouvelles données pour réaliser le besoin identifié.** Puis un **dataset de validation** est utilisé, différent du *dataset* d'apprentissage, mais ayant la même structure, pour pouvoir comparer des algorithmes entre eux et choisir le meilleur selon des critères de précision versus temps d'entraînement.

2) L'exploitation (inférence ou *Run* en anglais) :

Le modèle est déployé en production et accessible aux utilisateurs. Quand on présente de nouvelles données au modèle, ayant évidemment la même structure que celles utilisées à la fois lors des phases d'apprentissage mais aussi de validation, celui-ci va produire le résultat le plus probable en fonction des données entrées.

Ainsi, le modèle est entraîné sur des données du passé pour produire un résultat sur des données du futur, fournies en entrée durant **l'inférence**. On collecte en général ces données du futur à mesure qu'elles sont produites et le résultat associé produit par le modèle, et on le compare à ce qui se produit vraiment, mesurant ainsi en continu **l'erreur de prévision** (on dit qu'il y a une erreur s'ils sont différents). On peut ensuite, autant de fois qu'on le souhaite, relancer l'apprentissage du modèle en incorporant ces nouvelles données. On met ainsi en place une **boucle de réapprentissage** qui permet d'améliorer le modèle au cours du temps.

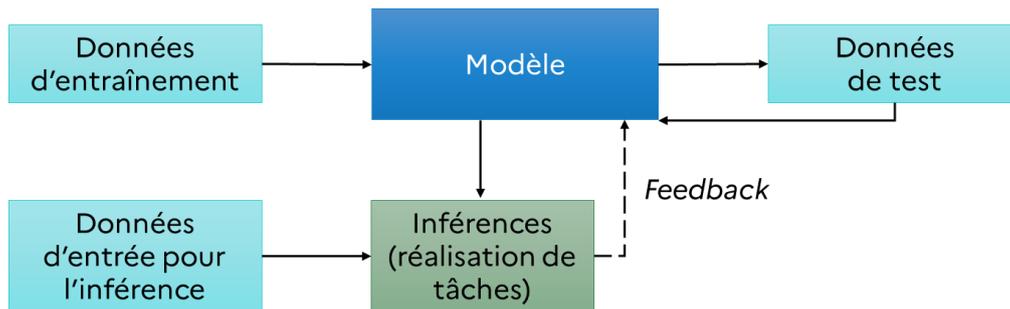


Figure 5 : Flux de données pour l'apprentissage d'un modèle d'intelligence artificielle

Le *Machine Learning* regroupe ainsi quatre catégories d'algorithmes d'apprentissage :

- **Apprentissage supervisé** : les données sont étiquetées (exemple : images étiquetées comme représentant un chat), ce qui permet à l'algorithme d'identifier des corrélations et des relations entre les caractéristiques des données et les étiquettes correspondantes ;
- **Apprentissage non supervisé** : les données ne sont pas étiquetées (exemple : images représentant un chat sans aucune étiquette) et l'algorithme doit découvrir des groupements de données ;
- **Apprentissage semi-supervisé** : l'algorithme utilise un mélange de données étiquetées et non étiquetées ;
- **Apprentissage par renforcement** : l'algorithme apprend à prendre des décisions en interagissant avec son environnement et notamment les utilisateurs. Il reçoit des récompenses ou des pénalités pour chaque action, ce qui lui permet d'ajuster sa stratégie pour maximiser sa récompense globale, et donc, d'améliorer ses résultats.

L'IA générative

L'IA générative a fait une brusque irruption dans notre vie quotidienne le 30 novembre 2022 lorsque Open AI a ouvert l'accès gratuit à ChatGPT. Cette ouverture déclenche un véritable tsunami : avec 1 million d'utilisateurs en 5 jours, puis 100 millions en 2 mois, ChatGPT devient l'application Web ayant connu la plus grande vitesse d'adoption par les internautes. Cet intérêt universel du grand public braque alors les projecteurs sur l'IA. L'IA générative est capable de **générer du texte, des images, de la voix ou des sons de manière autonome**. Pour cela, elle utilise souvent des réseaux de neurones artificiels et des techniques d'apprentissage profond pour apprendre à partir de données existantes et générer **de nouvelles données qui ressemblent à celles qu'elle a apprises**.

L'essor des IA génératives dans tous les pans de l'économie peut être considéré comme une deuxième vague de l'IA. En effet, l'IA générative est désormais utilisée, justement grâce à ses capacités de création de données, dans de nombreux domaines tels que la recherche, l'éducation, la relation client, le marketing, la publicité, les jeux vidéo, le journalisme, les ressources humaines. Parmi les IA génératives qui existent sur le marché, ChatGPT est composé d'une part d'une interface utilisateur permettant d'interagir avec l'agent conversationnel ChatGPT (*chatbot*), par le biais de requêtes écrites (ou *prompts*), et d'autre part, d'un grand modèle de langage entraîné à la fois sur un ensemble de données du Web, et entraîné à la conversation. Le **cumul de l'interface utilisateur avec le modèle interne du modèle** permet donc à ChatGPT de comprendre en entrée les requêtes en langage naturel de l'utilisateur et de répondre en langage naturel.

DÉFINITION DE L'IA FRUGALE

La définition d'une IA frugale ne fait actuellement pas consensus dans la communauté des acteurs de l'IA. Cependant, la définition qui semble être la plus englobante serait celle d'un système d'IA qui, tout au long de son cycle de vie, est peu consommateur :

- De **données** (on parle ici de *Small Data*), notamment durant sa phase d'entraînement ;
- De **ressources**, telles que l'eau et l'électricité nécessaires pour respectivement refroidir et alimenter les datacenters sur lesquels sont entraînés les systèmes d'IA, ou encore l'électricité nécessaire à l'alimentation des infrastructures réseaux par lesquelles les données d'entraînements sont transférées.

De manière générale, l'IA frugale vise à **adapter la quantité des données et la trille des modèles au strict nécessaire pour la tâche à résoudre**. Des bonnes pratiques peuvent être mises en œuvre durant le cycle de vie du système d'IA afin de limiter son impact environnemental.

On peut notamment citer le fait de :

- Sélectionner via l'interface proposée par les fournisseurs de services *cloud* la **localisation d'un datacenter** dans un pays dont l'électricité est produite à partir d'un mix énergétique plus vert et donc moins émetteur de gaz à effet de serre ;
- Sélectionner le **créneau horaire** ayant le meilleur mix énergétique vert, en fonction du pays dans lequel est situé le *datacenter*, pour entraîner son modèle ;
- Optimiser le processus de **présélection des modèles** qui seront entraînés dans le but de trouver le plus performant, ceci afin de limiter le nombre initial de modèles testés en parallèle.

De plus, la maîtrise d'ouvrage (métier) peut aussi jouer un rôle déterminant dans la maîtrise de l'empreinte environnementale des modèles d'IA. En effet, dès l'expression des besoins, la maîtrise d'ouvrage peut se poser la question de l'impact positif et de l'utilité de lancer le futur projet. Par exemple, a-t-on vraiment le besoin de gagner x% de performance sur un système existant ? Si le gain en performance est nécessaire, cela vaut-il l'impact environnemental associé ? Ce sont désormais ces questions que la maîtrise d'ouvrage devra se poser à l'initialisation du projet, pour contribuer à sa hauteur, à un cercle plus vertueux.

Au-delà de l'impact environnemental, la frugalité d'un modèle le rend davantage intégrable à un système local (ce qui évite de devoir héberger un modèle sur le *Cloud*) et moins coûteux donc plus accessibles pour toutes sortes de projets.

CONTEXTE EUROPÉEN SUR L'IA

La mise en œuvre de projets IA est soumise à deux principaux aspects réglementaires, que sont le RGPD, et plus récemment (et en cours d'implémentation/construction de la proposition de loi), l'*AI Act*.

Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD)

Le RGPD encadre le **traitement des données personnelles** sur le territoire de l'Union Européenne. Ce règlement européen s'inscrit dans la continuité de la Loi française

Informatique et Libertés de 1978 et **renforce le contrôle par les citoyens de l'utilisation qui peut être faite des données les concernant**. Il harmonise les règles en Europe en offrant un cadre juridique unique aux professionnels et permet de développer leurs activités numériques au sein de l'UE, en se fondant sur la confiance des utilisateurs.

Ainsi, tout organisme, quels que soient sa taille, son pays d'implantation et son activité, peut être concerné. En effet, le RGPD s'applique à toute organisation, publique ou privée, qui traite des données personnelles pour son compte ou non, dès lors qu'elle est établie sur le territoire de l'Union Européenne ou que son activité cible directement des résidents européens. La CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés) est une ressource centrale pour les DPOs (Data Protection Officers) qui recueillent les analyses d'impact et soumettent les projets à une évaluation de la conformité.

Règlement européen sur l'IA

Le futur règlement européen sur l'IA, ou *AI Act* en anglais, est une proposition de cadre réglementaire de l'UE pour l'IA ayant vocation à protéger les consommateurs et à assurer un cadre uniformisé pour le développement de l'IA en Europe. Proposé par la Commission Européenne en avril 2021 et devant être officiellement publié à la fin de l'année 2023, il s'agit du premier règlement complet sur l'IA émanant d'une autorité de régulation majeure. Retenant une **approche par les risques**, le règlement classe les applications de l'IA selon quatre catégories : risque minime, risque faible, haut risque et prohibé. Les critères de définition de ces différentes catégories varient en fonction des différentes versions de la proposition de règlement sur l'IA. En revanche, les objectifs motivant cette approche par les risques sont les mêmes pour toutes ces versions : **protéger les libertés et droits fondamentaux des consommateurs ainsi que leur sécurité**.

POUR EN SAVOIR PLUS :

IA Générative :

- [Note de synthèse du Hub France IA sur ChatGPT, mai 2023](#)
- [Rapport du Data for Good sur les grands défis de l'IA générative, juillet 2023](#)
- [Rapport du PEReN sur la percée des modèles d'IA conversationnels, avril 2023](#)

IA frugale :

- [Article de l'INSA Lyon sur l'IA frugale, mars 2023](#)

RGPD :

- [Ressources de la CNIL sur le RGPD](#)

L'IA POUR LA TRANSITION ECOLOGIQUE DES TERRITOIRES

L'intelligence artificielle permet de **prédire et de classifier** afin de mieux connaître les dynamiques sur le territoire : mobilités des personnes, occupation des sols ou répartition des espèces par exemple. Elle permet aussi **d'optimiser nos processus**, à la fois pour réduire nos consommations en ressources (eau, énergie, kilomètres parcourus) et pour proposer un meilleur service public (aide à la lecture de dossiers d'autorisation environnementale par exemple). Les solutions basées sur l'IA constituent donc une opportunité pour les acteurs publics territoriaux de répondre à des enjeux prioritaires de transition écologique.

Interrogées sur leur positionnement vis à vis des solutions IA, les collectivités sont partagées entre observatrices, facilitatrices, ou contraignantes. Pour la mise en place d'un projet IA au sein d'un territoire, il est essentiel de **partir du besoin**. Celui-ci peut venir de nombreuses thématiques en lien avec les compétences d'une collectivité. Il s'agit ensuite de faire le lien avec les potentiels de l'IA.

La **Data Science** permet par exemple l'optimisation des tournées pour l'entretien des arbres de la collectivité. L'apprentissage automatique aide également à la détection et à la prédiction des fuites dans les réseaux d'eau (maintenance prédictive), à la prédiction de la qualité de l'eau, ainsi qu'à l'analyse, la classification et la prédiction de consommation d'eau, d'électricité et d'émissions de CO₂ des bâtiments publics.

De plus, grâce à des **technologies de computer vision** (ou vision par ordinateur : branche de l'IA dont le but est de permettre à une machine d'analyser et traiter des images ou vidéos prises par un système d'acquisition - capteurs ou caméras), il est possible d'améliorer la prédiction de la fluidité des axes routiers ou la détection des accidents routiers. De la même manière, les collectivités peuvent recourir à des outils de *computer vision* pour le comptage de personnes sur la voie publique. Cela pourrait ainsi permettre aux collectivités de mieux recenser les plages horaires durant lesquelles certaines infrastructures sont les plus en tension. Les technologies d'IA sont également utiles pour détecter des objets ou comportements sur la voie publique (encombrants, défauts de voirie, incivilités...), mais aussi pour analyser l'occupation des sols, identifier des îlots de chaleur ou des zones submersibles.

Les **séries temporelles** (ou *time series*, se présentent sous la forme d'une suite de valeurs numériques correspondant à l'évolution d'une variable dans le temps) sont utilisées pour la prédiction des usages des transports en commun, la modélisation de la fréquentation des espaces publics, ou encore la prédiction de pics de pollution.

Les collectivités peuvent avoir recourt au **Natural Language Processing** (NLP, ou traitement naturel du langage, qui est une discipline qui porte essentiellement sur la compréhension, la manipulation et la génération du langage naturel par les machines) pour réaliser des traductions automatiques d'informations en ligne à destination de publics allophones, ou pour l'accueil des populations étrangères. Le NLP permet aussi d'effectuer des extractions automatiques d'informations dans les documents administratifs officiels. En détectant des sujets d'insatisfactions et en classifiant des messages des usagers, les collectivités peuvent ainsi améliorer leur service au public.

L'utilisation d'intelligence artificielle (ou non) peut se baser sur toutes ces différentes « briques » technologiques, qui sont ensuite associées en fonction des besoins des collectivités à partir de leur problématique initiale et **toujours selon leur usage final**.

Au final, il est possible de retenir que les systèmes d'intelligence représentent les potentiels suivants :

- **Détection d'anomalies** dans le comportement d'un système ou au sein d'un volume de données ;
- **Amélioration et priorisation des contrôles** en aide à la décision, à partir de signaux faibles repérés au sein d'un grand volume de données ;
- **Analyse d'images et acquisition de données par image**, avec de la vision par ordinateur pour identifier automatiquement un élément présent sur une image, pour en faire du comptage par exemple ;
- **Recherche sémantique dans un corpus de texte**, c'est-à-dire une recherche « intelligente » capable d'identifier des termes proches des termes indiqués dans la recherche. La recherche sémantique se base sur une ontologie ;
- **Synthèse de données** indiquées en entrée, par exemple pour un texte ou un corpus d'images. Souvent, la recherche sémantique est couplée à la synthèse pour identifier les bonnes données d'entrée ;
- **Complétude des données** : une simple analyse de données permet souvent d'acquérir un grand nombre d'informations, mais les conditions de collecte des données peuvent laisser des « trous » dans l'espace, le temps ou toute autre échelle de mesure. L'intelligence artificielle peut mettre à jour des tendances pour compléter les données ;
- **Pilotage dynamique de ressources** en adaptant en temps réel le fonctionnement d'un système à une série de contraintes ;
- **Prédiction de séries temporelles**, pour anticiper des démarches nécessaires avant un événement marquant ;
- **Modèle d'optimisation**, par exemple pour l'optimisation de l'utilisation de ressources en fonction de contraintes sur le coût et le résultat ;
- **Résolution de modèles de diffusion complexes**, par exemple pour la diffusion de polluants ou d'espèces.

En faisant le **parallèle avec les besoins d'un territoire sur les thématiques de mobilité, voirie, biodiversité, gestion de l'eau, gestion des risques ou bâtiment**, il est possible d'identifier des cas d'usage précis.

POUR EN SAVOIR PLUS :

- [How artificial intelligence can aid urban development, juillet 2023](#)
- [How AI can help combat climate change, mars 2023](#)
- [Sustainable AI: AI for sustainability and the sustainability of AI, février 2021](#)
- [Tackling Climate Change with Machine Learning, juin 2019](#)
- [How artificial intelligence is helping tackle environmental challenges, novembre 2022](#)

BONNES PRATIQUES

LA COMMANDE PUBLIQUE

Comment fonctionne la commande publique ?

La commande publique correspond à l'ensemble des contrats passés par une personne publique pour satisfaire ses besoins. C'est une notion très large qui englobe plusieurs formes de contrats tels les marchés publics, les délégations de services publics, les contrats de partenariat public/privé.

L'article 1er du code des marchés publics énonce trois principes fondamentaux : « quel que soit leur montant, les marchés publics respectent les **principes de liberté d'accès à la commande publique, d'égalité de traitement des candidats et de transparence des procédures** ».

En quoi consiste l'achat public innovant ?

Il est intéressant de citer le **dispositif de « l'achat innovant »** dans le cadre des projets IA. L'Etat, dans une double logique d'amélioration continue des services publics et d'optimisation de la dépense, met en place des dispositifs réglementaires permettant de stimuler le recours à l'innovation. Ainsi, en 2018, un dispositif « achat innovant » a été mis en place, pour une durée de trois ans, permettant aux acheteurs de passer un marché public sans publicité ni mise en concurrence, portant sur des travaux, fournitures ou services innovants (y compris les marchés de défense ou de sécurité), et répondant à un besoin dont la valeur estimée est inférieure à 100 000€ HT.

Après 3 ans d'expérimentation, ce dispositif a été pérennisé par décret dans le code de la commande publique en décembre 2021. Cette dispense de procédure est en outre étendue aux lots dont le montant est inférieur à 80 000€ HT pour des fournitures ou des services innovants ou à 100 000€ HT pour des travaux innovants, à condition que la valeur de l'ensemble des lots concernés n'excède pas 20 % du montant total du marché.

LES ENJEUX DE CYBERSÉCURITÉ

Dans le cadre de la conduite d'un projet IA, il est important de prendre en considération les enjeux de cybersécurité, afin de protéger la solution IA des cyberattaques tout au long de son cycle de vie. L'entraînement d'un modèle d'IA consomme une quantité importante de données. L'équipe projet doit donc être consciente du **risque de vol des données qui seront utilisées dans la phase d'entraînement**, les impacts associés et comment s'en prémunir.

Quelques actions de prévention du vol de données à prendre en priorité sont :

- Sécuriser l'infrastructure informatique ;
- Adopter le chiffrement ;
- Assurer la traçabilité et l'intégrité des données ;
- Assurer la sauvegarde des données ;
- Sensibiliser les collaborateurs ;
- Évaluer les risques ou les faire évaluer.



De manière générale, afin de répondre aux enjeux de cybersécurité, l'équipe projet peut adopter dès la phase d'initialisation du projet les bonnes pratiques suivantes :

- Mettre en place une gestion des risques informatiques ;
- Définir des bonnes pratiques en termes d'usages des moyens informatiques ;
- Veiller au bon respect de ces bonnes pratiques, tout au long du cycle de vie de la solution IA ;
- Adopter des outils sécurisés.

Par ailleurs, un bon réflexe entre acteurs d'un même projet est de mesurer la maturité et les pratiques en termes de cybersécurité des différents partenaires. Pour cela, l'obtention de la **certification ISO 27 001** (norme internationale de sécurité des systèmes d'information) se révèle être un excellent indicateur. Si ce n'est pas le cas, connaître les bonnes pratiques de gestion des risques informatiques des partenaires est alors conseillé.

ÉTHIQUE ET PROTECTION DES DONNÉES PERSONNELLES

Les aspects éthiques du recours à l'IA déterminent des prises de position dont les formes sont variées (délibérations, rédaction ou adhésion à une charte éthique). Une charte éthique peut être utile pour définir des **grands principes dont l'équipe projet souhaite s'encadrer**. Celle-ci peut contenir des éléments sur la prise en compte du **facteur humain** dans un système d'IA pour préserver la possibilité d'interagir avec un humain compétent, l'accessibilité des informations sur les données utilisées, la méthode et la finalité, ainsi que sur l'inclusion des utilisateurs finaux et la **répartition équitable de la valeur**. **L'explicabilité et la gestion des biais** d'un système d'IA sont également des éléments à prendre en compte sur lequel un porteur de projet, et notamment une collectivité auprès de ses citoyens, peut être tenu d'apporter des réponses.

Sur le respect de la vie privée, les utilisateurs doivent bien être informés de l'utilisation de leurs données personnelles et donner leur consentement dans le cadre du RGPD. La CNIL est une ressource essentielle pour s'assurer du respect du RGPD lors de la collecte des données d'entraînement et de l'utilisation du système d'IA en production.

MONTAGE ET PÉRENNITÉ D'UN CONSORTIUM

Comment monter un consortium ?

Un consortium peut être composé :

- D'un acteur public (collectivité, établissement de santé ou bailleur social), porteur d'un cas d'usage, dont le démonstrateur aura pour but d'apporter une solution IA ;
- De différents partenaires privés et publics, qui apporteront des expertises et compétences complémentaires, afin de garantir la réussite du démonstrateur.

Toutefois, afin de monter un consortium, les partenaires doivent se connaître. Deux cas de figure sont alors possibles :

- Soit les partenaires avaient déjà établi des contacts ou collaboré ensemble au préalable, et la mise en place d'un projet d'IA représente alors une opportunité de poursuivre leur démarche ;
- Soit les partenaires se sont découverts et rapprochés pour un cas d'usage précis de l'IA, par exemple dans le cadre d'un appel à projets. Le cas d'usage sert ainsi de point de connexion entre les futurs partenaires, qui seront amenés à travailler ensemble.

Comment évaluer les offres des réalisateurs ?

Alors que le volume d'offres IA « sur étagère » s'accroît, les sollicitations et le recours à des solutions basées sur des briques d'IA pourraient se démultiplier. Les collectivités territoriales travaillent à des grilles de recommandation pour permettre à leurs services d'être en conformité avec la réglementation et en phase avec le positionnement politique majoritaire. Ces grilles d'analyse des offres comportent des thématiques récurrentes : **la transparence des algorithmes, l'impact environnemental, la sécurité des systèmes et un usage raisonné et conforme des données.**

La capacité des collectivités à conserver une maîtrise de l'impact de l'IA conduit à privilégier des cas d'usage faisant intervenir l'humain, notamment lors de processus de décision. Dans ce domaine, l'automatisation de bout en bout ne semble pas à l'ordre du jour. Les collectivités sont également sensibles à **l'impact que pourrait avoir l'IA sur leur organisation en termes de ressources humaines**, afin d'éviter de possibles déstabilisations sur les agents et sur le service rendu au public. Ces aspects d'intervention de l'humain pour contrôler ou valider les décisions sont également présents dans les grilles d'évaluation des offres intégrant de l'IA, qu'élaborent les collectivités.

GESTION DE PROJET

Comment organiser la comitologie ?

Une fois le projet validé, il est recommandé au coordinateur du consortium de planifier un *kick-off* (réunion de lancement) du démonstrateur avec l'ensemble des parties prenantes du consortium. Ce *kick-off* sera l'opportunité de rappeler le cadre et les objectifs du projet, le rôle de chaque partie prenante, ainsi que le planning du projet. Une fois le projet lancé, le coordinateur pourra mettre en place la comitologie, en planifiant plusieurs instances projet, dont voici des exemples :

- **COmité de PILotage (COPIL)** entre les représentants de chaque partenaire afin de partager les sujets haut niveau, tels que les faits marquants, l'avancement global du projet, et d'arbitrer les décisions - ceci à une fréquence mensuelle ;
- **COmité PROJet (COPROJ)** avec les responsables de chaque lot / tâche identifié(e) dans la proposition afin de partager l'avancement individuel de chaque brique du projet et de partager les problèmes et difficultés à résoudre dans le cadre de la mise en œuvre du projet - ceci à une fréquence mensuelle, entre les COPIL ;
- Des ateliers ad-hoc pour approfondir des sujets abordés en comité et explorer des solutions face à des problèmes spécifiques, à une fréquence libre.



Comment gérer la documentation projet ?

Il est important d'attirer l'attention sur la nécessité de rédiger et de tenir à jour la documentation projet. Il est recommandé d'aborder cet aspect dès le cadrage du projet et de **définir le périmètre et les livrables attendus**, ainsi que les partenaires en charge de la documentation. Idéalement, la documentation devra être partagée et accessible à tout moment par l'ensemble des membres du consortium.

Comment aborder le maintien en conditions opérationnelles (MCO) ?

Une étape importante à définir dès l'élaboration de la proposition à l'appel à projets est le Maintien en Conditions Opérationnelles (MCO) (ou *run*) de la solution qui aura été conçue et développée dans le cadre du démonstrateur, puis déployée.

Dans le cadrage du projet, il sera essentiel de répondre aux questions suivantes : qui aura le rôle de maintenir en conditions opérationnelles la solution une fois déployée ? Un **transfert de connaissances et la formation d'un autre partenaire ou de l'acteur public** seront-ils à prévoir ? Comment ? Sur la base de quelle documentation ?

En effet, si la phase de conception et d'entraînement du modèle IA représentent une étape cruciale dans le cycle de vie de la solution, le maintien en conditions opérationnelles constitue généralement l'étape du cycle de vie la plus longue.

Comment assurer la communication au sein du consortium ?

Afin de faciliter la communication entre les partenaires du consortium, il est recommandé de mettre en place plusieurs actions. Lors des différentes instances projet, les participants de la réunion pourront partager les faits marquants et tout sujet utile à porter à connaissance de l'ensemble des partenaires. L'animateur de la réunion pourra également rédiger et envoyer à l'ensemble des partenaires (présents ou non) un relevé d'informations, de décisions et d'actions.

De plus, en fonction de la taille du consortium, il peut être pertinent de planifier régulièrement une plénière avec l'ensemble des personnes composant le consortium, pour partager l'avancement global du projet ainsi que les grandes orientations. Il est également recommandé de mettre en œuvre un espace de travail collaboratif, dans lequel des documents tels que des comptes-rendus ou documents de travail pourront être partagés entre les partenaires. Le coordinateur du consortium pourra également y mettre à jour régulièrement le planning projet, qui sera donc accessible à tout moment par les partenaires.

Comment organiser les relations partenaires ?

Il est important de définir dans la proposition **le rôle, le périmètre et les responsabilités de chaque partenaire membre du consortium**, ceci afin de garantir une bonne coordination dans la mise en œuvre des tâches de chacun, basée sur une compréhension commune et claire des rôles de chaque partie prenante.

La détermination précise des responsables de chaque tâche / lot qui sont invités aux instances projet, à titre de représentant(s) des autres contributeurs, évitera également d'éventuelles situations conflictuelles quant à l'implication de chacun.

ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

Au fil des étapes de son cycle de vie, un modèle d'IA génère un impact environnemental, et, afin d'optimiser l'empreinte environnementale d'un modèle d'IA, la première étape réside dans la mesure de l'impact environnemental. L'évaluation environnementale correspond au travail fait en amont du choix d'une solution, qu'elle soit basée sur de l'IA ou non, et donc du choix d'un consortium, afin de développer une sorte de bilan ou de *benchmark* des solutions en fonction de leur bilan écologique.

Cette évaluation est fondamentale, et est à considérer fortement lorsque l'on choisit d'implémenter une solution à base d'intelligence artificielle afin de résoudre une problématique issue d'un cas d'usage pour la transition écologique/énergétique. L'implémentation d'une telle solution est polluante, car elle nécessite des phases d'entraînement, possibles grâce à la collection puis l'utilisation de très nombreuses données, et des phases d'exploitation, possibles notamment grâce à l'utilisation d'équipements numériques (serveurs internes ou datacenters) consommateurs d'énergie, d'eau et autres ressources.

Pour le cadrage de son projet IA, il est donc essentiel de répondre précisément à certaines questions en se centrant constamment autour de son besoin, c'est-à-dire la **finalité de la solution**, telles que « ai-je vraiment besoin d'IA pour répondre à mon cas d'usage ? ». Une fois cette question posée, il est possible de s'attaquer à l'évaluation environnementale du système d'IA en lui-même. Il faut noter qu'avec la généralisation du *Cloud* et la prédominance d'acteurs internationaux, il peut s'avérer complexe d'obtenir des informations détaillées sur l'impact environnemental de la solution. Par exemple, la consommation en eau des datacenters est très rarement publiée. Poser la question au prestataire de la **localisation des datacenters** utilisés pour entraîner un modèle d'IA est une première étape simple pour recueillir des informations sur l'impact environnemental (relier la localisation à l'intensité carbone de l'électricité et aux contraintes climatiques). Dans un deuxième temps, il est possible **d'estimer la consommation énergétique et l'impact carbone de l'entraînement et des inférences** à partir d'outils simples :

- Green Algorithms : calculatrice permettant à l'utilisateur de détailler son algorithme selon plusieurs critères sélectionnables et d'obtenir différents résultats tels que l'empreinte carbone du modèle, l'énergie requise pour entraîner le modèle ou encore l'impact de la localisation du datacenter dans l'empreinte environnementale du modèle ;
- ML CO2 Impact : calculatrice plus épurée que Green Algorithms et permettant de mesurer l'impact carbone d'un modèle d'IA ;
- Code Carbon : package logiciel à intégrer dans le code Python afin de mesurer l'impact environnemental du modèle IA ;
- Cloud Carbon Footprint : outil permettant de mesurer l'impact carbone de l'usage de solutions cloud et de le réduire.

Pour aller jusqu'à une **analyse en cycle de vie du projet IA**, il est possible de s'intéresser à l'impact de la production des serveurs et de tous les équipements qui permettent à la solution de fonctionner. Dans un contexte d'évolution technologique, les porteurs de projet peuvent recenser en amont les **effets rebonds et d'obsolescence potentiels**, afin de préparer des contre-mesures.

POUR EN SAVOIR PLUS :

Commande publique

- [Guide pratique sur les achats publics innovants](#)

Ethique – Protection des données personnelles & IA

- [Livre blanc du Hub France IA « L'IA éthique en pratique : opérationnaliser votre système d'IA avec une démarche éthique », mai 2023](#)
- [Les fiches pratiques de la CNIL sur l'IA](#)
- [Charte éthique des usages des données de Ekitia](#)

Environnement & IA

- [Green Algorithms et tutoriel](#)
- [Document de cadrage pour l'analyse en cycle de vie d'un projet IA](#)
- [Reducing the carbon footprint of artificial intelligence, avril 2020](#)
- [Making AI Less "Thirsty": Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models, avril 2023](#)
- [Towards the Systematic Reporting of the Energy and Carbon Footprints of Machine Learning, janvier 2020](#)
- [Article du IT for Business, Rendre l'IA moins énergivore, juillet 2023](#)
- [AI's Growing Carbon Footprint, juin 2023](#)

L'EXEMPLE DE L'APPEL À PROJETS DIAT

DESCRIPTION DE L'APPEL À PROJET

L'appel à projets « Démonstrateurs d'IA frugale pour la transition écologique dans les Territoires » (DIAT) se saisit d'une enveloppe de 40M€ afin de soutenir des solutions à base d'IA frugale pour les territoires à travers des démonstrateurs au service de la transition écologique. Les projets sont qualifiés de démonstrateurs en ce qu'ils visent à démontrer un cas d'usage particulier de l'IA dans les territoires. Le but étant, à terme, de **reproduire les pratiques explorées à travers ce premier cas d'usage vers d'autres collectivités et/ou territoires**.

L'AAP traite uniquement des projets d'IA (donc des systèmes automatisés capables de formuler des prédictions et des recommandations pour l'aide à la prise de décision). Les solutions d'IA doivent être frugales en données et en énergie, et il convient de mesurer leur propre impact environnemental qui se doit d'être pensé en amont de la construction des projets. Pour mesurer l'impact environnemental de la solution IA, les porteurs de projets doivent utiliser l'outil de mesure de l'empreinte environnementale [Green Algorithms](#).

L'assiette minimum de dépenses éligibles est de 600.000 euros, et le chef de file du consortium peut être soit une entreprise de moins de 12 ans répondant strictement à un besoin associé à la compétence d'un acteur public, soit un acteur public porteur d'un cas d'usage. **Un acteur public peut être une collectivité ou un groupement de collectivités territoriales, un syndicat mixte, un syndicat intercommunal, ou un établissement public comme par exemple un office public d'habitation à loyer modéré, un établissement du secteur médico-social ou un service départemental d'incendie et de secours**. Dans le cas où le chef de file est une entreprise, le consortium doit obligatoirement inclure au moins un acteur public territorial.

PRÉSENTATION DES PROJETS LAURÉATS DE LA VAGUE 1

La première vague de l'AAP représente un succès avec 9 projets déposés.

GIP VENDEE NUMERIQUE

Le projet du GIP Vendée Numérique a pour objectif principal de mettre en place une infrastructure numérique avancée en Vendée, visant à exploiter l'intelligence artificielle et la collecte de données pour répondre à divers besoins, en particulier liés à la transition écologique et énergétique. Le projet veut consolider les compétences et les ressources existantes en Vendée en rassemblant des acteurs publics et privés, y compris des syndicats et des collectivités, pour travailler ensemble et mutualiser leurs expertises, compétences, bonnes pratiques, outils et réseaux à l'échelle départementale. Le projet lauréat rassemble le département de la Vendée, l'association GéoVendée, le syndicat mixte Sydev, le Syndicat Vendée Eau et Geofit.

Il repose sur quatre composantes principales : **une brique de collecte bas débit, la création d'un jumeau numérique du département, un pool de données mutualisées, et une plateforme d'interopérabilité**. Le jumeau numérique permettra de contextualiser les données provenant des objets connectés (IoT) et de développer divers cas d'usage, notamment dans le domaine de l'énergie solaire.

L'IA est utilisée pour traiter un volume considérable de données géo-référencées, notamment pour classifier des éléments tels que le sol, la végétation, les bâtiments et les poteaux. Cette classification est essentielle pour de nombreux cas d'usage, notamment la **gestion du cadastre solaire, qui permettra d'orienter les décisions d'implantation de panneaux solaires et d'optimiser les études préalables**. Le cadastre solaire cherchera à créer une représentation détaillée en trois dimensions de la capacité de production d'énergie solaire sur l'ensemble du territoire de Vendée, sur les toits, au sol et sur d'autres structures en utilisant des données géospatiales et des technologies d'intelligence artificielle. Cette cartographie détaillée permet d'éviter la fragmentation ou la dispersion inutile des installations solaires, garantissant ainsi une utilisation optimale de l'énergie solaire.

BORDEAUX METROPOLE

Bordeaux Métropole a initié un projet de rénovation énergétique des bâtiments et de réduction de leur empreinte carbone, nommé STACOPTIM (Standardisation Audit et Comptage pour l'OPTimisation énergétique des bâtiments) au sein d'un consortium comprenant Domofrance, un groupe d'Action Logement, la société de conseil Dryas, la start-up Kocliko spécialisée en simulation énergétique dynamique et intelligence artificielle, ainsi qu'EnerLab, un bureau d'étude technique chargé de l'audit énergétique des bâtiments.

Dans le cadre du projet STACOPTIM, 550 sites de différentes typologies, tels que des écoles, piscines, gymnases, stades, bureaux et musées, sont concernés. Le projet vise à proposer un **bouquet de travaux optimisés en effectuant un audit pour rationaliser les données nécessaires**. Ensuite, il s'agit de créer un jumeau numérique calibré, alimenté par l'IA, pour aider à simuler la performance énergétique. Le but est de déterminer le bouquet de travaux le plus adapté en fonction de **critères tels que le coût financier, les économies d'eau et de CO₂**. Ces technologies (jumeau numérique et IA) reposent sur un réseau de compteurs, mesurant la consommation d'énergie thermique, d'eau, et la température ambiante dans chaque bâtiment du projet. Le projet vise également à identifier le nombre minimal de compteurs nécessaires pour optimiser l'efficacité énergétique. Le projet inclut un processus d'apprentissage basé sur l'expérience, en comparant les résultats des simulations avec les actions recommandées par le jumeau numérique et l'IA, tout en impliquant différents partenaires, notamment les utilisateurs.

En outre, le projet STACOPTIM mesure et **vérifie les économies d'énergie réalisées grâce aux équipements installés**. Enfin, il vise à sensibiliser aux enjeux à long-terme pour **éviter les effets rebond et à maintenir l'optimisation des consommations d'énergie** des bâtiments tout en prévoyant les consommations futures.

Ce projet vise à numériser les audits énergétiques pour optimiser les rénovations, ce qui pourrait avoir un impact significatif sur la réduction des émissions de CO₂ et la consommation d'énergie, permettant un réinvestissement plus rapide dans d'autres bâtiments. L'espoir est que cette expérience puisse être répliquée dans d'autres grandes métropoles nationales, notamment grâce à Domofrance, à l'échelle d'Action Logement, l'un des principaux bailleurs sociaux en France.

VILLE DE METZ

La ville de Metz a formé le consortium ViPARE (Villes Propres Accueillantes et Respectueuses de l'Environnement), composé de trois membres clés. Tout d'abord, la ville de Metz elle-même

agit en tant que chef de file, mettant en avant son expertise dans le domaine de la propreté urbaine et son engagement envers l'amélioration de la qualité de vie de ses citoyens. Le Laboratoire d'Eau et Environnement (LEE) de l'Université Gustave Eiffel de Nantes apporte une dimension scientifique cruciale au projet, en se concentrant sur la **diffusion des déchets dans l'environnement urbain, notamment dans les réseaux d'eau, et les impacts sur les écosystèmes aquatiques**. Enfin, la société NAIA Sciences SAS apporte une expertise technologique essentielle. Cette entreprise innovante provient du secteur de l'eau et de l'environnement, avec une spécialisation en intelligence artificielle, en particulier dans la vision par ordinateur. Ils ont développé une technologie baptisée « Surfnet » pour détecter les déchets plastiques dans les rivières, et cette technologie sert de base à l'adaptation de l'IA au contexte urbain, créant un nouveau modèle d'IA appelé « Urbanet » spécifiquement conçu pour être déployé sur des appareils mobiles.

L'approche d'Urbanet repose sur la notion de '*Tiny ML*', c'est-à-dire un apprentissage automatique très peu gourmand en ressources, adapté aux smartphones et aux appareils mobiles. Cette approche s'appuie sur la puissance de calcul déjà présente dans les téléphones mobiles, avec environ 50 millions de ces appareils en circulation en France. En conséquence, Urbanet devient une solution largement accessible, ouvrant des opportunités pour un large éventail d'utilisateurs.

L'objectif ultime est **d'automatiser et d'optimiser la détection des déchets dans l'espace urbain, tout en sensibilisant les citoyens et en promouvant leur engagement actif dans la gestion des déchets**. Le projet vise à être à la fois standardisé, efficace et répliquable, offrant ainsi une solution démocratique et frugale qui peut être déployée dans d'autres régions, contribuant ainsi à la gestion durable de l'environnement urbain.

VILLE DE NOISY-LE-GRAND

Le programme RECITAL de Noisy-le-Grand est une initiative ambitieuse en réponse au décret tertiaire, fixant des objectifs de réduction de la consommation énergétique pour les collectivités et opérateurs tertiaires. Face à cette exigence, Noisy-le-Grand a entamé un projet stratégique pour accélérer la transition énergétique de son parc immobilier composé de près de 200 bâtiments.

Le projet RECITAL s'articule autour de trois enjeux majeurs : réduire l'empreinte carbone des bâtiments et de la ville, s'adapter aux changements climatiques, et réaliser des économies énergétiques à court-terme, tout en encourageant l'adhésion des utilisateurs. Le défi majeur de RECITAL a tout d'abord été de trouver les opérateurs pour gérer le projet, ce qui a nécessité une démarche de dialogue compétitif. Au terme de ce processus, un consortium composé d'EDF, de l'Institut Efficacity et du cabinet Eridanis a été sélectionné pour mettre en œuvre RECITAL. La méthodologie du projet inclut une évaluation sur trois ans, divisée en deux phases : une première de 18 mois sur 40 bâtiments, visant à construire et à entraîner le modèle, et une seconde de 18 mois comportant trois volets en parallèle. Ces volets comprennent l'évaluation des gains sur les 40 premiers bâtiments, le déploiement sur les autres bâtiments, et l'amélioration de l'IA en s'appuyant sur l'expérience et les retours des usagers. Cette approche vise à obtenir un modèle d'IA stable, notamment pour le système de la ville.

RECITAL s'appuie sur une masse de données provenant de la ville de Noisy-le-Grand, ainsi que sur un hyperviseur basé sur le standard Open Source FIWARE. Les estimations de réduction de la consommation énergétique et des économies financières s'appuient sur l'expérience des



Smart Cities, les retours d'expérience des entreprises partenaires et l'expertise de l'équipe de Noisy.

A court-terme, le consortium veut mettre en place des **outils de pilotage des compteurs intelligents, pour surveiller et réduire la consommation énergétique des 200 bâtiments de la ville**. Cette phase devrait entraîner une réduction de la consommation d'environ 10 à 12% au cours de la première année, ce qui équivaut à des économies allant de 370 000 à 1 million d'euros par an par rapport à la facture de 2023. L'IA est utilisée pour surveiller en temps réel la consommation d'eau, de gaz, d'électricité, etc., et pour la corrélérer avec les usages réels des bâtiments. Cette première phase vise à fournir un **support de décision aux gestionnaires de bâtiments**, qu'il s'agisse d'infrastructures sportives, de bâtiments culturels, d'écoles ou de services au public.

La deuxième phase, à moyen- et long-terme, permettra de **simuler les travaux de rénovation sur une période pluriannuelle**. L'objectif est de choisir la séquence de travaux la plus optimale pour obtenir des gains rapides en termes d'efficacité énergétique, dans le cadre d'un plan d'investissement pluriannuel sur six ans. Cette phase est essentielle pour atteindre une réduction énergétique de 50% d'ici à 2030. Les leviers de cette phase sont l'usage des bâtiments et la connaissance de leur évolution. Chaque amélioration à court-terme déclenche une nouvelle simulation à moyen- et long-terme pour guider les investissements futurs.

L'implication des usagers est un aspect crucial de ce projet, et la ville de Noisy-le-Grand a mené plusieurs campagnes de sensibilisation pour encourager les changements de comportement. RECITAL fournira également une information transparente sur la consommation énergétique des bâtiments, en mettant en place des initiatives et des défis pour les utilisateurs principaux, incitant à de nouveaux usages et à la maîtrise de la facture énergétique.



LES RECOMMANDATIONS DES LAUREATS

Voici quelques recommandations partagées par les lauréats de la première vague de l'appel à projets, à destination des partenaires de futurs consortiums :

- S'associer à des sachants du sujet couvert par le démonstrateur ;
- Affecter un chef de projet et solliciter des experts métier du sujet durant les ateliers de réflexion et la phase de rédaction du dossier. C'est un investissement en temps qui représente un facteur clé de réussite ;
- S'associer à une **Assistance à Maîtrise d'Ouvrage interne ou externe** (en fonction des ressources des partenaires) pour assurer la coordination de l'élaboration du dossier : assemblage, alignement du contenu, relecture, aide à la construction du tableau de financement, modèle économique ;
- Répondre précisément aux demandes de la Banque des Territoires ;
- Construire le dossier en étant conscient que le projet représente un démonstrateur, dont la solution devra ensuite être répliquée dans d'autres territoires ;
- Penser absolument à la partie marché public qui se déroule en parallèle du démonstrateur ;
- Être ambitieux tout en restant raisonnable afin de livrer un dossier crédible.

POUR EN SAVOIR PLUS :

- [Cahier des charges de l'AAP DIAT](#)
- [Article de presse sur Noisy-le-Grand](#)
- [Article de presse sur Bordeaux Métropole](#)

**LIVRE BLANC
DE LA COMMUNAUTE
DES ACTEURS DE L'IA EN TERRITOIRES**

Novembre 2023 - Version 2

**HUB
FRANCE
IA**

 Les
interconnectés
RÉSEAU DES TERRITOIRES INNOVANTS



GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**FRANCE
NATION
VERTE >**

Agir • Mobiliser • Accélérer

ECO **LAB**

Innovation - Écologie - Territoires