Rendre l'IA sobre pour gagner la course à la transition

par Mathias Abitbol, étudiant à l'École Normale Supérieure

2ème Prix du concours 2025 du blog Bloc-notes Éco

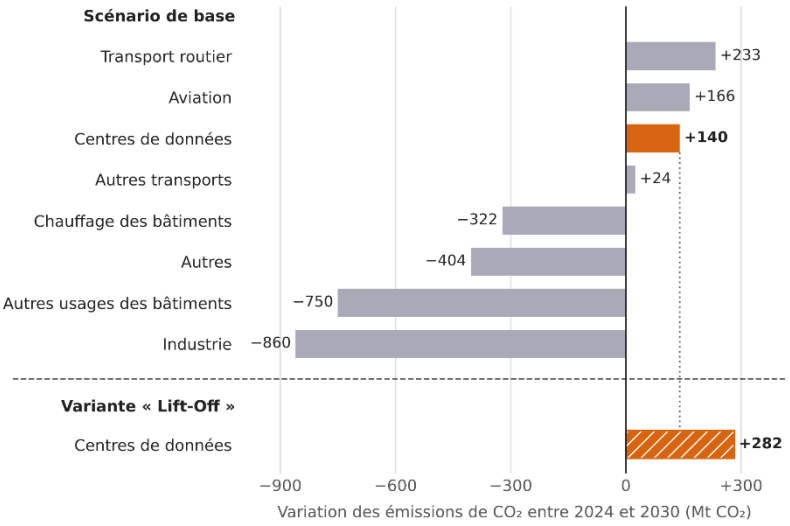
La transition énergétique repose sur une équation difficile : électrifier l'économie tout en décarbonant la production et la consommation. L'IA complexifie cette équation par l'explosion de la consommation des centres de données. Mais elle peut aussi contribuer à la résoudre, à deux conditions : rendre l'IA générative plus sobre, et déployer l'IA spécialisée là où elle décarbone. De cette course de vitesse dépendra le bilan énergétique de l'IA.

L'IA constitue une menace réelle pour la transition énergétique

L'essor de l'intelligence artificielle (IA) générative fait émerger au niveau mondial une nouvelle demande en électricité et en eau au moment même où les capacités bas carbone et les réseaux deviennent des ressources rares. Cette demande génère des externalités négatives, en accentuant les tensions sur les ressources énergétiques et en contribuant à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre. Les centres de données seront ainsi l'une des principales sources d'augmentation des émissions carbone à horizon 2035.

Cette tension est d'abord alimentée par la course à la performance des modèles d'IA générative. Les grands modèles de langage restent dans une phase de développement précoce, où les acteurs dominants accroissent sans cesse la taille des modèles. Cette dynamique induit une forte hausse de la consommation des centres de données. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE, 2025), elle était d'environ 415 TWh en 2024, soit près de 1,5 % de la demande mondiale, et pourrait atteindre environ 945 TWh en 2030 dans le scénario de base. L'IA en est le principal moteur, aux côtés de la croissance plus générale des services numériques. Les émissions indirectes des centres de données passeraient ainsi de 180 à 320 Mt de CO_2, soit une hausse de 140 Mt, presque autant que l'aviation, alors que la plupart des secteurs réduisent leurs émissions. Dans la variante Lift-Off, qui suppose une adoption plus rapide de l'IA, la hausse atteindrait 282 Mt, la plus forte de tous les secteurs.

Graphique 1 : Variation des émissions de CO_2 par secteur entre 2024 et 2030, scénario de base et variante Lift-Off



Source : AIE (2025)

Note : Dans le scénario de base de l'AIE, les émissions indirectes des centres de données augmentent de 140 Mt de CO_2 entre 2024 et 2030, passant de 180 à 320 Mt. Dans la variante Lift-Off, qui suppose une adoption plus rapide de l'IA, la hausse atteint 282 Mt.

L'explosion de la consommation génère en outre des problèmes de congestion à l'échelle locale : les centres de données sont en général raccordés à des réseaux déjà saturés, à proximité de centres urbains. Cette demande supplémentaire accroît l'intensité carbone de la production électrique, en retardant la fermeture de centrales fossiles et conduisant à recourir de manière accrue au gaz et au charbon pour la production électrique, comme le montrent Bonfiglioli et al. (2025), en étudiant l'évolution de la consommation de localités américaines accueillant des centres de données.

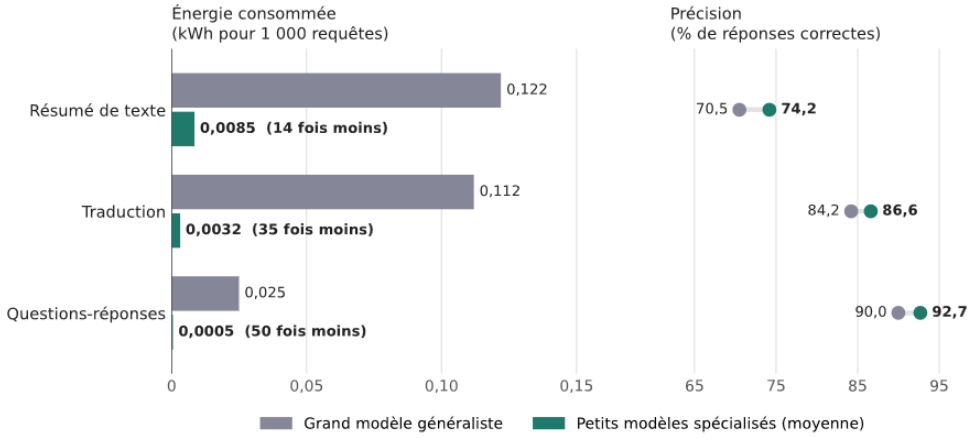
Des incitations performantes pourraient « verdir » la course à l'IA

Ces perspectives de forte croissance de la consommation énergétique doivent toutefois être nuancées par les gains d'efficacité du secteur numérique. Pour chaque unité d'électricité consommée par les serveurs, les centres de données consommaient, pour leur refroidissement et leur fonctionnement général, 1,5 unité supplémentaire en 2007, contre seulement 0,58 en 2023 (Arcep, 2026).

La dynamique observée jusqu'à aujourd'hui paraît ainsi pouvoir être inversée par l'adoption d'un cadre institutionnel ambitieux, permettant de valoriser l'efficacité énergétique et le dimensionnement raisonné des modèles IA selon les usages. Les premières études sur la question montrent que la compression des modèles aboutit à des économies d'énergie considérables. Selon l'UNESCO et UCL (2025), de petits modèles de langage spécialisés (SLM), consommant 14 à 50 fois moins d'énergie qu'un grand modèle généraliste (LLM) obtiennent des résultats similaires voire meilleurs pour des tâches comme le résumé, la traduction ou les questions-réponses, quand les SLM sont employés sur des données proches de leur entraînement. Il existe donc un espace pour le développement de modèles spécialisés, à condition d'orienter les usages : les grands modèles

généralistes seraient réservés aux tâches qui exigent leur polyvalence, et les tâches répétitives et bien délimitées seraient confiées à des modèles plus sobres.

Graphique 2 : Energie consommée et précision selon la tâche, comparaison d'un grand modèle généraliste et de petits modèles spécialisés



Source : UNESCO et UCL (2025)

Note : LLM : Llama 3.1 (8 milliards de paramètres), généraliste. SLM : modèles spécialisés par tâche (61 à 570 millions de paramètres), valeurs moyennes.

L'enjeu est donc de corriger la défaillance de marché : l'information imparfaite sur l'empreinte environnementale des modèles empêchent les utilisateurs de comparer leur efficacité énergétique et de privilégier un petit modèle sobre (SLM) à un grand modèle gourmand (LLM), à performance égale. Une étude analysant plusieurs centaines de modèles de LLM montre que 84 % ne font l'objet d'aucune information environnementale et seuls 2 % publient une mesure directe de leur empreinte carbone (Arcep, 2026). Rendre visible cette externalité négative pour les opérateurs et les utilisateurs (via une taxe sur l'intensité carbone de l'inférence, des standards d'efficacité ou une obligation de transparence) donnerait un avantage aux modèles sobres. Les SLM pourraient alors se substituer aux LLM pour une large part des requêtes.

L'« IA verte », levier encore peu exploité de la transition

Considérer l'IA comme une technologie homogène masque une distinction fondamentale : celle qui sépare l'impact de l'IA générative, très médiatisée, de l'IA spécialisée dans les systèmes de contrôle. Dans le second cas, l'IA peut réduire la consommation des infrastructures existantes, lisser les pointes de consommation et accroitre le recours aux énergies vertes à travers l'utilisation coordonnée de vastes masses de données. Ces IA, dites « vertes », peuvent entraîner des économies d'énergie et des émissions évitées supérieures à leur propre empreinte environnementale. Elles présentent ainsi un potentiel de gains privés et de bénéfices environnementaux collectifs.

L'industrie constitue un premier gisement. Les jumeaux numériques et les systèmes de contrôle fondés sur l'IA peuvent ajuster et optimiser en temps réel les processus énergivores des industries électro-intensives : aération, pompage, chaleur, pression… D'après la modélisation d'Abitbol et al. (2026) fondée sur un travail d'évaluation économétrique, la généralisation de solutions d'IA aux seuls secteurs industriels où leur potentiel est déjà démontré pourrait générer des gains

économiques associés à la baisse des émissions carbone de l'ordre de 940 milliards de dollars, et jusqu'à 1 800 milliards en tenant compte des gains d'efficacité énergétique. Ce second effet pourrait contrebalancer nettement les émissions des centres de données : selon l'AIE (2025), l'abattement permis par le déploiement large des applications d'IA existantes pourrait être trois à quatre fois supérieur aux émissions des centres de données eux-mêmes en 2035.

Tableau 1 : Gains de bien-être mondiaux selon le périmètre de diffusion de l'IA (DICE-2023)

Périmètre de diffusion de la technologie	**Part des émissions de CO_2 énergétiques**	**Gains de bien-être (Md$ 2025, PPA)**	
		Climat seul	*Climat + Energie*
Stations d'épuration seules	0,4%	75	149
+ *séchage industriel et galvanisation*	5%	940	1 800
Ensemble des émissions (extrapolation)	100%	18 800	36 000

Source : Abitbol et al. (2026)

Note : si la baisse de 6% de l'intensité carbone mesurée s'étendait aux secteurs où des solutions ont un potentiel technologique prouvé (5% des émissions mondiales), le gain de bien-être mondial atteindrait 940 Mds$ au titre des seuls émissions évitées, et 1 800 Mds$ en ajoutant la valeur de l'énergie économisée.

L'optimisation de la consommation domestique offre un second exemple. L'IA permet déjà de piloter des pans entiers de la dépense énergétique des ménages, comme le chauffage ou la recharge des véhicules électriques. Pour ces derniers, l'enjeu est de déplacer la recharge vers les heures creuses, où l'électricité est moins chère et moins carbonée. Évaluant un tel dispositif piloté par IA, Metcalfe et al. (2026) observent une réallocation de 42 % de la demande des ménages hors des heures de pointe. L'IA rend ainsi la flexibilité praticable : en automatisant ces arbitrages répétés, elle en transfère la charge à l'algorithme et permet d'adopter une sobriété qui, autrement, exigerait trop d'efforts des consommateurs.

Dans de nombreuses applications, l'IA représente donc un levier de décarbonation immédiat, capable de générer des gains énergétiques significatifs pour un coût économique faible voire négatif. Ce gain net reste toutefois soumis à deux conditions. D'une part, il existe un risque réel d'effet rebond : en réduisant le coût énergétique d'un service, l'IA en stimule l'usage, limitant ainsi en partie les économies réalisées. D'autre part, l'adoption massive d'IA spécialisées reste aujourd'hui incertaine : selon Eurostat (2025), en 2025, il n'y a guère plus de 5 % des entreprises européennes qui utilisent l'IA à des fins d'optimisation par analyse de données. Cette faible diffusion, malgré les externalités positives associées aux émissions évitées, s'explique notamment par des défaillances de coordination : résistances à la remise en cause de compétences métier longuement constituées ; fragmentation des marchés rendant difficile la mise en contact des offreurs de solutions IA avec les entreprises utilisatrices ; faible valorisation économique des gains générés (Abitbol et al., 2026).

Trois leviers répondent à ces obstacles. Valoriser les émissions évitées, d'abord : les économies mesurées pourraient par exemple ouvrir droit aux certificats d'économies d'énergie. Structurer le marché, ensuite, en référençant les solutions aux gains vérifiés pour rapprocher fournisseurs et

industriels. Accompagner les entreprises, enfin, en finançant pilotes et formation, pour que l’IA prolonge l’expertise métier au lieu de la menacer. À ces conditions, l’IA ne condamne pas la transition, et peut même l’accélérer.