

# N°7 | STEPWISE

## L'IA DANS L'ÉNERGIE

DISRUPTION OU PERFORMANCE ?

Quantmetry



# Introduction

D'après Yann LeCun, Chief AI scientist chez Meta et pionnier des technologies de deep learning, l'Intelligence Artificielle (IA) est un ensemble de techniques permettant à des machines d'accomplir des tâches et de résoudre des problèmes normalement réservés aux humains et à certains animaux. La définition est large. Pour la communauté scientifique, elle recouvre en fait plusieurs réalités, correspondant à différentes familles ou branches technologiques.

Aujourd'hui, ce terme d'IA désigne ainsi souvent une caractéristique bien précise : la faculté d'apprentissage par les machines, ou apprentissage automatique. C'est cette définition de l'intelligence par la capacité « d'apprentissage » (ou Machine Learning) qui s'est le plus considérablement développée ces dernières années, depuis 2012 environ, avec les succès médiatiques que l'on connaît tels Alpha Go.

Au-delà, peuvent également être considérés comme « intelligents » des systèmes complexes permettant de résoudre des problèmes de façon logique grâce à une puissance de calcul en croissance toujours exponentielle. Planification complexe, optimisation sous contraintes, recherche arborescente et arbres de décisions... : autant de domaines où des règles manuelles sont appliquées à d'importants volumes de données et avec des puissances de calcul accrues. Au-delà du Machine Learning, l'Intelligence Artificielle recouvre donc aussi d'autres types d'outils comme les approches statistiques, l'estimation bayésienne, ou encore les méthodes de recherche et d'optimisation opérationnelles.

Comparativement à d'autres secteurs, l'adoption de l'ensemble de ces techniques dans l'énergie est restée relativement lente, et longtemps circonscrite à quelques cas d'usage bien normés. Parmi les cas d'usage historiques du secteur : l'analyse de séries temporelles en croisement avec des données météo à des fins de prévision de volumes de consommation, de production et/ou de prix.

Or depuis les années 2000, le secteur de l'énergie a été très fortement digitalisé (smart meters, smart grids, objets connectés et IOT...), entraînant une forte croissance des données mobilisables.

Il connaît aussi de profondes mutations, avec en particulier 4 tendances clés que sont la décarbonation, les enjeux croissants de souveraineté et de décentralisation, la dérégulation et bien sûr la digitalisation.

***Alors, disruption ou performance ? Comment l'intelligence artificielle impacte-t-elle les métiers de l'énergie et avec quel degré de profondeur ? Quelle est la place de ces technologies dans l'énergie de demain et avec quels genres de risques ou opportunités pour les acteurs historiques ?***

## Cette étude s'attachera à démontrer les éléments suivants

— **L'intelligence artificielle est déjà une réalité bien implantée dans le secteur de l'énergie**, où elle est positionnée avant tout comme une IA «de performance», permettant d'optimiser les métiers existants. Dix grands domaines d'application ont été identifiés, dans lesquels l'IA témoigne déjà d'une certaine maturité opérationnelle.

— **Ces nouveaux modèles sont tous caractérisés par une complexité croissante, à la fois des systèmes énergétiques sous-jacents et de leurs modes de gestion** (multiplication des sources de production décentralisées et aval compteur, intermittence et caractère non pilotable des sources de production, diffusion de nouvelles technologies telles que le stockage, les véhicules électriques, l'IOT et les systèmes de gestion des consommations aval compteur...).

— **Ce nouvel élément de compétitivité peut amener à rebattre significativement les équilibres en présence**, en permettant notamment l'entrée de nouveaux acteurs, natifs de ces technologies et/ou ayant un accès privilégié à la donnée.

— **Au-delà, l'énergie est par ailleurs un secteur en pleine mutation, sous l'influence de 4 tendances clés que sont les «4D»**. Ces tendances amènent un potentiel de disruption forte des métiers historiques, faisant émerger nouvelles propositions de valeur, nouveaux business models, et nouveaux métiers opérationnels. Dix nouveaux cas d'usage «de disruption» ont ainsi pu être identifiés.

— **De par sa faculté unique à gérer efficacement cette complexité, l'IA se trouve être de facto au cœur des nouveaux business models de l'énergie**, apportant différenciation et compétitivité aux acteurs qui parviennent à s'en saisir pleinement.

— **Sans aller jusqu'à cannibaliser intégralement ce secteur, ces nouveaux acteurs peuvent en arriver à devenir incontournables** sur certains maillons de la chaîne de valeur, et capter ainsi une part importante de la valeur.



# 01

## L'IA DE PERFORMANCE : 10 GRANDS DOMAINES D'APPLICATION

5

---

# 02

## L'IA DE DISRUPTION : DE NOUVEAUX MÉTIERS INDUITS PAR LES 4 GRANDES MUTATIONS À L'ŒUVRE DANS L'ÉNERGIE

14

---

# 03

## LES TECHNOLOGIES DATA : UN ACCÈS AUX CHAINES DE VALEUR DE L'ÉNERGIE POUR DE NOUVEAUX ENTRANTS NATIFS DE CES TECHNOLOGIES

21

---

re  
i  
a  
m  
m  
s

# 01

**L'IA DE PERFORMANCE :  
10 GRANDS DOMAINES  
D'APPLICATION**

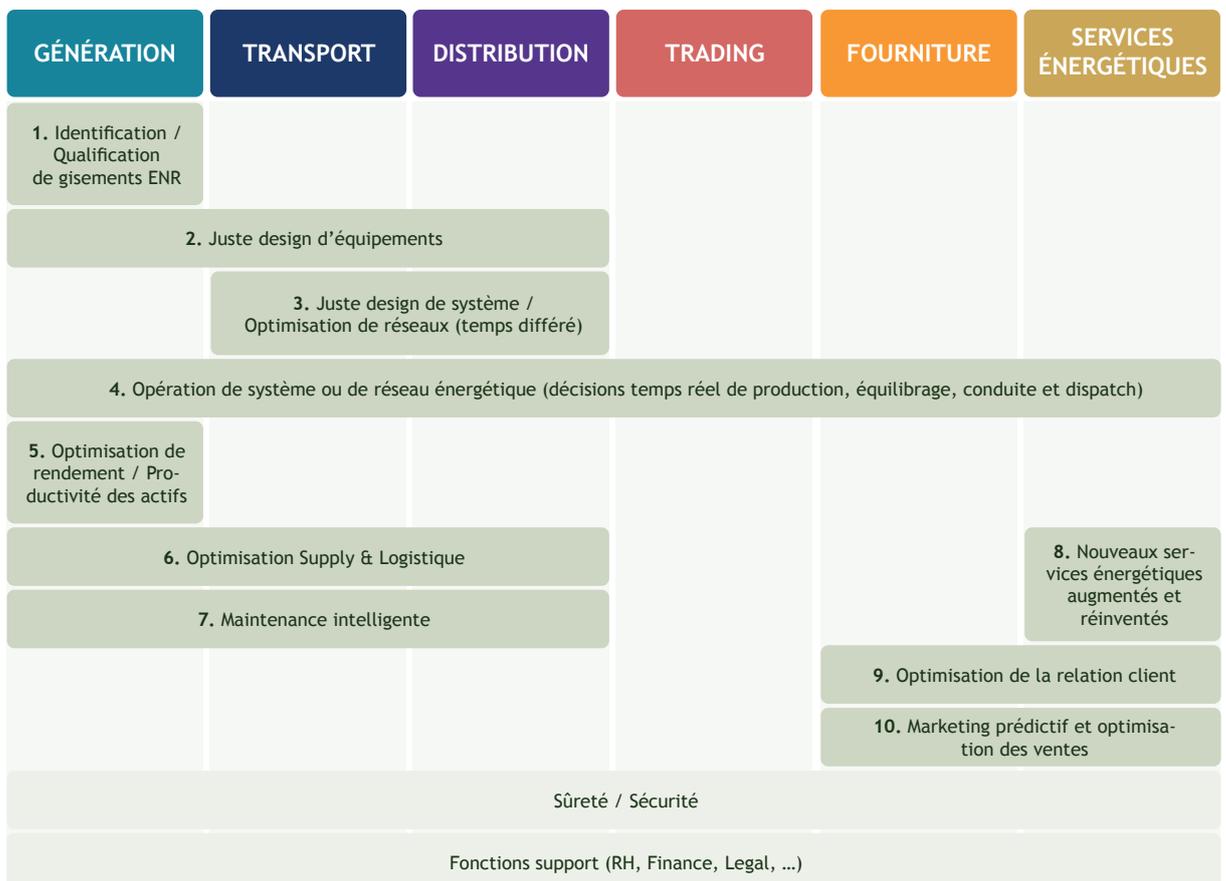


# D1

## L'IA dans l'énergie est aujourd'hui une IA « de performance », structurée autour de 10 grands domaines d'application métier

A travers ses divers projets et missions, Quantmetry a pu identifier 10 grands domaines d'application déjà bien développés de l'intelligence artificielle dans le secteur de l'énergie. Ces domaines d'application se répartissent le long des étapes de la chaîne de valeur globale de l'énergie, depuis la production amont jusqu'aux services énergétiques en aval :

### Synthèse des 10 grands domaines d'application métier de l'IA dans l'énergie (+2 transverses, non spécifiques à l'énergie)





# 1

## 1 Identification / Qualification de gisements ENR

L'IA peut permettre d'accélérer significativement le développement de projets ENR en aidant à identifier ou qualifier le potentiel d'un site.

Le développement de projets ENR est un métier complexe, devant croiser contraintes techniques (caractéristiques des gisements, raccordements aux réseaux...) mais aussi juridiques, financières, sociétales...

Dans le photovoltaïque comme pour d'autres ENR, la qualité du gisement (i.e. ici l'exposition à l'ensoleillement) a un impact direct et massif sur la rentabilité du projet. La capacité à identifier de façon proactive et efficace les meilleurs gisements est donc l'un des leviers clés de compétitivité pour une utility ou un développeur ENR, quelle que soit l'énergie considérée.

### CAS D'USAGE



#### Qualification du productible solaire sur base d'imagerie satellite

Total a par exemple annoncé en 2020 avoir développé en partenariat avec Google un outil de calcul du potentiel solaire des toitures françaises en B2C (Solar Mapper), permettant un niveau de précision jamais atteint précédemment. Cet outil utilise notamment des images satellites de grande précision et permet de prendre en compte le positionnement de la toiture, son inclinaison, la surface exploitable utile... avec pour objectif d'accélérer significativement l'évaluation du potentiel de chaque projet.

#### Prédiction de vents locaux dans le développement de projets éoliens



Dans l'éolien, l'IA peut être utilisée pour mieux prédire le gisement productible à partir d'imagerie satellite. Comparé au solaire, le cas de l'éolien est plus complexe. Les vents locaux à l'échelle de quelques kilomètres sont ainsi très difficiles à connaître. Certains développeurs peuvent ainsi tester des algorithmes de machine learning pour mieux prédire ces phénomènes locaux via l'utilisation d'images satellites.

## 2

## Juste design d'équipements

**Ce cas d'usage porte sur la capacité à optimiser la performance individuelle d'un équipement, via notamment la prise en compte de données de vie réelle pour challenger et optimiser un design existant.**

Plusieurs exemples portent typiquement sur l'amélioration du design d'équipements de production et/ou de réseau. EDF déclare par exemple travailler sur l'IA afin d'optimiser la conception de générateurs de vapeur, d'alternateurs ou encore de pales d'éoliennes.

Les types de données utilisées peuvent être soit des données de performance des équipements en vie réelle (e.g. prise au vent d'une pale d'éolienne et capacité à maximiser son rendement électrique, historiques de spectres lumineux en une géographie donnée pour adapter la composition de panneaux solaires à jonction...), soit des données comportementales des usagers permettant de mieux dimensionner l'équipement à l'usage réel qui en est fait.

### CAS D'USAGE



#### Juste dimensionnement des batteries de traction des véhicules électriques

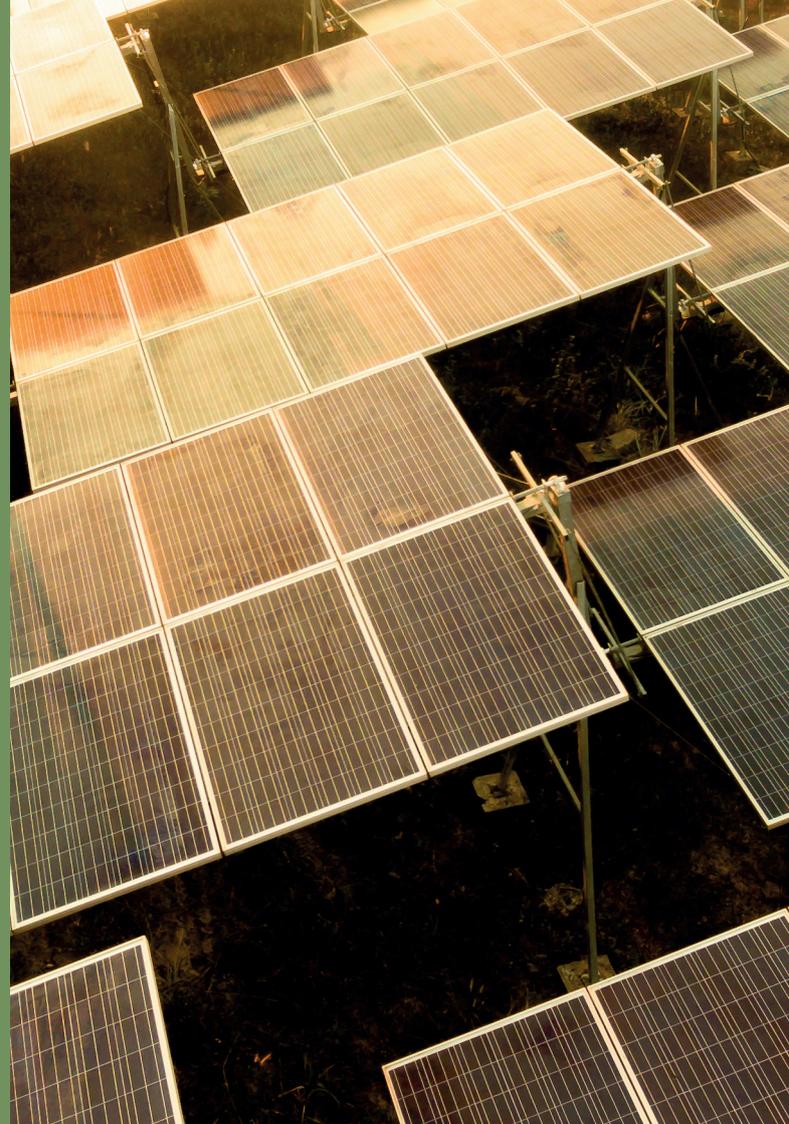
Quantmetry a récemment réalisé pour un leader mondial de l'automobile un projet basé sur les données d'usage réel de ses véhicules connectés (profils de conduite et comportements de recharge des utilisateurs notamment).

Cette solution a permis de fiabiliser la garantie étendue des batteries de traction et assurer aux clients une maîtrise de la dégradation de ce composant central dans les nouvelles mobilités.

## Juste design de système / optimisation de réseaux (temps différé)

Contrairement au cas précédent, ce cas d'usage porte sur une optimisation non pas de la performance individuelle d'un équipement en production mais de la performance globale d'un système énergétique, souvent dans une logique de juste dimensionnement CAPEX.

Ce cas a été rencontré sur tous types de réseaux, qu'ils soient électriques (renforcements, extensions, raccordements...), gaziers (injection, remontée en pression...) ou autres (réseaux de chaleur ou de froid urbains, géothermie...voire télécom).



Les leviers activés et les solutions technologiques associées peuvent être essentiellement de 3 types :

— **Amélioration des prévisions de consommation et/ou de production** à la maille considérée (par exemple en croisant avec des données exogènes de type météo). Réduction des incertitudes et/ou de la variabilité autour des prévisions et meilleure capacité à dimensionner les investissements au plus juste ;

— **Optimisation sous contrainte** pour identifier le trajet optimal d'un renforcement ou d'une extension, permettant de prendre en compte les contraintes technico-économiques et de minimiser les coûts ;

— **Identification de regroupements** entre consommations et/ou productions homogènes et optimisation du dimensionnement et/ou du positionnement des infrastructures (e.g. bornes de recharge électrique).

Cette problématique a donné lieu également au très fort développement ces dernières années des outils de type jumeaux numériques, permettant de se doter d'une version numérique d'un système ou d'un réseau. De très nombreuses startups se sont positionnées sur ce sujet, avec des solutions plus ou moins performantes sur les volets tant prédiction, optimisation, que simulation (what if scenarios).

### CAS D'USAGE



#### Juste dimensionnement de réseau de chaleur urbain à base de géothermie

Quantmetry travaille par exemple avec un grand gestionnaire de réseau électrique européen sur le juste dimensionnement d'un réseau de chaleur urbain à base de géothermie.

Le projet consiste à analyser les historiques de consommation et de production sur plusieurs années afin d'identifier a posteriori quel en aurait été le dimensionnement optimal, et se doter ainsi d'un outil de référence pour le juste dimensionnement des réseaux futurs, et/ou de possibles ajustements de ce réseau existant.

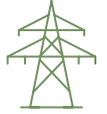
4

## Opération de système ou de réseau énergétique

Ce cas d'usage porte cette fois sur des décisions temps réel ou quasi-temps réel, à des fins de décisions opérationnelles concernant l'opération des réseaux ou des systèmes énergétiques sous-jacents (conduite, dispatch, équilibrage, décisions d'activation de systèmes de production temps réel...).

Comme précédemment, la solution sous-jacente peut reposer sur la capacité à effectuer des prévisions plus fiables ou plus précises en termes de consommations, de production et/ou de prix, mais dans un usage à des fins non plus d'ingénierie de système mais d'opération et de conduite.

### CAS D'USAGE



#### Prévisions de production à mailles courtes d'un actif ENR et pilotage du réseau

Enedis déclare par exemple avoir développé une offre de raccordement intelligent visant à réduire les coûts et délais de raccordement des infrastructures éoliennes ou solaires de ses clients. La solution consiste à connecter l'installation au réseau le plus proche, même si ce dernier est faiblement dimensionné. L'IA permet alors d'anticiper les équilibres de production et de consommation à la maille locale, et d'envoyer des ordres à l'actif de production de se limiter si le risque de défaut du réseau est fort.

Comme dans le cas d'usage précédent, un autre type de solution peut reposer sur une capacité d'optimisation sous contrainte, afin d'aider aux décisions de dispatch ou de conduite des réseaux électriques et gaziers dans un pas de temps réel ou quasi-réel.

Si ce second cas d'usage reste encore à un stade R&D à ce jour, avec des métiers de conduite et de dispatch encore très centrés sur l'humain et/ou les outils experts, il pourrait être amené à trouver un relai de croissance important avec l'émergence de systèmes énergétiques décentralisés et aval compteur, pouvant aller jusqu'au microgrid ou à la communauté énergétique locale (optimiseur local - cf. ci-après).

5

## Optimisation de rendement / Productivité des actifs de production

L'intelligence artificielle peut servir à prendre des décisions concernant l'opération d'un actif énergétique en temps réel ou quasi-réel, l'objectif étant d'optimiser sa productivité en opération.



### CAS D'USAGE



#### Prévisions de turbulence au sein d'un champ éolien et réglage des pâles

Dans l'éolien, de grands énergéticiens travaillent par exemple sur les réglages des pales d'éoliennes par rapport au vent pour optimiser la production d'énergie.

L'IA sert ici à mieux comprendre et modéliser la dynamique des fluides, parfois très complexes au sein d'un même champ. Dans un parc d'éoliennes en carré par exemple, un vent tapant sur la première rangée peut générer des turbulences affectant la production de la deuxième rangée, et ainsi de suite.

L'IA peut servir à identifier le réglage optimal des pales en temps réel, limitant ces effets. L'enjeu est alors de développer des solutions en partie localement (en mode « edge »), pour permettre une réactivité suffisante (vs temps de latence du réseau).

## Supply & Logistique

Ce cas d'application n'est pas nécessairement spécifique au secteur de l'énergie. Comme dans de multiples autres secteurs (retail, e-commerce...), l'IA est au cœur de nombre de cas d'usage autour de la logistique et des approvisionnements.

Deux leviers clés sont classiquement mobilisés :

— La capacité à mieux prédire les volumes à approvisionner grâce à des dispositifs de machine learning ;

— La capacité à mieux optimiser les opérations (tournées, rotation des camions ou des équipes, capacity planning, ...), grâce à des modèles d'optimisation sous contrainte.

Sur ce volet forecast, le retour d'expérience de Quantmetry montre que des prédictions de consommation, de vente ou de demande peuvent classiquement être optimisées de 5 à 30 points grâce à l'IA par rapport aux systèmes métiers traditionnels.

### CAS D'USAGE



#### Forecast de pièces détachées ; optimisation des approvisionnements et des stocks pour un opérateur de réseau gazier

Les références sont nombreuses. Pour un grand opérateur de réseau de transport gazier, Quantmetry a par exemple pu mener un projet d'optimisation des stocks de pièces détachées permettant de minimiser les niveaux de stockage tout en maintenant un bon niveau de service. Le projet a permis de modéliser la demande par type de pièces (en fonction de leur vitesse de rotation) et de réduire de 40% le montant des immobilisations en valeur.

Sur le volet capacity planning, les gains peuvent de même être parfois très significatifs.





7

# Maintenance intelligente

L'IA appliquée à la maintenance n'est pas un sujet spécifique au secteur de l'énergie.

On distingue classiquement 3 niveaux de maintenance intelligente :

— La maintenance conditionnelle, correspondant à de l'alerting sur base de signaux identifiés et prédéfinis à l'avance. L'exemple classique est celui du témoin d'usure sur un pneu, nécessitant son remplacement lorsque le marqueur est atteint ;

— La maintenance préventive, qui permet d'identifier cette fois des signaux faibles, précurseurs de panne ou signatures amont de défauts (dérives, comportements anormaux, ...) et répondant à la question binaire « faut-il intervenir sur mon actif ou pas encore ? »

— La maintenance prédictive, encore bien souvent compliquée à mettre en œuvre opérationnellement, et qui vise non plus à répondre de façon binaire oui/non mais à prédire l'horizon de temps auquel la panne va arriver.

En termes techniques, les solutions IA mises en œuvre sont de nature différente dans ces 3 cas :

— Solutions de classification (supervisées) et/ou de regroupement (non supervisées) dans les cas de maintenance conditionnelle ou préventive

— Solutions de régression (supervisées) pour la maintenance prédictive.

Si le sujet de la maintenance intelligente est parfois bien mature dans certaines industries, ce n'est encore que partiellement le cas dans le secteur de l'énergie. En lien avec la taille des actifs, le manque à gagner en cas de panne, et la culture de sûreté d'une partie de l'industrie, les difficultés de mise en œuvre y sont multiples :

— Difficulté à recueillir des historiques de pannes suffisants pour mettre en place des algorithmes d'apprentissage automatique ;

— Importance des données de contexte et difficulté à répliquer les solutions d'un site à l'autre. Difficulté à atteindre une reproductibilité des conditions d'entraînement d'un site / d'un actif à l'autre et besoin de réentraînement potentiellement important à chaque fois ;

## CAS D'USAGE



### Mise en qualité de données de capteurs à des fins de maintenance préventive dans des parcs ENR au niveau Monde

Quantmetry travaille ainsi sur de nombreux cas d'usage autour de ces problématiques. Nous travaillons par exemple depuis plus de 2 ans pour mettre en qualité les données de capteurs issus du parc éolien et solaire au niveau mondial d'un grand énergéticien français. Le travail d'harmonisation de ces données (malgré des marques de capteurs et/ou de GMAO très variées), la définition des données chaudes valant le coup d'être remontées et la construction des flux correspondants, leur mise en qualité... sont un investissement important préalable à tout cas d'usage de maintenance intelligente à l'échelle de ce parc.

— Hétérogénéité des données récoltées et important travail de mise en qualité préalable à toute modélisation algorithmique.

Contrairement à d'autres industries où les actifs sont de taille plus restreinte et la panne moins coûteuse, le KPI clé dans le secteur de l'énergie n'est pas tant le MTBF (Mean Time Between Failures) ni le MTTR (Mean Time To Repair), mais bien plutôt le coût total de la maintenance. On ne cherche pas tant à réduire le taux de défaillance ou le temps de réparation (déjà structurellement faibles), mais bien plutôt à espacer les interventions et optimiser les coûts correspondants.

Cela passe par la capacité à mieux identifier les signaux précurseurs de défaut, à optimiser les pas de maintenance, et individualiser leur prise en compte pour chaque actif spécifiquement.



8

## Nouveaux services énergétiques augmentés et réinventés

**Les services énergétiques aval compteur sont un métier très ancien, mais en plein renouveau grâce à l'IA.**

Les innovations apportées par ces technologies sont multiples :

— Capacité à intégrer de nouvelles sources de données - notamment non structurées (images, vidéos...) - dans le suivi des consommations et leur pilotage ;

— Capacité à utiliser du machine learning pour identifier les anomalies ou dérives de consommations ;

— Capacité à intégrer des périmètres de données élargis (multi-sites, multi-équipements, multi-acteurs...) pour enrichir la connaissance des optimisations possibles.

### CAS D'USAGE



#### Éclairage urbain intelligent sur base de données de fréquentation télécom

Dans le domaine de la Smart city, Quantmetry a par exemple travaillé il y a quelques années avec la Mairie de Paris sur un système d'éclairage public optimisé via des données de fréquentation urbaine fournies par les opérateurs télécom. Ce cas d'usage s'est au final avéré compliqué à mettre en œuvre de façon opérationnelle car il posait la question du partage par les opérateurs télécom de leurs données de flux à grande échelle et de façon durable. De nombreux acteurs travaillent aujourd'hui toutefois à des systèmes de pilotage urbain intelligent intégrant données photos ou vidéos issus de caméras urbaines, de drones ou d'images satellites.

### CAS D'USAGE



#### Développement d'une Smart Plug permettant de monitorer les consommations de la maison

Autre exemple dans le domaine du Smart Home : Quantmetry travaille avec un équipementier électrique pour développer un device électrique embarquant une couche d'IA embarquée, qui permet de suivre consommations énergétiques de l'appareil, voire de les piloter localement.

9

## Optimisation de la relation client

**Si tous les fournisseurs d'énergie utilisent aujourd'hui chatbots et robots conversationnels sur leurs sites, leurs autres outils d'optimisation de la relation client restent encore très hétérogènes d'un acteur à l'autre.**

### CAS D'USAGE



#### Traitement de mails client automatisé

Dans le secteur de l'assurance, Quantmetry a développé une solution maintenant publiée en open source, permettant le traitement automatique d'emails clients (identification de thématique, classement, génération de réponse lorsque le cas le permet, routage vers le bon service sinon).

10

## Marketing prédictif et optimisation des ventes

**L'utilisation de l'IA en marketing (notamment B2C) est l'un des cas d'usage les plus répandus au global. Dans l'énergie comme dans d'autres secteurs, les outils d'intelligence artificielle trouvent des cas d'usage à forte valeur ajoutée autour de la détection de churn, l'identification des clients à potentiel ou dormants, le suivi et le pilotage des actions commerciales, etc.**



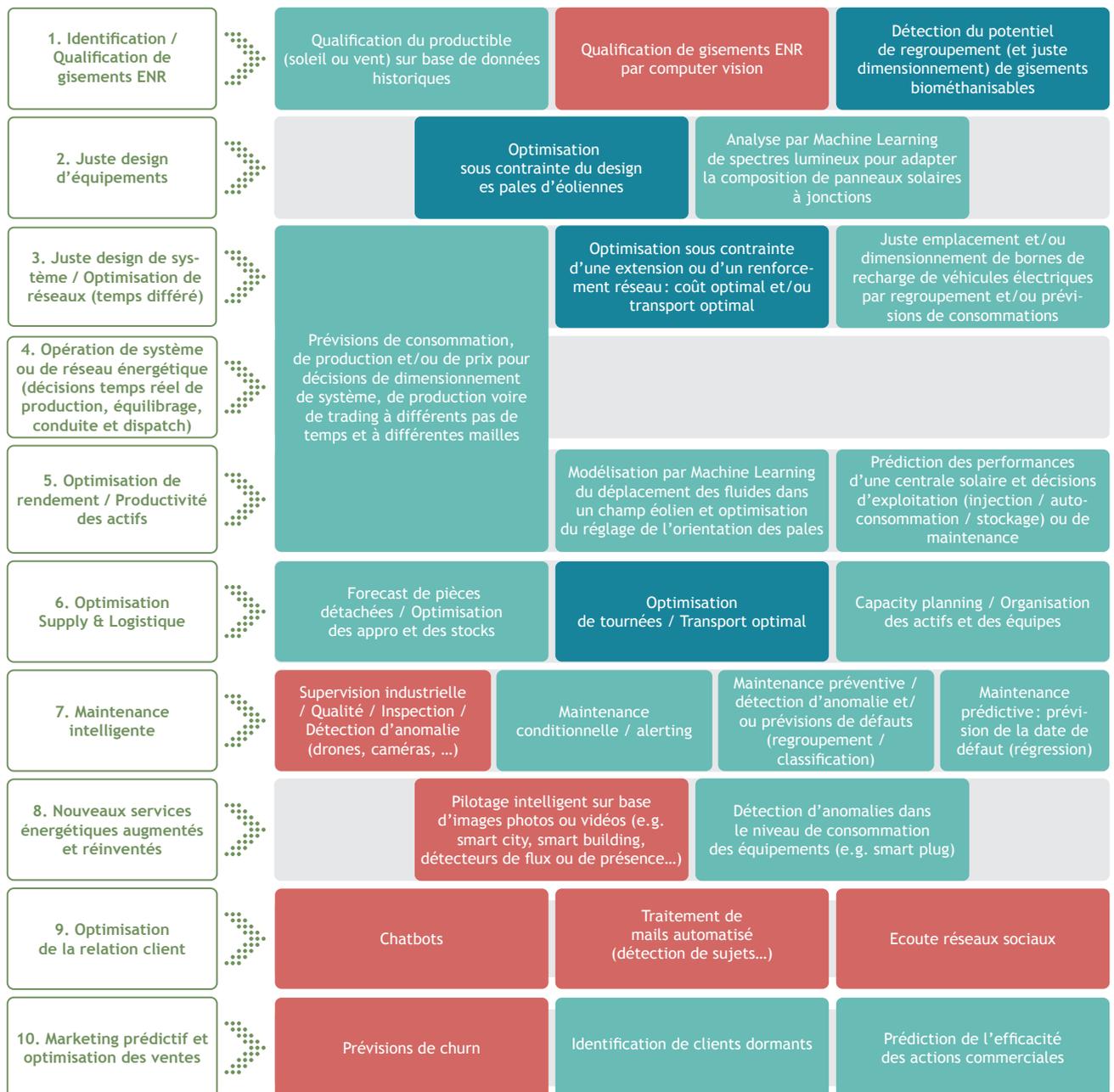
## Derrière l'ensemble de ces cas d'usages opérationnels, 3 grands types de leviers de création de valeur apparaissent, correspondant à des types ou familles technologiques de solutions différentes :

— La capacité à traiter des données non structurées (de type images, langage naturel...) qu'aucun autre système n'était capable de traiter de façon informatique jusqu'à présent ; c'est en particulier le domaine du traitement des images (photos et vidéos), qui ouvre de nouvelles opportunités variées et impactantes pour le secteur de l'énergie ;

— La capacité à « apprendre » (y.c. de façon parfois non supervisée) pour automatiser certains gestes métier ou bouts de processus. Concrètement, c'est la faculté à extraire le bruit ambiant, les particularismes locaux ainsi que la variabilité infinie des situations qui rend possible cette capacité à « reconnaître » et donc à traiter de façon automatique des cas de figure a priori très hétérogènes ;

— La capacité à traiter le « point à point » au sein de volumes de données très importants pour faire du traitement individualisé, démoynnisé et prenant en compte chaque cas de figure de façon individuelle et spécifique (là où précédemment le traitement de données - qu'il s'agisse de prédiction ou d'optimisation - raisonnait par grands agrégats ou segments représentatifs types). Pour l'énergie, cette capacité se matérialise en particulier dans le champ de l'optimisation sous contrainte en permettant d'identifier des optimums complexes et spécifiques à chaque système.

L'illustration ci-dessous montre des exemples de cas opérationnels concrets derrière chacun de ces 10 domaines d'application, et rappelle le type de solution technologique sous-jacente.



- Création de valeur par analyse de données non structurées (computer vision, NLP)
- Création de valeur par Machine learning appliqué aux séries géotemporelles (régression, classification ou regroupement)
- Création de valeur par Optimisation sous contrainte / Recherche opérationnelle / potentiellement Jumeaux numériques

Q

02

**L'IA DE DISRUPTION :  
DE NOUVEAUX MÉTIERS  
INDUITS PAR LES 4  
GRANDES MUTATIONS À  
L'ŒUVRE DANS L'ÉNERGIE**

L'énergie est par ailleurs un secteur en pleine mutation, sous l'influence des 4 grandes tendances clés que sont les « 4D ». Ces tendances amènent un potentiel de disruption fort pour le futur, avec une complexité accrue des chaînes de valeur et des métiers. L'IA se positionne comme un enabler clé qui facilite et accélère ces grandes mutations.

1

## Quatre tendances clés se combinent dans le secteur de l'énergie

On le sait, le secteur de l'énergie est un secteur en pleine mutation, et pas seulement du fait des nouvelles technologies liées à la data et à l'IA.

4 tendances clés sont particulièrement à l'œuvre :

— La **décarbonation**, avec une prise de conscience environnementale et une pression croissante des sociétés et des opinions, des engagements pris de la part des gouvernements et des États, et l'émergence de technologies de production et/ou de consommation devenant aujourd'hui viables sur le plan technico-économique (ENR décentralisées, batteries, mobilité électrique) ;

— La **décentralisation**, avec un souci croissant à la fois de souveraineté, d'attractivité des territoires et de valorisation de leur patrimoine local ;

— La **dérégulation**, permettant à de nouveaux services d'apparaître (services énergétiques aval compteur notamment) mais aussi de nouveaux modèles de consommation comme l'autoconsommation (collective ou individuelle), les boucles locales, voire un jour la valorisation d'énergie en peer-to-peer, etc...

— La **digitalisation**, rendant disponibles de plus en plus de données et rendant plus pertinents des outils de type IA.

## Les « 4 D », les 4 tendances clés de l'énergie

 <p>DÉCARBONATION</p>	 <p>DÉCENTRALISATION</p>	 <p>DÉRÉGULATION</p>	 <p>DIGITALISATION</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Pression environnementale et nouveaux modes de consommation</li> <li>— Nouvelles filières de production électrique (éolien, solaire...)</li> <li>— Développement des technologies de stockage (batteries, H2)</li> <li>— Industrialisation des nouvelles technologies et diminution de leur coût</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Volonté d'autonomie énergétique et de sécurité</li> <li>— Nouveaux modes de consommation, valorisant les ressources locales, les échanges peer-to-peer, et l'usage plutôt que la propriété</li> <li>— Territorialisation / Renforcement de la prise de décision et du financement en local</li> <li>— Migration des ressources en capital et plus faible capacité des Etats à financer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Libéralisation des marchés / ouverture à la concurrence</li> <li>— Moindre capacité des Etats à mener des politiques indépendantes</li> <li>— Moindre capacité des Etats à planifier et financer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Digitalisation des processus, généralisation de la capacité à collecter de la donnée tout au long de la chaîne de valeur</li> <li>— En amont : données de capteurs, données d'opération des assets et/ou de production</li> <li>— En aval : compteurs intelligents, objets connectés et IOT aval compteur, smartphones et tablettes</li> <li>— Pour les réseaux: smart grids, réseaux intelligents, capteurs</li> </ul>



2

## Le potentiel de disruption associé est fort

Sous l'impulsion de ces tendances sociétales, environnementales, technico-économiques ou encore politiques, les mutations apportées par les 4D sont multiples. Qu'il s'agisse de nouvelles propositions de valeur, de nouveaux business models, ou de nouveaux métiers, toutes sont caractérisées par une complexité accrue. Quelques thématiques clés ci-dessous :



### a) Impact carbone et empreinte environnementale

De nouvelles propositions de valeur apparaissent autour de l'impact carbone et de l'empreinte environnementale du secteur énergétique. Cela impacte toute la chaîne de valeur :

A l'amont : propositions de valeur autour de l'écoconception ou de la recyclabilité des équipements (recyclabilité des pâles d'éolienne ou des panneaux solaires), maîtrise de l'impact environnemental des équipements (batteries « vertes », avec des millions d'euros levés par une startup comme Northvolt...)

A l'aval : autour des nouveaux services énergétiques centrés sur l'efficacité non plus énergétique mais carbone (offres Engie Impact, Veolia ou EDF décarbonation...)

En passant bien sûr par la fourniture : offres 'vertes' ou décarbonées, sourcing vert.

Avec une révision des quotas carbone et l'augmentation attendue des prix correspondants du CO<sub>2</sub>, un espace économique tend apparaître pour de nouveaux business models fondés sur la rémunération non plus des kWh économisés mais bien des émissions carbone évitées (e.g. pour de gros industriels ou acteurs tertiaires obligés par l'EU ETS ou par d'autres systèmes d'obligation carbone).

Ce phénomène tire in fine l'apparition de nouveaux métiers centrés sur le calcul des émissions carbone, la fourniture de plateformes permettant d'en faire le suivi et bien sûr de les réduire :

**Conseil amont** en optimisation carbone et construction de roadmap de décarbonation

**Fournisseur de plateforme de suivi et monitoring** temps réel des émissions carbone

**Développeur et opérateur de projets autour des nouvelles technologies de production décarbonées** (nouvelles ENR encore moins répandues que le solaire ou l'éolien comme la géothermie, petit nucléaire modulaire comme le SMR...)

**Développeur et opérateur de projets autour des technologies de capture, stockage et valorisation du carbone** (projets de reforestation...).

## b) Caractère local des énergies, valorisation locale, souveraineté voire autonomie énergétique

Dans la même logique, de nouvelles propositions de valeur apparaissent autour du caractère local des énergies, pouvant aller jusqu'à des notions de souveraineté et/ou d'autonomie.

Même si leur pénétration reste au final encore très faible, on voit ainsi fleurir en France les projets d'autoconsommation, qu'elle soit individuelle ou collective. En prolongeant cette tendance, on voit aussi apparaître des sujets de boucles locales, de communautés énergétiques locales, voire de microgrids autour de systèmes aval compteur plus ou moins complexes (intégrant ENR décentralisées, mais aussi stockage, véhicule électrique...) et plus ou moins autonomes.

La disruption induite par ces nouveaux modèles est extrême, remettant profondément en question le modèle centralisé historique français.

Plusieurs nouveaux métiers sont ainsi en émergence :

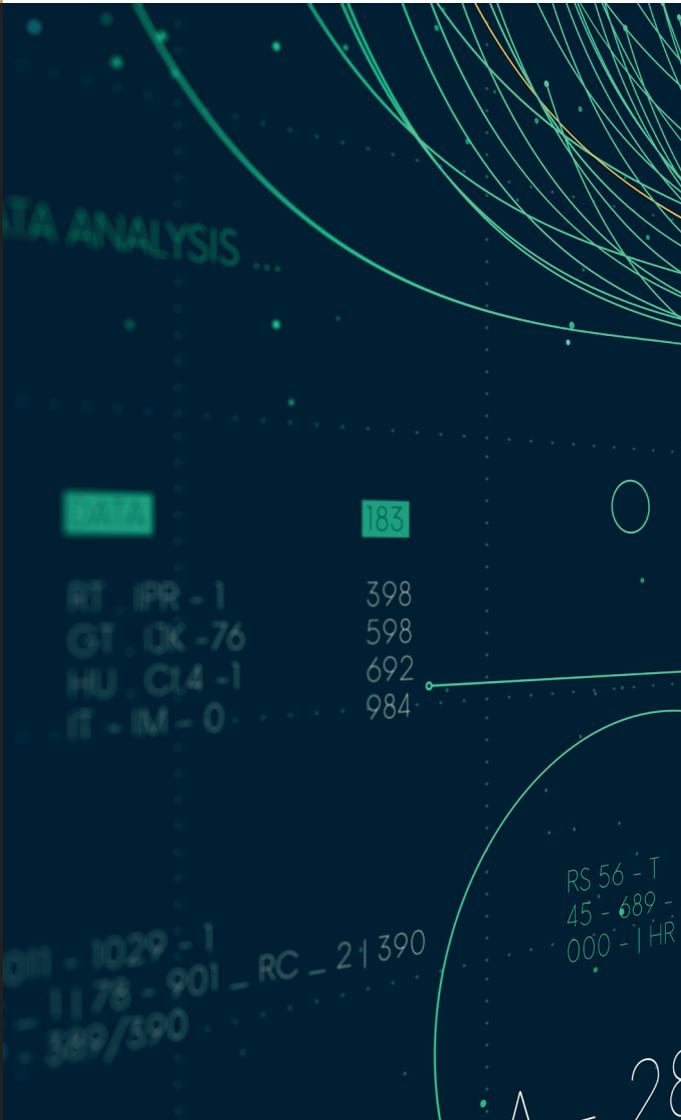
- **Optimiseur local.** Fournisseur de solutions d'optimisation en temps réel à des mailles diverses : maille aval compteur et batterie en autoconsommation individuelle, maille décentralisée plus complexe d'un réseau privé et/ou d'une communauté énergétique intégrant ENR locales, batteries, véhicules électriques, et consommations diverses, microgrid connecté ou déconnecté à l'échelle d'un quartier ou d'une ville...
- **Fournisseur de plateforme de revente** voire de trading d'énergie en peer-to-peer à l'échelle d'un quartier ou d'une communauté (cf. le projet LO3 à Brooklyn)
- **Gestionnaire de solutions d'effacement** et/ou de VPP à l'échelle de plusieurs sites de consommation (avec responsabilité d'équilibre vis-à-vis du réseau national)
- **Fournisseur et opérateur** de solutions de gestion énergétique à la maille multi-site.

## c) Optimisations transverses multi-énergies /multi-fluides, et multi-usages

Un dernier phénomène susceptible d'amener de possibles disruptions importantes des chaînes de valeur dans l'énergie est le sujet des optimisations multi-fluides, et de la complémentarité des énergies à l'échelle d'un système.

Le sujet est encore embryonnaire mais pourrait laisser la place à de possibles arbitrages entre énergies, ainsi qu'à de nouveaux métiers :

- **Fournisseur et opérateur** d'une solution d'optimisation multi-énergie permettant d'optimiser et/ou le prix ou l'impact carbone (e.g. entre électricité et gaz, par exemple à l'aide d'une cogénération ou au sein de réseaux de chaleur urbains par exemple)
- **Fournisseur de plateformes** d'hypervision urbaine permettant une optimisation transverse multi-services (e.g. mobilité vs. énergie vs. chauffage vs. parking...)



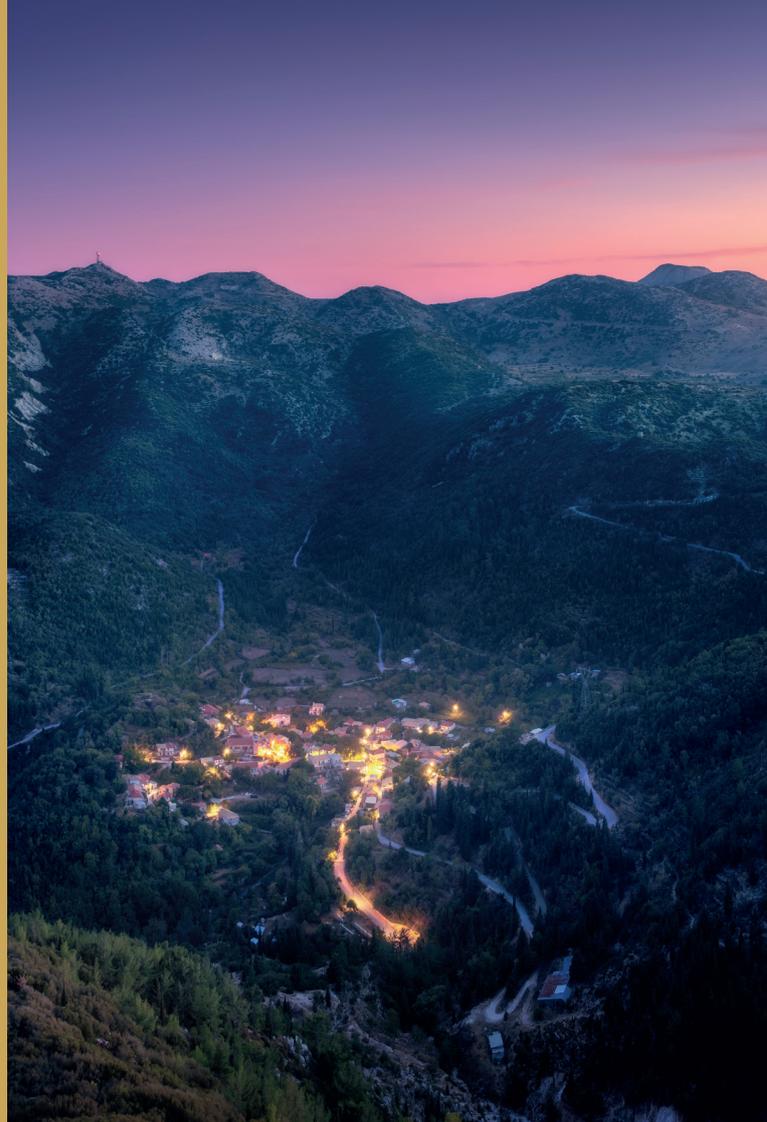


3

## Dix nouveaux cas d'usage IA en émergence ont ainsi pu être identifiés

(illustratif et non exhaustif)

En lien avec ces disruptions, 10 nouveaux cas d'usage ont pu être identifiés. Loin d'être exhaustive, cette liste dresse un panorama des grands domaines clés dans lesquels l'IA peut être amenée à jouer un rôle central dans les nouveaux métiers ou nouvelles solutions actuellement en émergence dans le secteur.



### Dix grands cas d'usage de l'IA « de disruption »

GÉNÉRATION	TRANSPORT	DISTRIBUTION	TRADING	FOURNITURE	SERVICES ÉNERGÉTIQUES
1. Ecoconception / Sourcing vert / Optimisation de l'empreinte environnementale et de la recyclabilité des équipements					7. Nouveaux services énergétiques orientés carbone
	2. Optimisation temps réel / Aide au dispatch ou à la conduite des réseaux de transport et/ou de distribution (maille TSO / DSO)				8. Gestion de flotte et/ou de charge intelligente
3. Optimisation locale / Maille aval compteur (microgrid, DERMS, ...)					
4. Gestion de solutions d'effacement ou de VPP à l'échelle de plusieurs sites					
			5. Plateforme de sourcing ou d'intermédiation d'énergie verte (e.g. green PPA)		9. Services énergétiques complexes : multisites et/ou multi-énergies
			6. Plateforme de trading et de valorisation d'énergie en P2P		10. Hypervision et optimisation urbaine multi services

## L'IA n'est jamais autant disruptive que quand elle accompagne et entre en résonance avec d'autres mutations à l'œuvre par ailleurs.

Rien d'étonnant à cela : dans d'autres secteurs de l'économie de même, les technologies IA n'ont jamais induit de la disruption en soi et par soi, mais bien lorsqu'elles se combinaient avec d'autres tendances fondamentales de nos sociétés.

La data et l'IA sont ainsi entrées en résonance avec les tendances liées à économie circulaire ou la seconde vie des objets pour faire émerger des acteurs comme Leboncoin, eBay ou Vinted... Avec celles de l'économie du partage pour faire émerger des Blablacar, Uber ou autres AirBnB...

Ou encore plus simplement avec les tendances du e-commerce et de la livraison à domicile pour propulser des Amazon... Dans l'ensemble des autres cas de figure, l'IA reste avant tout un outil de performance, pour optimiser processus métier et/ou fonctions support.

## 03

**LES TECHNOLOGIES DATA :  
UN ACCÈS AUX CHAINES  
DE VALEUR DE L'ÉNERGIE  
POUR DE NOUVEAUX  
ENTRANTS NATIFS DE CES  
TECHNOLOGIES**

## 03

Tant pour les cas d'usage de performance que de disruption, l'IA est parfois capable d'apporter une telle différenciation qu'elle donne un avantage compétitif fort aux acteurs capables de s'en saisir pleinement

Dans l'ensemble des cas d'usage identifiés ci-dessus, qu'ils soient liés à des business models historiques (IA «de performance») ou en émergence (IA «de disruption»), l'IA joue un rôle d'optimisation forte permettant de gagner significativement en efficacité opérationnelle et en différenciation. Clairement, sortent gagnants sur ces marchés les acteurs capables de se saisir pleinement de ces technologies, soient parce qu'ils en sont natifs (typiquement les GAFAM), soit parce qu'ils ont un accès privilégié à certains types de données.

1

## Via leur maîtrise des technologies IA et leur accès privilégié à certains types de données, les GAFAM) constituent de possibles nouveaux entrants à fort impact

Sur les 7 grands types de données identifiés comme sous-jacents à l'ensemble des cas d'usage cités ci-dessus, 4 d'entre elles représentent des points d'accès privilégiés pour des GAFAM).

Via l'ensemble de leur gamme de services et leur proximité aux utilisateurs finaux, ces acteurs issus des nouvelles technologies ont développé un accès privilégié à 4 niveaux :

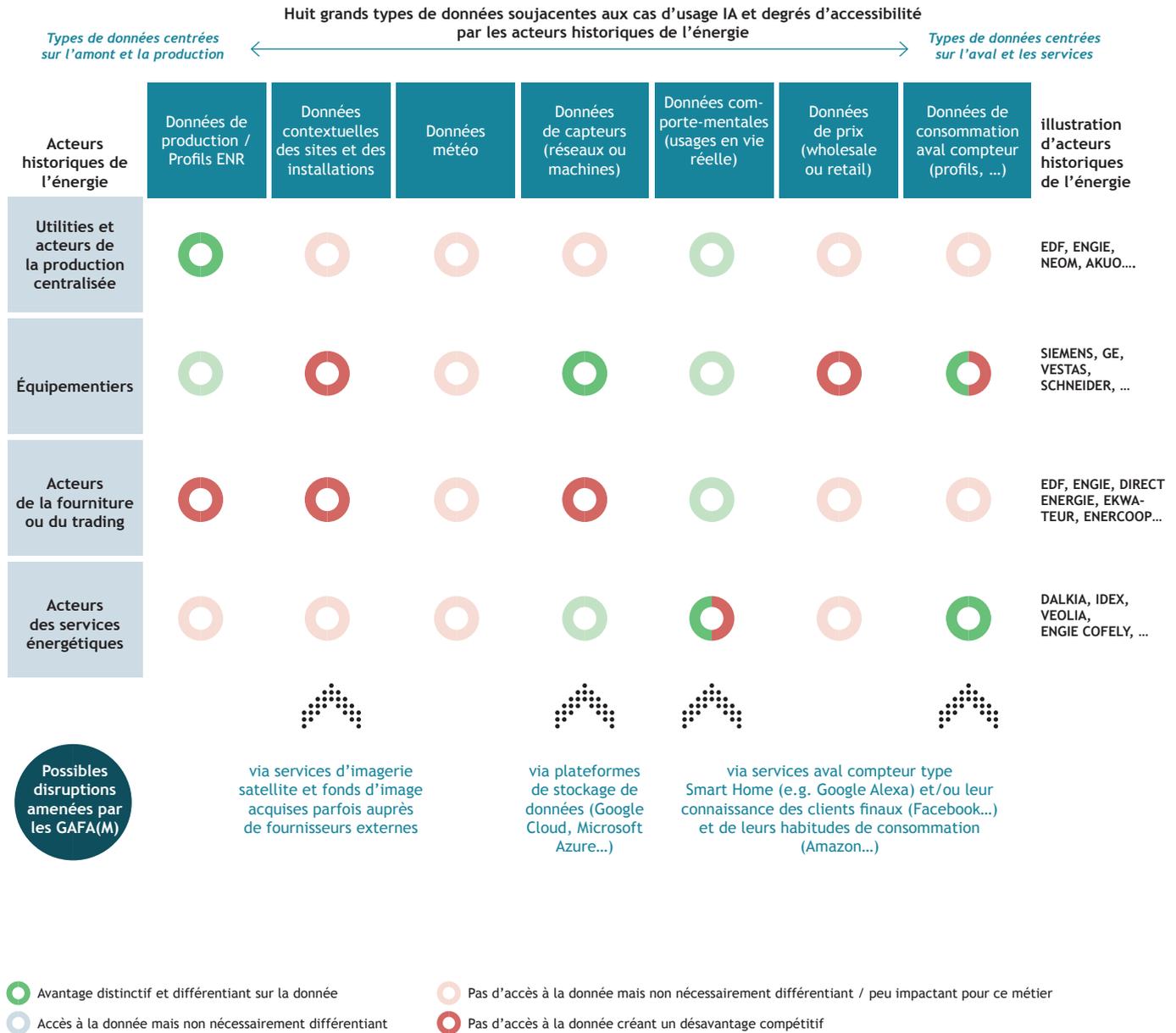
— Au niveau de la connaissance des sites et des installations notamment de production d'énergie (e.g. par imagerie satellite), via les accès particuliers et/ou les fonds d'imagerie qu'ils ont pu constituer (cf. Google)

— Au niveau des services de plateformes de stockage de la donnée, sur lesquelles ils peuvent être amenés à stocker des données de capteurs issues du fonctionnement des machines et des équipements. Si les grands équipementiers ont tous développé des services équivalents d'entreposage de la donnée issue de leurs gammes de produits (Schneider avec EcoStruxure, Siemens Mindsphere, GE Predix...), les GAFAM n'en constituent pas moins une menace importante avec un accès à des types de données riches et variées (multi-sites, multi-équipements, multi-marques...). Google Cloud, Microsoft Azure, AWS... développent tous de nouvelles gammes de service autour de la maintenance et de l'asset management des actifs énergétiques

— Au niveau des données de comportements des utilisateurs finaux, via notamment leur accès aux réseaux sociaux et à toute la connaissance comportementale que de tels acteurs sont susceptibles de développer (sur nos habitudes de consommation, nos goûts et préférences, la fréquentation de nos habitats ou des espaces urbains...)

— Au niveau des données de consommation énergétique à proprement parler, via par exemple des services de type Smart Home (Google Alexa, DeepMind...).

## 7 grands types de données sous-jacentes aux cas d'usage IA de l'énergie, et 4 points d'accès privilégiés pour des GAFA(M)



Sans aller jusqu'à cannibaliser le métier des énergéticiens, ces nouveaux acteurs pourraient en venir à développer de nouveaux services.

Illustration de services IA-centrique offerts par les GAFA(M) dans le domaine de l'énergie

	Acteurs traditionnels	Nouvelles offres ou fonctionnalités IA activées par les GAFA(M)		
		GOOGLE	MICROSOFT	AUTRES
1. Identification / Qualification de gisements ENR		GOOGLE EARTH GOOGLE IMAGE	SPACEEYE AZURE ORBITAL	AWS GROUND STATION
7. Maintenance intelligente		GOOGLE CLOUD	MICROSOFT AZURE	AWS
8. Nouveaux services énergétiques augmentés et réinventés		GOOGLE NEST GOOGLE HOME GOOGLE DEEPMIND	CORTANA	APPLE HOMEKIT AMAZON ECHO
10. Marketing prédictif et optimisation des ventes				AMAZON ALEXA APPLE SIRI

Domaine d'application de l'IA aux métiers traditionnels de l'énergie  
 (= IA de performance =)

4 grands domaines commencent à voir émerger de tels services valorisables par les GAFA(M) auprès des énergéticiens :

— Autour de l'imagerie satellite pouvant servir à l'identification / la qualification des gisements ENR (Google Image, Microsoft SpaceEye, AWS Ground Station) - et/ou d'ailleurs la connaissance des sites ou des installations industrielles ;

— Autour de la maintenance prédictive et de la gestion des assets (Google Cloud, Microsoft Azure, AWS) ;

— Autour des services énergétiques et la gestion des consommations aval compteur (Google Nest / Google Home, Amazon Alexa, Apple HomeKit...) ;

— Autour de la connaissance des clients, de leurs usages et comportements (Siri, Alexa, Cortana, Facebook...) : désintermédiation de la relation de fourniture et nouveaux services pouvant entrer dans un programme de marketing prédictif.

# La maîtrise des technologies IA offre un espace de compétitivité à de nombreuses startups et nouveaux entrants, pouvant parvenir à capter une part importante de la valeur

Que ce soit via de la performance accrue, ou via la capacité à optimiser des systèmes de plus en plus complexes, les technologies IA constituent un levier de compétitivité et de différenciation fort sur plusieurs anciens ou nouveaux métiers de l'énergie.

Ces dernières années ont ainsi vu fleurir nombre de startups, intégrant nativement ces technologies pour revisiter parfois des métiers très anciens de l'énergie.

6 cas d'usage en particulier se sont avérés porteurs :

2 sur l'ingénierie et/ou l'opération des réseaux énergétiques, à différentes mailles (maille centralisée, décentralisée voire aval compteur pour les nouveaux métiers liés à l'optimisation locale)

4 sur les services énergétiques et l'optimisation des consommations.

De nombreuses startups et nouveaux entrants via les technologies IA et data

	Acteurs traditionnels		Nouveaux acteurs ou nouvelles offres entrés par l'IA
3. Juste design de système / Optimisation de réseaux temps différé	Rte, GRTgaz, ENEDIS, GRDF		DC BRAIN, COSMO TECH, LO3 ENERGY, TRANSACTIVE GRID, C3 LOT, NNERGIX
3. Optimisation locale / Maille aval compteur (microgrid, DERMS, ...)	Schneider Electric		Approche par jumeau numérique permettant d'optimiser la conception et l'ingénierie des réseaux notamment gaz
8. Nouveaux services énergétiques augmentés et réinventés	dalkia GROUPE EDF, idex VALORISER LES ENERGIES		BROOKLYN MICROGRID Système de gestion d'un microgrid connecté et d'échange P2P d'énergie solaire locale
7. Nouveaux services énergétiques orientés carbone	VEOLIA, Schneider Electric		OPOWER, BEEBRYTE, LIKEWATT Startup américaine rachetée par Oracle et offrant une solution d'efficacité énergétique basée sur la modification des comportements individuels grâce au nudge
8. Services énergétiques complexes : multisites et/ou multi-énergies-carbone	ENGIE Cofely, Schneider Electric		CROWLEY CARBON, ENERGENCY, METRON Jumeaux numériques de processus industriels complexes, avec capacité à optimiser très fortement Proposition de valeur axée sur le carbone et les optimisations CO2
9. Gestion de flotte et/ou de charge intelligente	ENEDIS, Hertz, TotalEnergies, transdev the mobility company		DEEPMI, SCHNEIDER, ECOSTRUXURE Proposition de valeur sur la gestion d'un parc immobilier multi sites
			JEDLIX, QOVOLTIS, CHARGEMAP, TESLA Système de la gestion de recharge de véhicule électrique qui optimise le caractère vert et durable de la recharge au prix le plus bas

■ Domaine d'application de l'IA aux métiers traditionnels de l'énergie (« IA de performance »)

■ Domaine d'application de l'IA aux nouveaux métiers / nouveaux business models (« IA de disruption »)

L'IA est ainsi un levier d'innovation fort pour certains des métiers cœur de l'énergie, avec un potentiel de réinvention et de création de valeur significatif.

# Synthèse

Si l'IA dans l'énergie reste aujourd'hui avant tout une IA de performance, des disruptions plus fondamentales sont possibles qui conjuguent ces nouvelles technologies avec d'autres tendances à l'œuvre dans ce secteur (Décarbonation, Décentralisation, Dérégulation et Digitalisation) et pour lesquelles des acteurs natifs des technologies Data pourraient avoir un avantage concurrentiel décisif par rapport aux acteurs traditionnels.

Face à ces transformations, les acteurs 'traditionnels' du monde de l'énergie que sont grandes utilities intégrées, développeurs de projet ENR, mais aussi équipementiers, fournisseurs de solutions associées, ou encore acteurs de la fourniture et des services doivent se doter d'une vision stratégique claire des risques et opportunités induites par la data et l'IA sur leurs métiers historiques.

Quantmetry, fort de sa connaissance pointue du secteur de l'énergie et de son positionnement de «doer» des technologies data, accompagne ses clients utilities ou équipementiers dans leurs transformations Data de bout en bout. Nous aidons nos clients à qualifier le plein potentiel de création de valeur de ces technologies, à naviguer dans l'entropie technologique, et à déployer des solutions à l'échelle de bout en bout.

Quantmetry est fier d'accompagner ses clients depuis le cadrage des opportunités en amont jusqu'à la mise en œuvre des outils à l'échelle en aval, et dans l'ensemble de leurs transformations opérationnelles induites.

---

## LEXIQUE

ENR : Énergie Renouvelable

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

GAFA(M) : Google, Apple, Facebook, Amazon (Microsoft)

MTTR : Mean Time To Repair

MTBF : Mean Time Between Failures

## Rédactrice principale du livre blanc



**Judith GUENOUN**

Directrice Strategy & Energy

[jguenoun@quantmetry.com](mailto:jguenoun@quantmetry.com)

## Contributeurs



**Frédéric CHOUVEL**

Directeur Strategy & Services  
[fchouvel@quantmetry.com](mailto:fchouvel@quantmetry.com)



**Jonathan CASSAIGNE**

Directeur des Expertises  
[jcassaigne@quantmetry.com](mailto:jcassaigne@quantmetry.com)

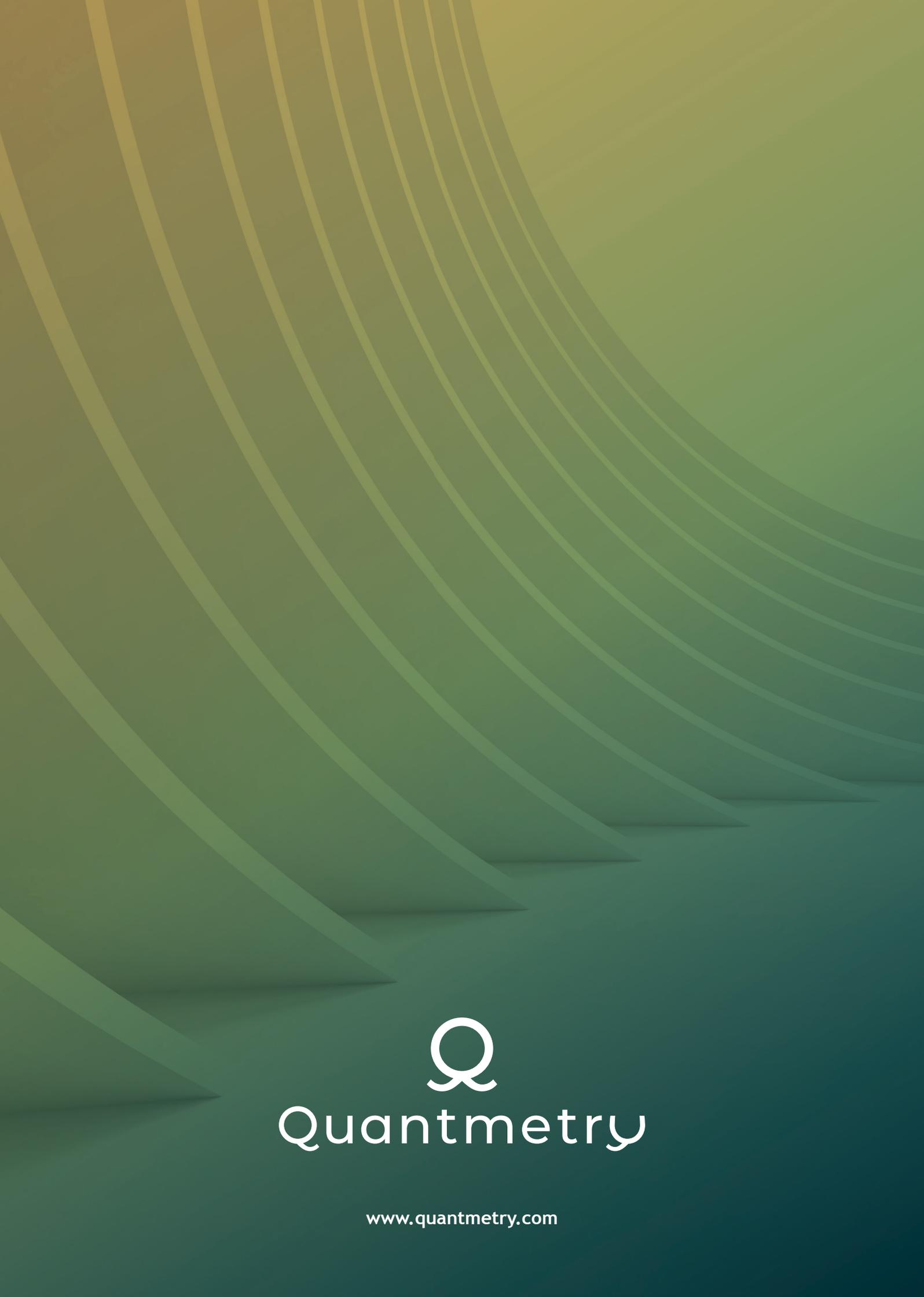


**Martin LE LOC**

Directeur Data & Production  
[mleloc@quantmetry.com](mailto:mleloc@quantmetry.com)

---

Vous êtes intéressés par nos problématiques  
d'IA et d'énergie ? **Contactez-nous !**



Quantmetry

[www.quantmetry.com](http://www.quantmetry.com)