



Le défi environnemental de l'IA



Étude présentée au Forum de Giverny 2025





L'Intelligence Artificielle (IA) est créatrice de valeur. Selon le *Front-Runners Guide to Scaling AI* d'Accenture, les organisations qui réussissent à passer l'IA à l'échelle ont des performances économiques deux fois supérieures à leurs pairs.¹ Mais le développement exponentiel de l'IA a un coût souvent négligé : l'augmentation de la consommation d'énergie, d'eau et des émissions de gaz à effet de serre. Cela soulève une question essentielle : comment les entreprises peuvent-elles concilier le développement de l'IA avec leurs objectifs climatiques tout en optimisant l'efficacité de leurs ressources ? Accenture considère que des cadres de gouvernance renforcés, des outils de mesure améliorés comme le *Sustainable AI Quotient* (SAIQ), ainsi que des technologies plus efficaces peuvent aider les entreprises françaises à progresser vers la neutralité carbone tout en renforçant leur agilité face à l'évolution des normes environnementales et des transformations technologiques.

¹ Accenture, 2025. A front-runner's guide to scaling AI. Accenture. <https://www.accenture.com/us-en/insights/data-ai/front-runners-guide-scaling-ai>

Le coût environnemental croissant de l'IA en France

Selon une étude mondiale récente d'Accenture, *Powering Sustainable AI*, la consommation d'énergie dans les data centers pour l'IA devrait être multipliée par plus de 10 d'ici 2030, pour atteindre 612 térawattheures (TWh), soit l'équivalent de la demande d'énergie du Canada.² Les émissions de carbone de l'IA pourraient représenter 3,4 % des émissions mondiales

totales — soit une hausse multipliée par 11 en l'espace d'une décennie. Le refroidissement de ces data centers pourrait consommer 3,02 milliards de mètres cubes d'eau douce, soit davantage que les prélèvements annuels totaux d'eau douce de pays comme la Norvège ou la Suède.³

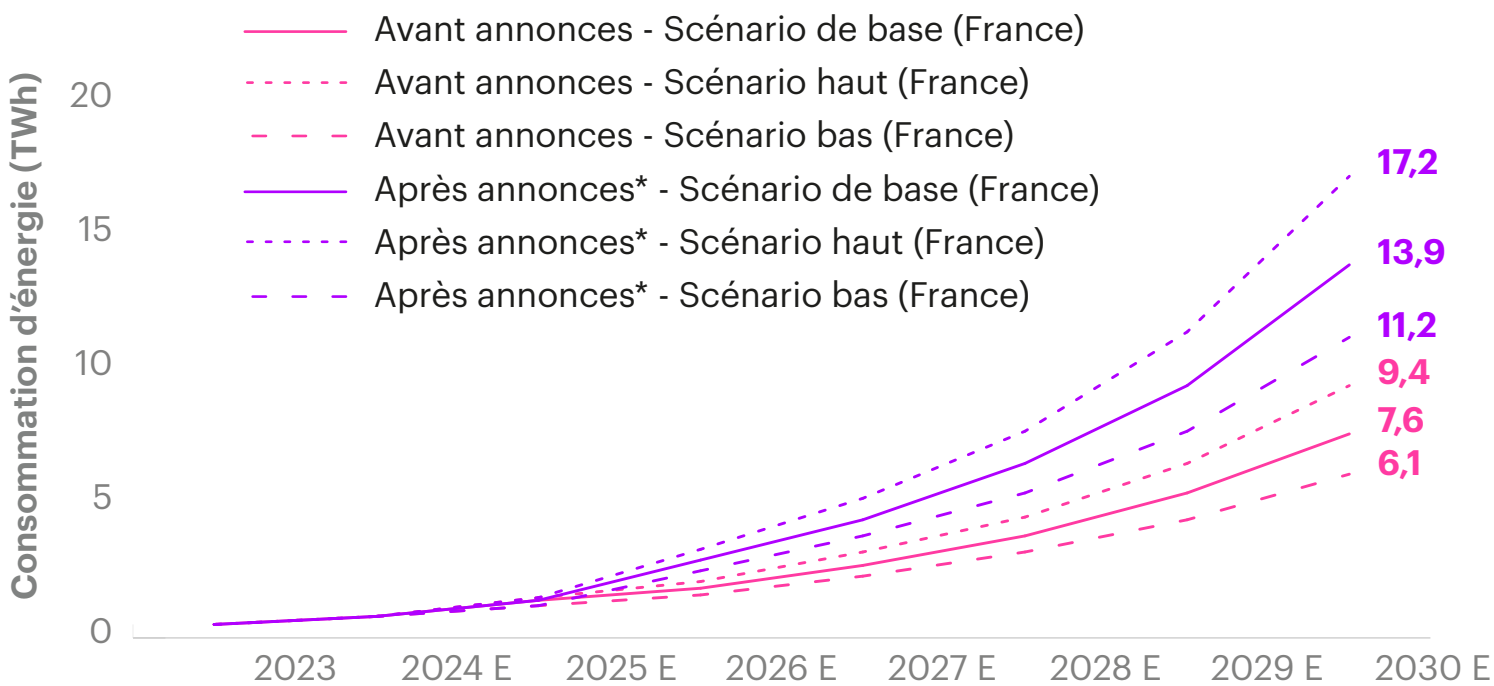
² Enerdata. Canada Energy Information. [https://www.enerdata.net/estore/energy-market/canada/#:~:text=Canada%20Power%20Consumption,and%20services%20sectors%20\(27%25\)](https://www.enerdata.net/estore/energy-market/canada/#:~:text=Canada%20Power%20Consumption,and%20services%20sectors%20(27%25))

³ Our World in Data, 2021. Annual freshwater withdrawals. <https://ourworldindata.org/grapher/annual-freshwater-withdrawals>



En France, comme l'illustre la figure 1, la consommation d'énergie des data centers devrait passer d'environ 1 TWh en 2024 à une fourchette comprise entre 6,1 TWh et 17,2 TWh d'ici 2030, selon les scénarios. Cela représenterait une multiplication par 6 à 17 — dans le scénario le plus élevé de leur consommation actuelle. Dans l'hypothèse haute, cette consommation serait équivalente à celle de la ville de Seattle aux États-Unis (environ 13,5 TWh).⁴

Figure 1
De 1 à 17 TWh en 6 ans : un défi énergétique majeur pour la France



* Les scénarios « après annonces » intègrent les annonces récentes concernant les data centers d'IA, faites lors de la 8^e édition du Sommet « Choose France » et du « Sommet pour l'Action sur l'Intelligence Artificielle 2025 ».

⁴ Abraham, N. (2024) 25 cities with the highest electricity consumption in the US. Yahoo Finance. <https://finance.yahoo.com/news/25-cities-highest-electricity-consumption-104528985.html>

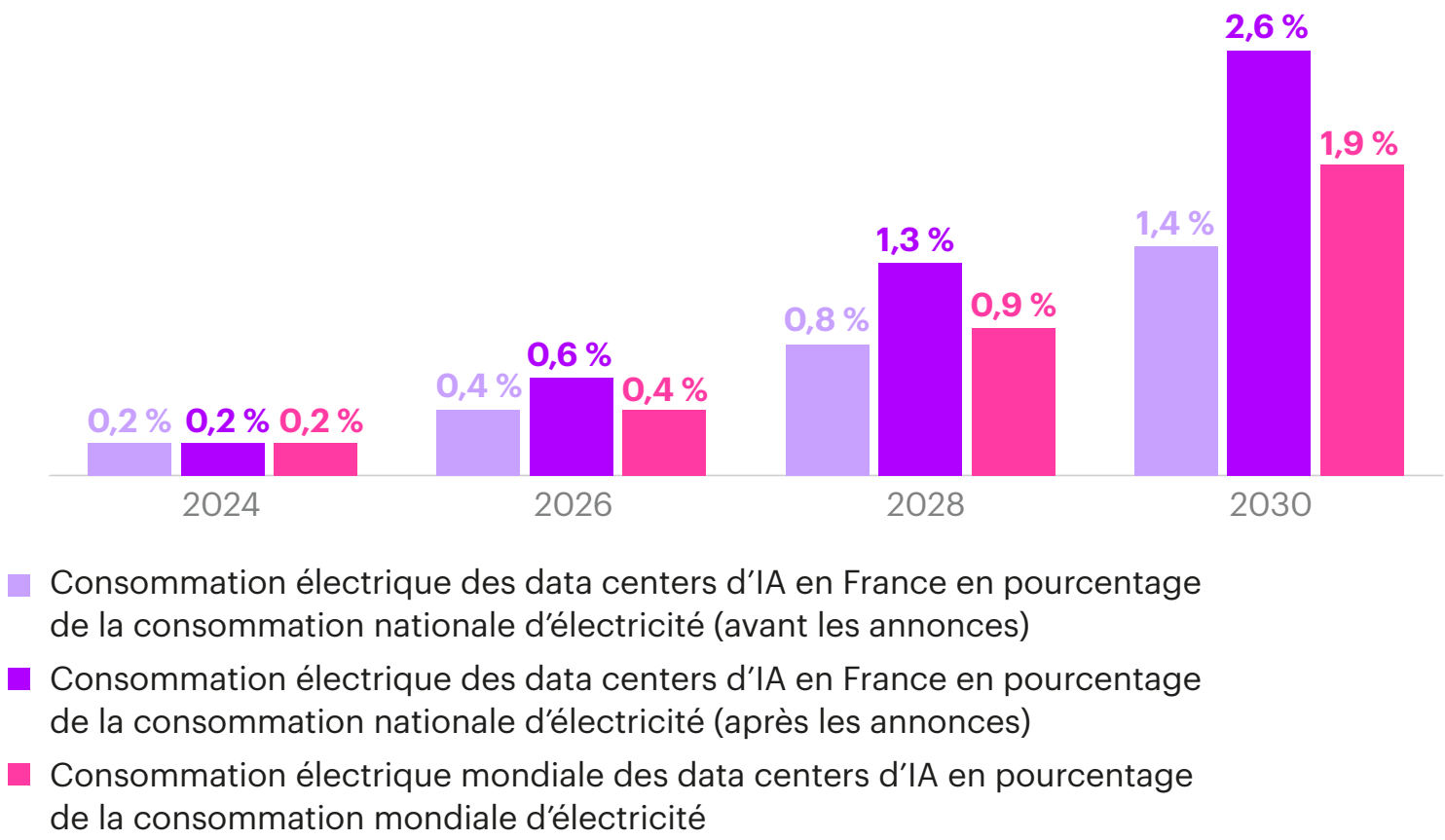


Le scénario le plus élevé intègre les annonces gouvernementales faites lors d'événements tels que le «*Sommet pour l'Action sur l'Intelligence Artificielle*», la 8^e édition du Sommet «*Choose France*». Ce scénario aurait un impact substantiel sur la consommation d'énergie.

En valeur absolue, les projections de consommation d'énergie peuvent sembler modestes comparées à d'autres pays européens tels que l'Irlande, la Norvège ou encore l'Allemagne où les capacités de production de data centers seront les plus élevées. Par exemple, en Allemagne, les data centers consomment déjà environ 20 TWh d'électricité par an, avec des projections pouvant atteindre 35 TWh par an d'ici 2030 contre 17,2 TWh en France dans le scénario le plus élevé.⁵

Selon nos projections actuelles, la part de la consommation d'énergie des data centers dédiés à l'IA en France, présentée à la figure 2, passerait de 0,2 % de la demande nationale d'électricité en 2024 à une fourchette comprise entre 1,4 % et 2,6 % à l'horizon 2030. Cela représenterait une multiplication par 7 à 13, en fonction des scénarios d'investissement envisagés.

Figure 2
Les data centers d'IA pourraient représenter jusqu'à 2,6 % de la consommation électrique nationale en 2030



⁵ Heise Online (2024) Government: Power consumption of data centers likely to double by 2037. <https://www.heise.de/en/news/Government-Power-consumption-of-data-centers-likely-to-double-by-2037-10194679.html>

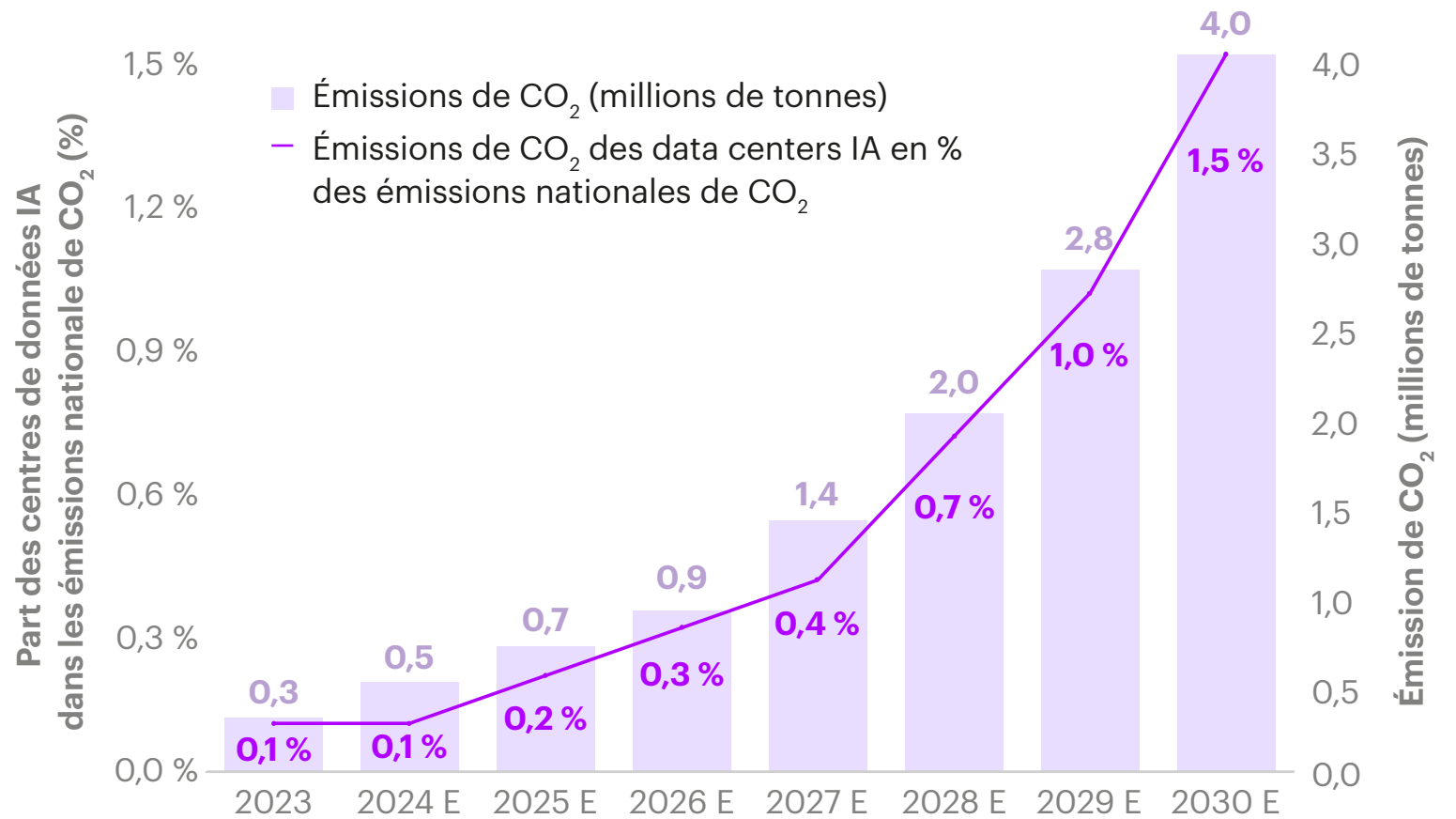
En 2024, les data centers dédiés à l'IA ne représentent que 0,2 % de la consommation d'électricité, en France comme à l'échelle mondiale. Pourtant, dans le scénario «après annonces», cette part pourrait atteindre 2,6 % de la consommation française d'ici 2030 — bien au-dessus de la moyenne mondiale de 1,9 % et près du double du scénario de base hors nouvelles annonces, projeté à 1,4 %. Cette hausse significative illustre l'influence des politiques publiques et des engagements stratégiques sur la trajectoire des infrastructures numériques du pays.

Elle souligne également l'urgence d'intégrer les enjeux de durabilité — efficacité énergétique, intensité carbone et consommation d'eau — dans la planification à long terme. Bien que 2,6 % puisse sembler élevé, **cette part reste modeste comparée à des pays comme l'Irlande, où les data centers représentent déjà 22 % de la consommation d'électricité**, avec des prévisions allant jusqu'à 30 % d'ici 2030.⁶



À l'horizon 2030, comme l'illustre la figure 3, les émissions de carbone liées aux data centers dédiés à l'IA vont augmenter substantiellement en France, selon un coefficient multiplicateur compris entre 8 et 16. Cette hausse varie selon la réalisation des projets annoncés lors des derniers sommets sur l'IA.

Figure 3
Les émissions liées à l'IA en France pourraient atteindre le niveau du secteur cimentier d'ici 2030



Émission de CO ₂	France (après les annonces)			Monde		
	2024	2027	2030	2024	2027	2030
En millions de tonnes	0,5	2,41	8,21	68	225	718
Des data centers IA en % des émissions de CO ₂ des pays	0,1 %	0,7 %	2,7 %	0,2 %	0,8 %	3,4 %

⁶ Beyond Fossil Fuels. (2025) New data centres could undermine Europe’s energy transition, eating into its emissions cuts, study finds: <https://beyondfossilfuels.org/2025/02/10/new-data-centres-could-undermine-europes-energy-transition-eating-into-its-emissions-cuts/>



D'ici 2030, la part des émissions de CO₂ provenant des data centers dédiés à l'IA en France devrait augmenter de manière significative, pour atteindre entre 1,5 % et 2,7 % des émissions nationales, selon la concrétisation des investissements en infrastructures annoncés. En valeur absolue, les émissions pourraient passer de 0,5 million de tonnes en 2024 à 4 millions de tonnes, voire à 8,2 millions de tonnes — plaçant ainsi les émissions des data centers d'IA au même niveau, voire légèrement au-dessus, de celles du secteur du ciment en France, qui s'élevaient à 6,3 millions de tonnes de CO₂ en 2023.⁷

Bien que la part projetée pour la France reste légèrement inférieure à la moyenne mondiale de 3,4 %, la rapidité et l'ampleur de cette croissance soulignent l'émergence de l'IA comme source majeure d'émissions dans le pays. Toutefois, les émissions françaises devraient rester globalement inférieures aux projections mondiales, en raison de deux facteurs clés :

- les hyperscalers ont tendance à construire des data centers de grande envergure dans des pays au mix énergétique beaucoup plus carboné que celui de la France ;
- la France poursuit activement une politique de décarbonation de son mix énergétique et incite les data centers à adopter des technologies plus économes en énergie.

Sans réglementations supplémentaires ni percées technologiques, la trajectoire actuelle pourrait doubler les émissions liées à l'IA en France par rapport au scénario de référence. Pourtant, cette dynamique représente également une opportunité stratégique : des trajectoires plus durables sont envisageables grâce au déploiement accéléré de matériels plus efficaces, à l'intégration de sources d'énergie à faible intensité carbone, et à des mécanismes de gouvernance axés sur l'efficacité et l'optimisation des ressources.

Mesurer la création de valeur nette de l'IA pour des décisions éclairées et responsables

La montée en puissance rapide de l'IA, ainsi que les exigences environnementales croissantes qui encadrent son développement en France, exposent les entreprises françaises au risque d'adopter des modèles opérationnels intensifs en ressources et peu compatibles avec leurs objectifs climatiques de long terme.

Les indicateurs d'efficacité traditionnels ne permettent pas d'évaluer réellement la manière dont les systèmes d'Intelligence Artificielle transforment l'électricité, les ressources, le carbone et l'eau en intelligence exploitable et en impact réel. **Une approche holistique s'impose pour évaluer «ce que nous obtenons réellement des ressources que nous investissons dans l'IA».**

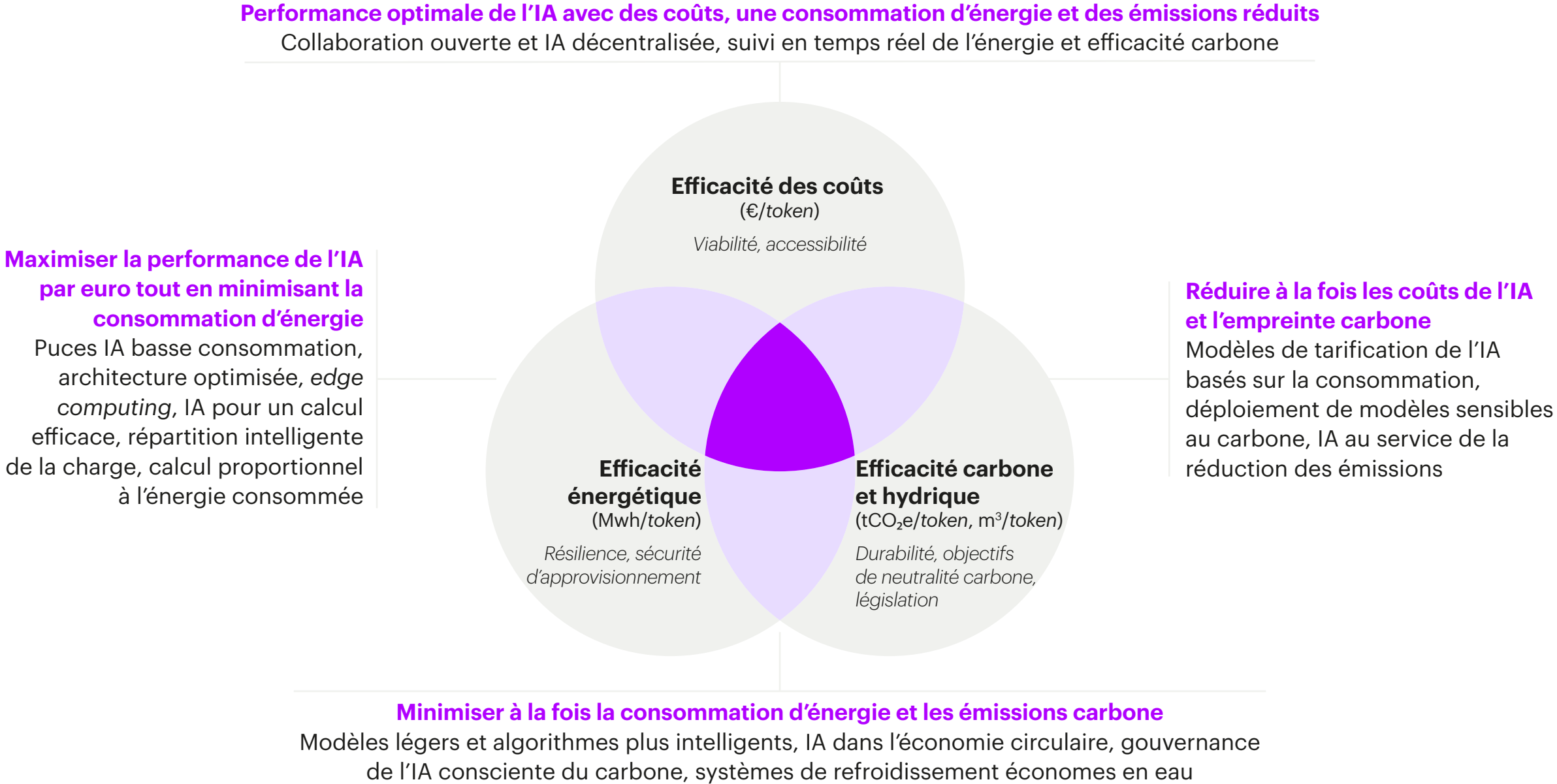
Pour combler cette lacune, Accenture a développé le « Sustainable AI Quotient » (SAIQ), un indicateur multidimensionnel qui mesure l'efficacité avec laquelle les systèmes d'IA transforment les ressources en performance concrète.

Comme le montre la figure 4, le SAIQ permet aux organisations de trouver un équilibre entre trois dimensions interconnectées :

- **efficacité économique (€/token)** : viabilité, accessibilité financière ;
- **efficacité énergétique (MWh/token)** : résilience, sécurité d'approvisionnement ;
- **efficacité carbone et hydrique (tCO₂e / token, m³ d'eau / token)** : durabilité, objectifs de neutralité carbone, conformité réglementaire.



Figure 4
Équilibre entre coût, énergie, carbone et impact sur l'eau (tokens par € MWh par tCO²e par litre)





En appliquant le SAIQ à l'ensemble de la chaîne de valeur — du matériel aux cas d'usage — les entreprises peuvent dépasser les initiatives cloisonnées et construire une approche unifiée et responsable de l'IA, conciliant haute performance et durabilité à long terme.

Par exemple, grâce au SAIQ, les organisations peuvent intégrer la performance environnementale dans la gouvernance de l'IA en :

- évaluant et suivant l'intensité des ressources sur l'ensemble des systèmes et déploiements d'IA;

- définissant et appliquant des seuils environnementaux à chaque étape du cycle de vie de l'IA;
- alignant l'optimisation opérationnelle à la fois avec les objectifs climatiques et les impératifs de rentabilité.

Le SAIQ d'une organisation peut être calculé comme une somme pondérée de **€/token, MWh/token, tCO₂e/token et m³ d'eau/token.**

$$SAIQ = w1.\frac{\$}{token} + w2.\frac{MWh\ energy}{token} + w3.\frac{tCO_2e}{token} + w4.\frac{m^3\ water}{token}$$

Plus le SAIQ est faible, plus le système d'IA est efficace et responsable. Cette métrique permet d'introduire une approche standardisée, fondée sur les données, pour relever le défi de mesurer le véritable impact de l'IA au regard des ressources utilisées. Mais la question demeure : les entreprises françaises sont-elles prêtes à l'utiliser ?

Préparation à l'adoption d'une IA durable










Alors que le *Sustainable AI Quotient* constitue un cadre robuste et standardisé pour mesurer et orienter la performance durable de l'IA, son efficacité dépend de la capacité des organisations à intégrer un tel référentiel dans leurs opérations. Les entreprises françaises sont-elles réellement prêtes à transformer la mesure en action ?

Pour répondre à cette question, nous avons analysé les données d'entreprises françaises issues d'une enquête mondiale, en évaluant leur maturité selon trois axes : stratégie, indicateurs & empreinte environnementale, et préparation technologique.

Ensemble, ces trois axes permettent de déterminer si les entreprises disposent d'une gouvernance stratégique, de capacités de mesure et d'une base technologique suffisantes pour intégrer l'IA durable au cœur de leurs activités.



Figure 5
Les 9 dimensions clés d’une approche durable de l’intelligence artificielle

Stratégie	Indicateurs & empreinte environnementale	Préparation technologique
 Identification des risques environnementaux (mais aussi des autres risques ESG) liés à l’IA	 Mesure de l’empreinte environnementale des systèmes d’IA	 Mesures techniques de réduction d’impact durant le développement (ex. : infrastructure sobre)
 Stratégie de réduction des émissions carbone au niveau de l’organisation (ex. : compensation, énergies renouvelables)	 Publication de bilans carbone associés aux systèmes d’IA	 Mesures techniques durant l’usage/ le déploiement (ex. : efficacité énergétique)
 Approche structurée pour identifier et traiter les risques environnementaux dans le cycle de développement/ utilisation	 Sélection et suivi des indicateurs environnementaux d’IA responsable dans l’entreprise	 Compétences techniques internes en IA responsable (ex. : explicabilité, biais, réduction d’émissions carbone)

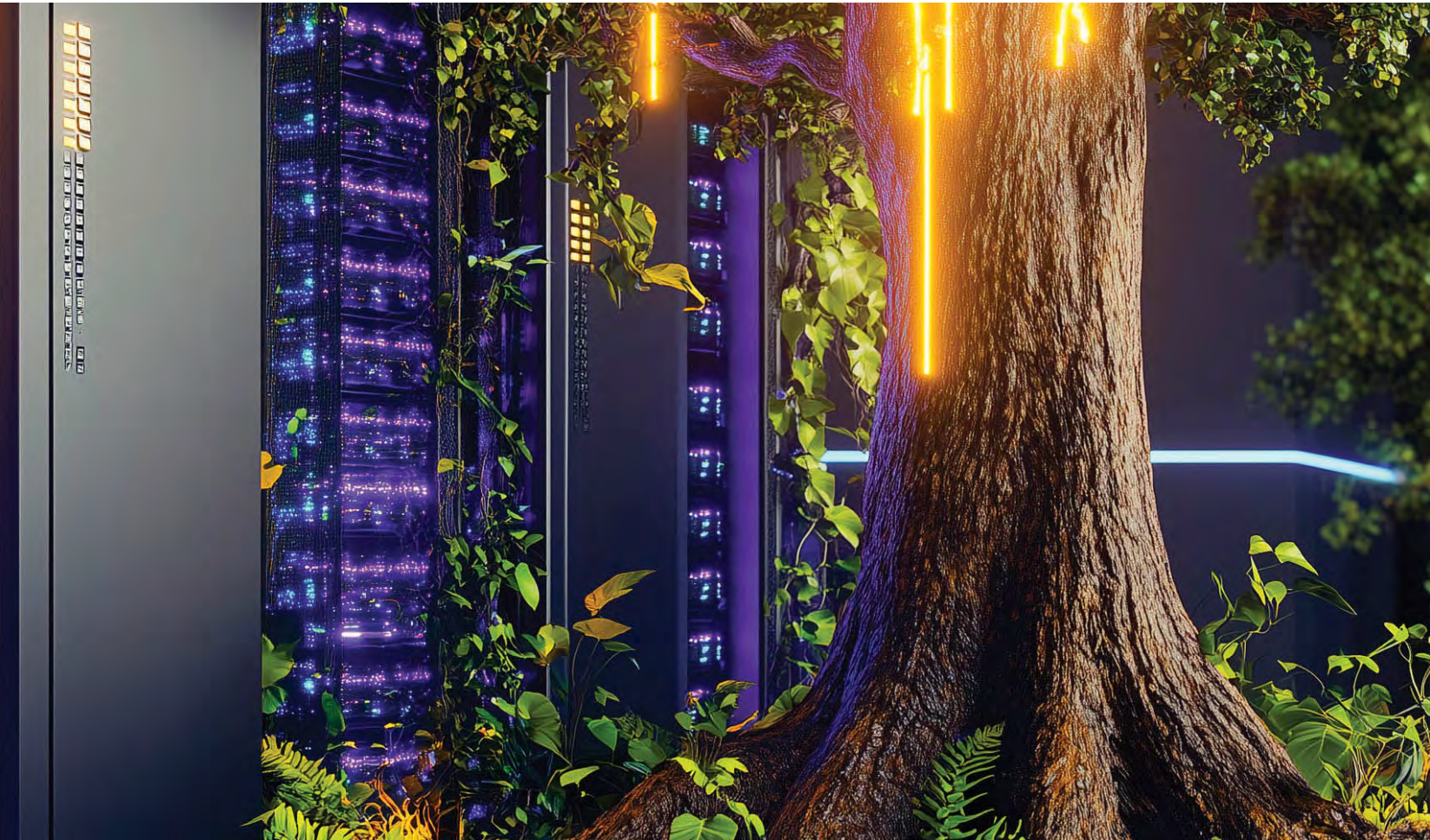
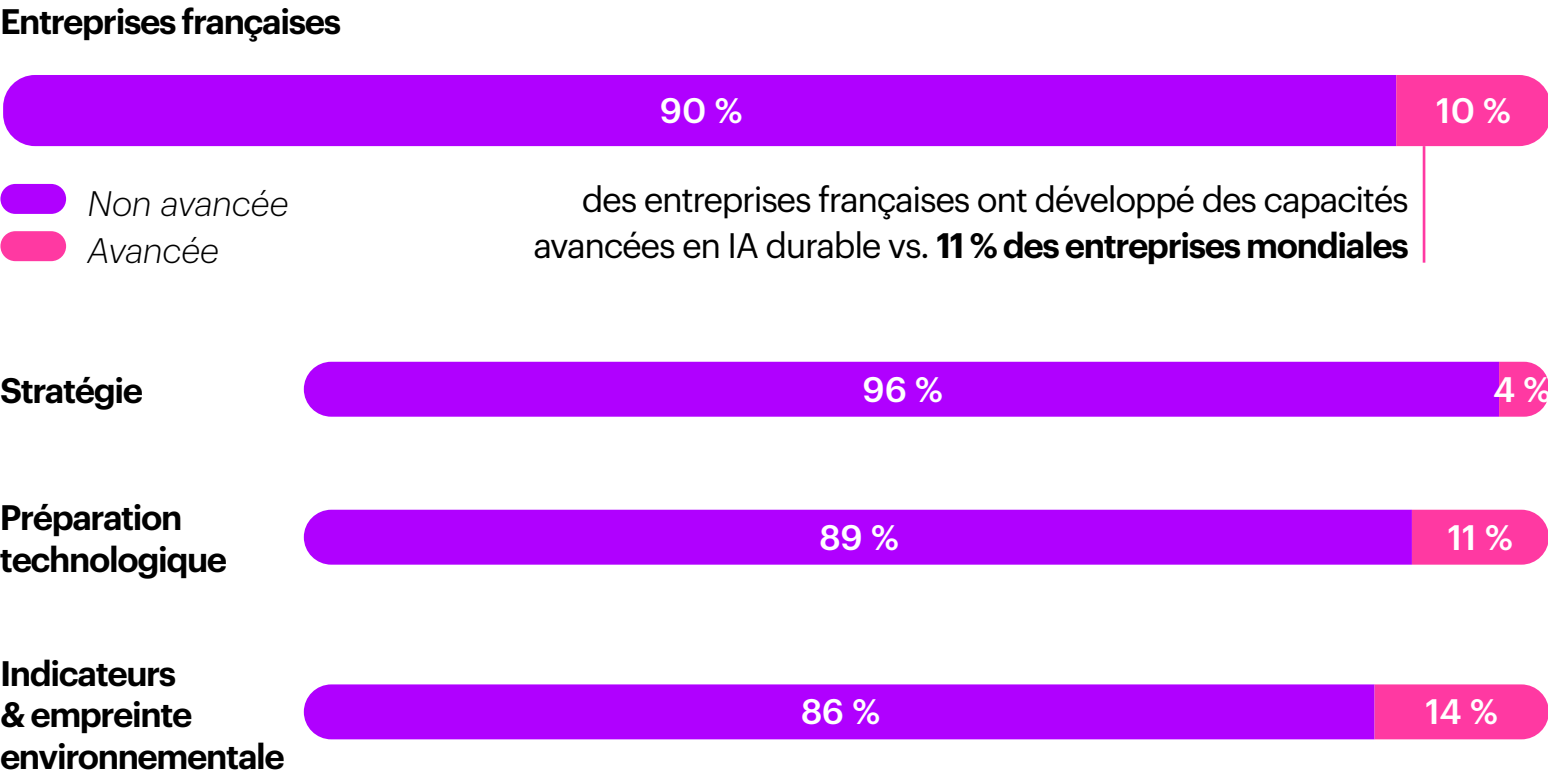
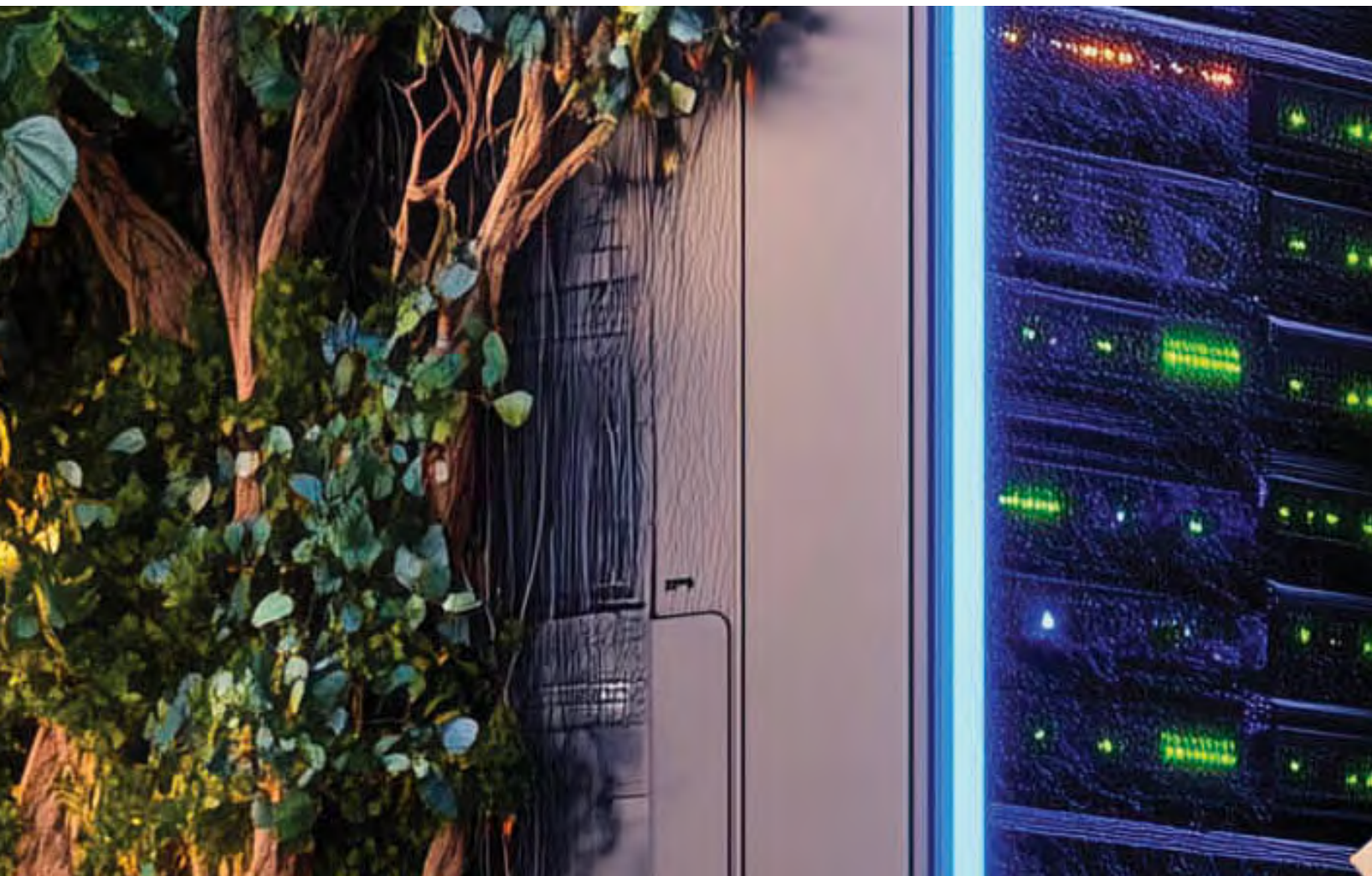


Figure 6
Les entreprises françaises les plus avancées dans la gestion des impacts environnementaux de l'IA





De la prise de conscience à l'action : la dynamique de progrès vers une IA durable

Malgré une prise de conscience généralisée, seulement 10 % des entreprises françaises sont « avancées » dans l'adoption de capacités garantissant la responsabilité environnementale de leur IA. Plus précisément, seule une minorité d'entre elles présente un niveau de maturité avancé en matière de stratégie (4 %), dispose d'indicateurs de mesure (14 %) et d'une préparation technologique suffisante (11 %) pour gérer l'impact environnemental de l'IA.

Stratégie

La plupart des entreprises françaises ont commencé à élaborer des stratégies durables liées à l'IA, mais peu ont transformé leurs ambitions en actions concrètes. La maturité « avancée » reste rare, la durabilité étant largement absente des domaines clés tels que la gouvernance des risques liés à l'IA, la planification stratégique et la responsabilité des dirigeants. Cette lacune stratégique compromet la capacité à anticiper et atténuer l'empreinte environnementale croissante de l'IA. Sans une gouvernance forte et intégrée, les entreprises risquent par défaut d'adopter des modèles opérationnels non durables qui ne répondent ni aux attentes réglementaires, ni à celles des parties prenantes en constante évolution. **Sans intégrer l'impact environnemental dans la gouvernance stratégique de l'IA, les entreprises ne disposent pas de la structure nécessaire pour définir ou appliquer des seuils issus des analyses du SAIQ.**



Indicateurs & empreinte environnementale

Il s'agit du domaine le plus avancé, bien que seulement 14 % des entreprises y affichent une forte maturité. Nombre d'entre elles mettent en place des capacités de surveillance fragmentées, mais sans l'alignement stratégique ni l'intégration technique nécessaires pour transformer les données en actions efficaces. L'absence de métriques robustes et standardisées empêche les entreprises de suivre leur impact environnemental, de définir des objectifs de performance ou de généraliser des pratiques responsables. Sans indicateurs fiables, les efforts de durabilité restent déconnectés du développement de l'IA, entraînant des priorités mal alignées et une responsabilité limitée. **Cela pose un problème particulier lors du déploiement du SAIQ, qui repose sur un flux constant de données de performance en matière de carbone, d'énergie et d'eau pour fonctionner efficacement.**

« Chez SUEZ, les équipes IA ont développé une plateforme collaborative de développement algorithmique intégrant des fonctions de calcul d'équivalent CO₂. Des bibliothèques internes permettent d'estimer les émissions des modèles sur la base de données réelles, notamment en environnement industriel. L'objectif principal de ces développements est de limiter les impacts environnementaux des activités de SUEZ, notamment en réduisant la consommation d'énergie, en préservant la ressource en eau et en diminuant l'usage de réactifs. À ce titre, l'empreinte liée aux fonctions de calcul des émissions de CO₂ reste négligeable au regard des bénéfices concrets obtenus. Une nouvelle phase de travail vise à automatiser ces calculs de gains à grande échelle, dans une logique de décision éclairée. Cette approche a d'ores et déjà conduit à l'arrêt de certains projets IA lorsque les bénéfices ne justifiaient pas leur impact. »



Claire Mathieu
Responsable Data & IA, SUEZ



Préparation technologique

Ce pilier est légèrement avancé, avec 11 % des entreprises françaises démontrant des capacités solides. Ces avancées reflètent les efforts actifs des équipes d'ingénierie pour réduire l'empreinte carbone de l'IA grâce à l'optimisation des modèles et à l'utilisation d'infrastructures énergétiquement efficaces — des pratiques encourageantes qui devraient être largement renforcées au sein des organisations afin de maximiser leur impact. Toutefois, ces initiatives restent souvent isolées des stratégies commerciales plus larges. En l'absence de leadership clair et de gouvernance intégrée, même les innovations les plus prometteuses peinent à générer une valeur cohérente à l'échelle de l'entreprise. **Même les infrastructures les plus économes en énergie ou les modèles les plus optimisés restent insuffisants s'ils ne sont pas intégrés dans un système plus large de suivi et d'amélioration de l'efficacité environnementale à l'aide de métriques comme le SAIQ.**

« Chez un constructeur automobile comme Renault Group, l'empreinte environnementale de l'IT reste modeste comparée à celle des processus industriels ou logistiques par exemple. Cela ne nous empêche pas pour autant d'agir et nous avons engagé de nombreuses initiatives visant à maîtriser et limiter l'empreinte environnementale de l'IT, tant sur nos infrastructures que sur nos usages. Sur certains projets utilisant le cloud, l'application de bonnes pratiques a, par exemple, permis de réduire de 70 % les coûts et de 80 % l'impact environnemental.

Par ailleurs, dans le cadre du développement de notre *Software-Defined Vehicle* (SDV), les calculs complexes liés à l'entraînement des modèles d'IA (comme ceux utilisés pour l'assistance à la conduite) sont réalisés dans le cloud, dans des infrastructures optimisées sur le plan énergétique. Une fois entraînés, ces modèles sont compressés et intégrés dans le véhicule sous une forme allégée, afin d'être exécutés localement en temps réel. Cette approche permet de combiner performance et sobriété numérique à bord. »



Pierre Houllès

Directeur adjoint
des systèmes d'information
de Renault Group

Le coût de la fragmentation

Les entreprises françaises commencent à agir, mais les progrès restent souvent cloisonnés et manquent de cohérence stratégique. Pour générer un réel impact, les entreprises doivent aligner leurs efforts de durabilité grâce à une gouvernance intégrée, une collaboration interfonctionnelle renforcée et l'utilisation cohérente d'indicateurs environnementaux exploitables. Sans alignement systémique, les risques posés par l'IA — y compris l'utilisation inefficace des ressources et la rigidité opérationnelle — ne feront que s'intensifier, exposant les entreprises à une vulnérabilité accrue dans un contexte réglementaire et technologique en rapide évolution.

Comment concilier croissance, responsabilité environnementale et performance économique ?

Une démarche holistique s'impose pour donner une valeur objective à l'IA.

1. Mesurer sur le cycle de vie de l'IA. Il est nécessaire de collecter des données de télémétrie granulaires en temps réel, sur le cycle de vie de l'IA, avec un focus spécifique sur l'intensité carbone et les indicateurs de consommation d'eau. L'interprétation des données doit être contextualisée en fonction de la complexité du modèle, des configurations du *hardware* et de la géographie du déploiement.

2. Intégrer le principe d'efficience dans la gouvernance. Ces indicateurs doivent être intégrés dans une gouvernance répondant à des codes précis. Des plateformes telles que Watsonx.governance permettent la traçabilité, la surveillance en temps réel et des systèmes d'alerte basée sur des seuils. Des niveaux de « risque carbone » peuvent être définis, l'arrêt automatique est prévu en cas d'entraînement inefficace. Chaque déploiement doit satisfaire des critères environnementaux.

3. Institutionnaliser les boucles de rétroaction et les mécanismes de responsabilisation.

L'indicateur global de performance doit être partagé dans les revues de direction et les modèles d'exploitation de l'IA. Cet indicateur peut être évalué au regard des performances historiques et/ou du secteur industriel. Des boucles de rétroaction permanentes permettent d'intégrer les évolutions technologiques ou les nouvelles normes à la pointe de la durabilité.

« Chez EDF, le déploiement des cas d'usage avec de l'IA générative repose sur cinq principes structurants : au service des utilisateurs, non-discrimination, éco-responsabilité, conformité réglementaire, et cybersécurité renforcée. Les modalités de déploiement de ces principes, issues d'un dialogue social avec les IRP et validés en comité exécutif, sont intégrés dans les clauses d'achats, appliqués à tous les projets IA et vérifiés lors du passage des jalons. Ce cadre permet d'ancrer la performance IA dans une vision durable, responsable et concertée. »



Eric Robert
Responsable IA Groupe, EDF

Des solutions existent pour mesurer l'impact environnemental de l'IA

Bien que le *Sustainable AI Quotient* (SAIQ) fournisse une vue d'ensemble composite de l'efficacité environnementale, il repose sur une base solide d'indicateurs opérationnels granulaires, tels que l'intensité carbone, la consommation d'énergie et l'utilisation de l'eau.

Ces indicateurs clés de performance (KPI) ne constituent pas une alternative au SAIQ, mais en sont les éléments constitutifs. Des outils d'observabilité natifs du *cloud* comme

*OpenTelemetry*⁸ et *Prometheus*⁹, permettent aux organisations de collecter des données en temps réel sur l'utilisation du calcul et de l'énergie. Des cadres de gouvernance tels que *Open Policy Agent*¹⁰ basés sur le principe du « policy as code », permettent d'appliquer dynamiquement des seuils environnementaux directement dans les *pipelines* d'IA.

Plusieurs entreprises pionnières intègrent déjà ces systèmes. *Microsoft* dispose de tableaux de bord pour mesurer l'empreinte carbone de son IA. L'entreprise a développé des mécanismes automatisés de conformité aux politiques d'IA.¹¹ *Google* a effectué des

analyses complètes du cycle de vie de ses unités de traitement et outils spécialisés pour les charges de travail d'IA.¹² Cela a conduit à la mise au point de l'indicateur *CCI (Compute Carbon Intensity)*, qui mesure les émissions de carbone par unité de calcul.¹³

Il n'existe pas encore de norme globale de durabilité de l'IA, des travaux de fond sont en cours. Les entreprises peuvent être moteur pour élaborer un socle basé sur les meilleures pratiques. Plusieurs initiatives sont en cours. Le *groupe de travail IEEE P7100*¹⁴ élabore la première norme internationale pour mesurer l'impact environnemental de

l'IA, la *Green Software Foundation*¹⁵ promeut le développement d'une IA économe en énergie et le groupe d'*experts de l'OCDE sur l'IA Compute and Climate*¹⁶ promeut des méthodologies de comptabilité carbone partagées.

Des groupes industriels, dont l'*Alliance SSI*¹⁷ et le *programme TAG Environmental Sustainability de la CNCF*¹⁸, sont à l'origine du développement de critères d'efficacité énergétique ouverts par l'IA et de modèles de gouvernance alignés sur la durabilité.

⁸ OpenTelemetry. <https://opentelemetry.io/>
⁹ Prometheus - Monitoring system & time series database. <https://prometheus.io/>
¹⁰ Open Policy Agent. <https://www.openpolicyagent.org/>
¹¹ Microsoft, 2024. Sustainable by design: Advancing the sustainability of AI. Microsoft. <https://blogs.microsoft.com/blog/2024/04/02/sustainable-by-design-advancing-the-sustainability-of-ai/>
¹² SemiEngineering, 2024. Cradle-to-grave analysis of the carbon footprint of AI hardware: Google. <https://semiengineering.com/cradle-to-grave-analysis-of-the-carbon-footprint-of-ai-hardware-google/>
¹³ Data Centre Magazine, 2024. How Google tripled AI chip carbon efficiency: LCA. <https://datacentremagazine.com/technology-and-ai/how-google-tripled-ai-chip-carbon-efficiency-lca>
¹⁴ IEEE, 2024. What are the building blocks of sustainable AI – from design to deployment? <https://itcc.ieee.org/news/what-are-the-building-blocks-of-sustainable-ai-from-design-to-deployment/>
¹⁵ Green Software Foundation, 2024. The EU AI Act: Insights from the Green AI Committee. <https://greensoftware.foundation/articles/the-eu-ai-act-insights-from-the-green-ai-committee>
¹⁶ OECD.AI Compute. <https://oecd.ai/en/compute>
¹⁷ SSIA. Semiconductor Sustainable Initiative Alliance (SSIA). <https://www.ssia.org/>
¹⁸ CNCF TAG Environmental Sustainability. TAG Environmental Sustainability. <https://tag-env-sustainability.cncf.io/>



Réduire l'impact environnemental grâce à des solutions technologiques et des pratiques responsables

La mesure n'est qu'un point de départ. Pour réduire le coût environnemental de l'IA, les entreprises doivent agir sur la base des enseignements tirés de ces indicateurs — en améliorant la performance non seulement en termes de résultats, mais aussi d'efficacité dans l'usage des ressources.

Plusieurs solutions éprouvées sont déjà disponibles :

- **optimisation du matériel** : en optimisant l'efficacité énergétique des processeurs graphiques (GPU) et des data centers, la consommation énergétique mondiale de l'IA pourrait être réduite de 121 TWh soit l'équivalent de la consommation annuelle de la Norvège;

- **conception de l'infrastructure** : des solutions incluent la programmation adaptative pour utiliser l'IA au moment où l'énergie est la moins chère et la plus décarbonée; privilégier les emplacements de data centers dans les pays à énergie décarbonée, intégrer des petits réacteurs nucléaires modulaires (SMR), utiliser les technologies de refroidissement avancées (refroidissement par immersion, réutilisation d'eau, etc) qui ont démontré des économies d'eau potentielles de 50 à 70 % ;
- **choix des modèles et tarification** : une utilisation plus stratégique et sélective de l'IA minimise substantiellement les coûts. Par défaut, de nombreuses organisations utilisent des modèles d'IA généralisés et de grande taille, ce qui s'avère coûteux. Il faut privilégier les modèles simples et spécifiques aux tâches souhaitées. Les entreprises peuvent encourager une

utilisation réfléchie en recourant à des modèles de tarification basés sur l'utilisation ou l'efficacité, plutôt que des tarifications forfaitaires.

Mais il ne suffit pas de calculer le coût environnemental de l'IA pour le réduire. Il doit être mis au regard de ses bénéfices. L'IA est un défi pour les politiques de décarbonation mais également **une opportunité**. Par sa capacité à intégrer des paramètres multiples, à générer des scénarios, à suivre en temps réel des indicateurs ou encore à détecter précocement des signaux faibles, l'IA est un outil d'aide à la décision, de *monitoring*, d'optimisation et de gestion de crise, sans précédent. Or, à peine 14 % des entreprises utilisent l'IA à cette fin.

« Parmi les enjeux liés à la performance de nos modèles d'IA et d'IA générative, nous portons une attention particulière à la sobriété énergétique. À ce titre, nos équipes IT mettent en œuvre plusieurs leviers d'optimisation à différents niveaux de la chaîne technologique dans un cadre sécurisé, tant au niveau de nos data centers, que de la gestion des ressources GPU et des bibliothèques, de l'architecture IT ou encore de l'usage des données au sein de nos modèles. Ces actions s'inscrivent dans une stratégie à long terme déployée par les métiers du Groupe lui permettant de bâtir une plateforme IA efficiente. Pour cela, nous nous appuyons sur l'expertise et la montée en compétences de nos collaborateurs. »



Su Yang
Head of AI for Transaction Banking, and Head of AI & IT Innovation, BNP Paribas

Une feuille de route pour une IA responsable et à l'échelle en France

Le paradoxe entre performance et durabilité de l'intelligence artificielle impose aujourd'hui des choix rapides et structurants. Des indicateurs tels que le *Sustainable AI Quotient* (SAIQ) offrent une grille de lecture puissante pour évaluer la véritable efficacité de l'IA et l'aligner sur des objectifs à la fois environnementaux et opérationnels. En intégrant ces pratiques tout au long de la chaîne de valeur de l'IA, les organisations peuvent passer de l'expérimentation à une transformation durable — réduisant leur impact, renforçant leur agilité et contribuant de manière significative à la transition écologique de la France.



Méthodologie

Estimation de la consommation d'énergie des data centers dédiés à l'IA

Pour estimer la consommation d'énergie des data centers dédiés à l'IA, nous partons de la croissance projetée du nombre de GPU (*Graphics Processing Unit*) de classe IA entre 2022 et 2030, sur la base des prévisions de demande du marché fournies par Gartner. Nous estimons ensuite la demande totale en puissance (en mégawatts) de ces GPU en appliquant une puissance moyenne par GPU, des taux d'utilisation attendus, ainsi qu'un facteur de surcharge lié aux infrastructures et au refroidissement, exprimé par le coefficient d'efficacité énergétique (PUE, pour *Power Usage Effectiveness*). Cette puissance totale est ensuite convertie en consommation

annuelle d'électricité (en TWh) en la multipliant par le nombre d'heures dans une année (8 760) et en convertissant les unités.

Pour estimer la part de la France dans cette consommation mondiale d'énergie, nous utilisons les données de Jefferies, qui fournit des estimations de capacité des data centers en France (en MW) pour les années 2023, 2028 et 2032. Nous interpolons les valeurs pour la période 2024 à 2027 en nous basant sur le taux de croissance annuel composé (TCAC) implicite entre 2023 et 2028. Pour les années 2029 et 2030, nous prolongeons la projection en utilisant le TCAC sur 10 ans fourni par Jefferies.

Nous modélisons deux scénarios (et pour chacun, nous calculons des cas bas, de base et haut pour refléter l'incertitude autour de

facteurs clés tels que l'efficacité des GPU, les taux d'utilisation et de déploiement) :

- **«avant annonces»** : basé uniquement sur les projections de croissance de Jefferies à partir de 2023 ;
- **«après annonces»** : intègre les capacités supplémentaires de data centers IA liées aux engagements d'investissement officiels pris par le gouvernement français en 2025, lors du Sommet pour l'Action sur l'Intelligence Artificielle et de la 8^e édition du sommet Choose France. Nous appliquons ces estimations de capacité à partir de l'année 2026 jusqu'à 2030, tout en utilisant les projections de croissance de base de Jefferies pour les années 2023 à 2025.

Projet annoncé	Capacité supplémentaire annoncée (MW)	Source
Fluidstack supercalculateur IA	1 000	AI Action Summit
Brookfield / Extension de Data 4	1 000	AI Action Summit
Campus open-IA MGX + Mistral + Nvidia	(estimated) 200	AI Action Summit (mis à jour au Choose France Summit)
Pipeline Sesterce (Grand Est)	600	AI Action Summit
Campus Prologis en Île-de-France	400	AI Action Summit



Calcul de la demande d'électricité liée aux usages de l'IA

Pour établir les valeurs présentées dans la figure 2, nous avons exprimé la consommation d'électricité projetée des data centers liés à l'IA en France en pourcentage de la demande annuelle totale d'électricité du pays. Les projections de demande totale reposent sur les trajectoires de mix énergétique et de consommation définies dans la Stratégie Française Énergie-Climat (SFEC), affinées à l'aide des données de l'AIE et des hypothèses de marché fournies par Jefferies. Les variations de scénarios (bas, de base, haut) ont été appliquées à la fois à la demande spécifique liée à l'IA et à la demande nationale globale. Pour les scénarios « après annonces », les engagements de capacité supplémentaires ont été intégrés dans la demande projetée des data centers IA à partir de 2026.

Évaluation des émissions de CO₂ générées par l'IA

Pour estimer les émissions de CO₂ des data centers d'IA, nous partons de la consommation annuelle d'électricité projetée pour la France (en TWh) selon les deux scénarios. Nous appliquons ensuite le mix de production d'électricité national de la France — basé sur les données 2023 de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) — qui détaille la part d'électricité produite par chaque source (par exemple : nucléaire, gaz, hydraulique, éolien, solaire, charbon, pétrole).

Chaque source possède une intensité carbone spécifique, exprimée en tonnes métriques équivalent CO₂ (tCO₂e) par GWh, également fournie par l'AIE. Nous appliquons ces facteurs d'émission à la part correspondante de l'électricité utilisée chaque année par les data centers d'IA. Nous

supposons que le mix énergétique français évoluera selon les objectifs définis dans la Stratégie Française Énergie-Climat (SFEC) de *mars 2025*, et avons ajusté les chiffres du mix énergétique par année afin de refléter les objectifs fixés pour 2030.

Cela nous permet d'estimer les émissions annuelles de CO₂ liées à l'IA en France pour chaque scénario, en cohérence avec les projections de consommation d'électricité correspondantes.



Évaluation de la responsabilité environnementale de l'IA (ERAI)

Pour mesurer le pourcentage des entreprises les plus avancées dans la gestion des impacts environnementaux de l'intelligence artificielle, nous avons utilisé les réponses issues de l'enquête Responsible AI (RAI) 2025 menée par Accenture Research.

Ce pourcentage s'articule autour de trois grands axes.

- 1. Stratégie :** cet axe évalue si les organisations mettent en place des stratégies, comme des plans de réduction carbone ou des politiques ESG et et leur prise en compte dans les stratégies de risques environnementaux liés à l'IA.
- 2. Indicateurs et empreinte environnementale :** cet axe examine si les entreprises mesurent les émissions

carbones et la consommation d'eau associées à leurs systèmes d'IA, publient des bilans d'impact et suivent des indicateurs de performance environnementale.

- 3. Préparation technologique :** ce dernier axe évalue les mesures techniques mises en œuvre pour réduire l'impact environnemental (par exemple, l'utilisation d'infrastructures énergétiquement efficaces) ainsi que la présence de compétences internes en IA responsable (explicabilité, réduction des biais, etc.).

L'enquête a recueilli les réponses d'environ 1 500 organisations dans le monde, dont 81 entreprises basées en France. Chaque répondant a répondu à une série structurée de questions correspondant aux trois axes ci-dessus.

Les réponses ont été notées sur une échelle binaire (0-1) ou ordinale (0-3), selon le type de question. Une moyenne a été calculée pour chaque axe, permettant de classer chaque organisation dans l'un des deux niveaux de maturité suivants :

- **non avancée** (capacités faibles ou modérées) ;
- **avancée** (solides).

Cela nous a permis de mettre en lumière les forces et les axes de progrès en matière de gouvernance environnementale de l'IA.

Auteurs

Contributeurs

Dominique Lewis, Shalabh Kumar Singh, Matthew Robinson, Ana Ruiz Hernanz, Yuhui Xiong.

Remerciements

Les auteurs remercient le Cercle de Giverny, les entreprises françaises ayant répondu à cette étude, et plus particulièrement les entreprises partenaires du Cercle de Giverny : BNP Paribas, EDF, Renault Group et SUEZ.



Marie Georges
Global Sustainability Services Lead
marie.georges@accenture.com



Chantal Jouanno
*Managing Director Energy Utilities,
France & Benelux*
chantal.jouanno@accenture.com



Edvina Kapllani
Research Lead, France & Benelux
edvina.kapllani@accenture.com

À propos

À propos d'Accenture

Accenture est un *leader* mondial de services professionnels qui aide les grandes entreprises, les pouvoirs publics et les autres organisations à construire leur noyau numérique, à optimiser leurs opérations, à accélérer la croissance de leur chiffre d'affaires et à améliorer les services aux citoyens, créant ainsi une valeur tangible à grande vitesse et à grande échelle. Nous sommes une entreprise axée sur le talent et l'innovation, qui compte près de 791 000 personnes au service des clients dans plus de 120 pays. La technologie est aujourd'hui au cœur du changement, et nous sommes l'un des *leaders* mondiaux dans la conduite de ce changement, avec de solides relations avec notre écosystème. Nous combinons notre force technologique et notre leadership dans les domaines du *cloud*, des données et de l'IA avec une expérience sectorielle inégalée, une expertise fonctionnelle et une capacité de service globale. Notre large gamme de services, de solutions et d'actifs dans les domaines de la stratégie et du conseil, de la technologie, des opérations, de l'industrie du Futur et d'Accenture Song, associées à notre culture du succès partagé et à notre engagement à créer de la valeur à 360°, nous permettent d'aider nos clients à se réinventer et à construire des relations durables et de confiance. Nous mesurons notre succès par la valeur 360° que nous créons pour nos clients, les uns pour les autres, nos actionnaires, nos partenaires et nos communautés.

Site Internet : www.accenture.fr

À propos d'Accenture Research

Accenture Research dessine les tendances et crée un « Thought Leadership » axé sur les données. Associant la puissance de méthodes de recherche innovantes et sa connaissance poussée des secteurs de nos clients, notre équipe de 300 chercheurs et analystes est implantée dans 20 pays et publie chaque année des centaines de rapports, d'articles et de points de vue. Adossée à des données exclusives et à des partenariats avec des organisations telles que le MIT et la Harvard Business School, notre analyse des tendances suscite la réflexion, guide nos innovations, et nous permet de transformer des théories et des idées novatrices en solutions concrètes pour nos clients.

Site Internet : www.accenture.com/research

À propos du Cercle de Giverny

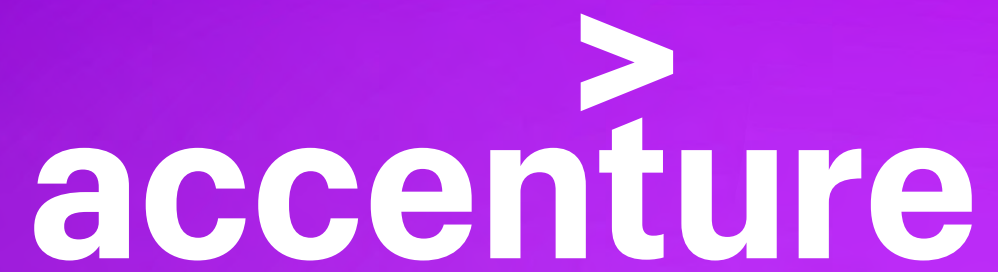
Le Cercle de Giverny est un laboratoire d'idées de référence qui rassemble et accompagne les décideurs engagés, afin de leur permettre de se placer à l'avant-garde de la résolution des défis environnementaux et sociaux. Ses travaux sont placés sous le haut patronage du ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique. Le Cercle de Giverny organise le Forum de Giverny, 1er rendez-vous des entreprises durables, événement économique de référence en France.

Le think & do tank rassemble une centaine d'entreprises et plus de 500 experts incontournables des transitions et de la durabilité issus de l'entreprise, des institutions, des associations, des ONG, de l'enseignement supérieur ou encore des syndicats.

Chaque année, le Cercle publie 30 propositions pour accélérer la transformation écologique et sociale de la France et de l'Europe et valorise 50 leaders engagés de moins de 40 ans, grâce au Palmarès Giverny x Le Point, qui y contribuent.

Depuis 2024, le Cercle de Giverny a rejoint le groupe international Forward Global, dont le siège historique est en France, et disposant de quatre bureaux principaux à Paris, Washington, Bruxelles et Londres. Acteur de référence de la gestion de risques avec plus de 400 collaborateurs, Forward Global est une société à mission, labellisée B Corp, qui propose une offre intégrée sur l'ensemble des trois grands risques : informationnel, économique et numérique. L'objectif du groupe est de réduire les risques auxquels sont exposés les dirigeants, les entreprises et les institutions, d'accompagner leurs réflexions et de renforcer leurs positions stratégiques.

Site Internet : www.cercle-giverny.fr



Avertissement : Les renseignements contenus dans le présent document reflètent l'information disponible au moment où ce document a été préparé, comme indiqué par la date figurant sur la page de couverture. Cependant, la situation mondiale évolue rapidement et le point de vue pourrait changer. Ce contenu est fourni à titre d'information générale seulement. Il ne tient pas compte des circonstances particulières du lecteur et il ne vise pas à remplacer la consultation de nos conseillers professionnels. Dans toute la mesure permise par la loi, Accenture décline toute responsabilité à l'égard de l'exactitude et de l'exhaustivité des renseignements contenus dans ce document et de toute action ou omission basée sur ces renseignements. Accenture ne fournit pas de conseils juridiques, réglementaires, de vérification ou fiscaux. Il incombe aux lecteurs d'obtenir ces conseils auprès de leur propre conseiller juridique ou d'autres professionnels autorisés. Le présent document renvoie à des marques ou à des entreprises qui appartiennent à des tiers. Toutes les marques ou entreprises des tiers appartiennent à leurs propriétaires respectifs. En faisant référence à ces marques ou entreprises, nous ne cherchons aucunement à laisser croire ou sous-entendre que leurs propriétaires cautionnent ou commanditent ce document.