

# Simulation 1 : Production vs Consommation énergétique

Projection basée sur le rapport de RTE et l'estimation de la consommation du *Data Center* de Data One à Éybens

*Le travail a été effectué par Robert Lim dans le cadre du stage au sein du projet VerIT*

*5 - 10 minutes de lecture*

## Résumé :

Ce document propose une simulation de la consommation énergétique future des *data centers* en France à l'horizon 2035, en prenant pour base le développement prévu du site Data One à Éybens. À partir de paliers de puissance projetés (jusqu'à 1 000 MW pour un site), la consommation est extrapolée à un scénario de 35 data centers, en cohérence avec les annonces gouvernementales en faveur de l'IA. Les résultats sont confrontés à la trajectoire de référence de production énergétique définie par RTE dans le rapport Futurs énergétiques 2050. L'étude révèle un écart significatif entre les estimations institutionnelles et les projections réelles issues de sources indépendantes, et met en évidence le poids énergétique que pourraient représenter les data centers à moyen terme. Une comparaison est également menée avec les grandes filières de production électrique (nucléaire, hydraulique, solaire, etc.), afin de replacer ces consommations dans une perspective macroscopique. Cette simulation souligne l'urgence de mieux intégrer les enjeux numériques dans la planification énergétique nationale.

*« En revanche, face à la croissance très rapide des flux de données, les perspectives de hausse de la consommation d'électricité associée aux usages numériques, et notamment aux data centers, fait l'objet de nombreux débats : certains acteurs portent la vision d'une croissance exponentielle de la demande, tandis que d'autres tablent sur une croissance plus modérée. Dans les scénarios de RTE, l'hypothèse retenue est celle d'une hausse marquée de la demande électrique des data centers, tout en modélisant une poursuite des gains d'efficacité énergétique (qui, au-delà des réglementations, répond à un objectif de performance économique pour les acteurs du numérique). Ce scénario conduit à un triplement de la demande d'électricité des data centers d'ici 2050, pour atteindre plus de 9 TWh ».<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Boone, Laurence, Pierre Caye, Jean-Michel Glachant, Christian Gollier, Jan-Horst Keppler, Dominique Rouillard, et Robert Vautard. Février 2022. « Futurs énergétiques 2050 ». RTE France.

# Table de matières

Table de matières.....	3
À propos de cette simulation .....	4
Introduction.....	6
1. <i>Futurs énergétiques 2050</i> : Projections de RTE.....	7
1.1 Critiques et incohérences .....	7
2. Calcul estimatif de la consommation énergétique d'un data center selon les paliers de développement de Data One.....	8
2.1 Méthodologie de calcul .....	8
2.2 Application aux paliers de Data One.....	8
3. Comparaison de la consommation projetée des data centers avec les principales filières de production électrique en 2035.....	9
3.1 Hypothèse de consommation cumulée à l'horizon 2035.....	9
3.2 Méthodologie de conversion en unités de production.....	9
3.3 Références des valeurs utilisées.....	9
3.4 Résultats des équivalences .....	10
Conclusion.....	11
Références .....	12

## À propos de cette simulation

Cette simulation a pour objectif de comparer la consommation électrique projetée de un ou plusieurs *data centers* (DC) avec la production totale d'énergie en France, sur la période 2025–2035. Les projections de consommation sont établies à partir des estimations de puissance du *data center* actuellement en construction à Éybens.

### Hypothèses d'évolution

Les prévisions suivent les étapes de développement du projet Data One, selon le calendrier suivant :

- 2025 : 15 MW (~0,13 TWh/an)
- 2026 : 200 MW (~1,75 TWh/an)
- 2028 : 400 MW (~3,50 TWh/an)
- 2035 : 1 000 MW (~8,76 TWh/an)

La simulation permet d'extrapoler jusqu'à 35 *data centers*, en cohérence avec les ambitions exprimées par les pouvoirs publics en matière d'infrastructures numériques, notamment dans le cadre du développement de l'intelligence artificielle.

### Représentation graphique (voir Figure 1)

- Les points rouges indiquent la consommation cumulée des *data centers* ajoutée à la consommation énergétique actuelle.
- La courbe verte représente la trajectoire de référence de la production énergétique nationale.
- Les pointillés encadrant cette courbe correspondent aux intervalles de variation (minima et maxima) issus des différents scénarios prospectifs élaborés par RTE (Réseau de Transport d'Électricité), en concertation avec de nombreux acteurs publics et privés.
- Le pointillé noire représente la trajectoire de référence de la production énergétique nationale.

Cette simulation vise à éclairer les enjeux d'articulation entre les besoins énergétiques croissants des infrastructures numériques et les capacités de production énergétique du pays dans une perspective de planification énergétique à long terme.

### Équivalent en unités de production

La simulation permet également de comparer la consommation projetée des *data centers* en 2035 avec la production nécessaire pour leur alimentation par filière en unités de production.

Unités de production sont les suivants :

- Réacteurs nucléaires
- Grands barrages hydrauliques
- Centrales à charbon
- Éoliennes
- Panneaux solaires
- Centrales à biomasse

Simulation 1 : Production vs Consommation énergétique

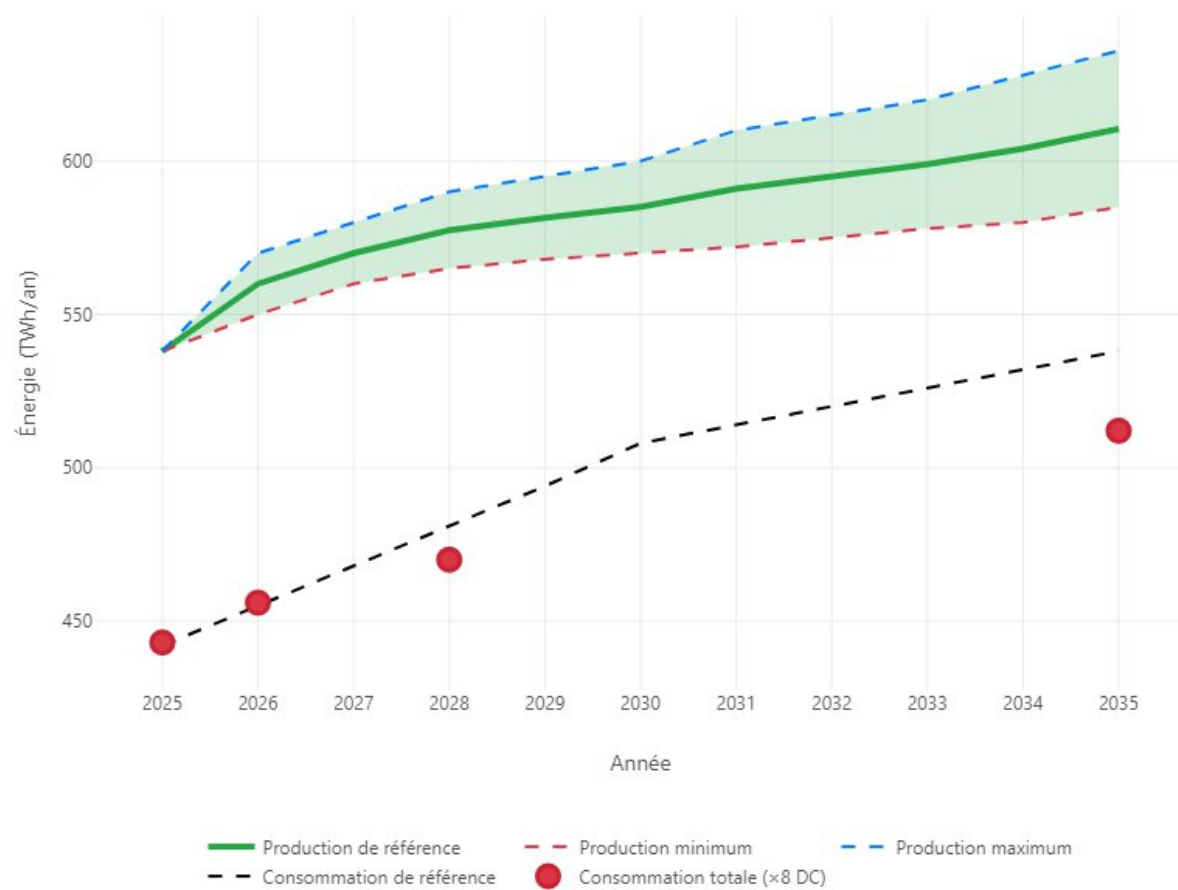


Figure 1. Simulation 1

# Introduction

La transition numérique accélérée de nos sociétés, portée par l'essor de l'intelligence artificielle, du cloud computing et du traitement massif des données, entraîne une croissance rapide des besoins en infrastructures numériques à haute densité énergétique, notamment les data centers. Ces installations, essentielles au fonctionnement de l'économie numérique, sont également de grandes consommatrices d'électricité, dont la part dans le mix énergétique national est appelée à croître significativement dans les années à venir.

Dans ce contexte, la France a récemment affiché son ambition de devenir un acteur majeur de l'IA en Europe, en soutenant la création de 35 nouveaux data centers d'envergure équivalente à celui en cours de construction à Éybens. Cette orientation stratégique interroge la compatibilité entre les besoins énergétiques futurs du secteur numérique et les capacités de production projetées, dans un cadre de décarbonation progressive du mix énergétique, tel que défini dans les scénarios de RTE (Réseau de Transport d'Électricité) et la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC).

Ce document propose une simulation de la consommation énergétique induite par ces nouveaux data centers à l'horizon 2035, à partir des projections de puissance du site d'Éybens. Il s'agit ensuite de comparer cette consommation estimée à la trajectoire de production nationale, ainsi qu'aux unités de production des principales filières (nucléaire, hydraulique, solaire, etc.). L'objectif est de fournir des ordres de grandeur clairs, de mettre en évidence les écarts potentiels entre les prévisions officielles et les tendances réelles, et d'alimenter la réflexion sur les conditions énergétiques nécessaires au développement durable des infrastructures numériques en France.

# 1. Futurs énergétiques 2050 : Projections de RTE

Les trajectoires de consommation et de production électrique de référence, telle que construites par RTE (Réseau de Transport d'Électricité), repose sur des hypothèses explicites issues du scénario AMS de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC), ainsi que sur les orientations politiques actualisées depuis sa dernière publication.

Le scénario AMS (Adaptation, Modération, Sobriété) constitue le socle analytique de la SNBC. Il sert de base à la modélisation prospective des besoins énergétiques de long terme. Les trajectoires de référence intègre plusieurs politiques publiques récentes, notamment :

- La Réglementation Environnementale 2020 (RE2020) dans le secteur du bâtiment,
- La réforme du Diagnostic de Performance Énergétique (DPE),
- La stratégie nationale pour l'hydrogène.

Des ajustements sectoriels ont également été intégrés, notamment sur les usages industriels (comme la sidérurgie), la climatisation, ou encore les *data centers*, afin de renforcer la cohérence et le réalisme des projections.

Ce travail de modélisation s'appuie en partie sur les données climatiques du scénario RCP4.5 du GIEC, et s'inscrit dans le cadre des travaux menés entre 2019 et 2021, à l'initiative du Ministère de la Transition Écologique. Ces éléments pourraient être réintégrés ou révisés dans le cadre des futures mises à jour de la SNBC.

Les trajectoires anticipées font état d'une augmentation régulière de la consommation et de la production électrique, avec une accélération progressive d'ici 2050, suivie d'une phase de stabilisation. Après une décennie de relative stabilité, cette reprise marquerait un changement structurel : une dynamique portée non plus par la croissance économique traditionnelle, mais par les efforts de décarbonation, via l'électrification massive des secteurs du bâtiment, du transport et de l'industrie.

## 1.1 Critiques et incohérences

Le rapport Futurs énergétiques 2050 prévoit une multiplication par trois de la consommation des *data centers*, avec une évolution de 3 TWh/an en 2019 à environ 10 TWh/an en 2050.

Toutefois, cette estimation semble déjà dépassée par la réalité actuelle. Selon plusieurs sources indépendantes, notamment ICIS (*Independent Commodity Intelligence Service*) et Acciona Energía, la consommation cumulée des data centers en France atteindrait déjà 10 TWh/an dès 2024.

De plus, les projections publiées par ces acteurs évoquent une consommation potentielle de :

- 28 TWh/an d'ici 2035,
- Et jusqu'à 80 TWh/an si l'on prend en compte l'ensemble des projets actuellement annoncés ou en cours de développement.

Cette forte divergence soulève la question de l'adéquation des hypothèses de consommation retenues par RTE, notamment dans un contexte de forte accélération du déploiement de data centers dédiés à l'Intelligence Artificielle, au cloud souverain, ou à des services critiques.

## 2. Calcul estimatif de la consommation énergétique d'un *data center* selon les paliers de développement de Data One

L'estimation de la consommation énergétique annuelle d'un data center repose principalement sur sa puissance électrique nominale (en MW) et son temps de fonctionnement sur une période donnée. Dans cette étude, nous considérons un fonctionnement en continu, soit 24 heures par jour, 365 jours par an, ce qui correspond à un facteur de charge de 100 % dans un premier ordre de grandeur.

### 2.1 Méthodologie de calcul

La formule de base pour convertir une puissance électrique en consommation annuelle est la suivante :

$$\text{Consommation annuelle (TWh)} = \frac{\text{Consommation annuelle Puissance (MW)} \times \text{Nombre d'heures par an}}{1\,000\,000}$$

Sachant que :

- 1 MW = 1 000 kW
- 1 TWh = 1 000 000 MWh
- Il y a 8 760 heures dans une année (24 h × 365 jours)

Cette approche fournit une estimation haute, car elle suppose que l'installation fonctionne à puissance maximale sans interruption. Dans la réalité, les facteurs d'utilisation varient (généralement entre 60 % et 90 % selon l'activité du site, la redondance, ou les périodes de maintenance). Cependant, pour établir un cadre prospectif, l'hypothèse haute est conservée.

### 2.2 Application aux paliers de Data One

Année	Puissance nominale (MW)	Consommation estimée (TWh/an)
2025	15 MW	0,13 TWh/an
2026	200 MW	1,75 TWh/an
2028	400 MW	3,50 TWh/an
2035	1 000 MW	8,76 TWh/an



### 3. Comparaison de la consommation projetée des *data centers* avec les principales filières de production électrique en 2035

La présente simulation permet non seulement de quantifier la consommation énergétique cumulée des *data centers* à l'horizon 2035, mais également de la recontextualiser en la comparant aux capacités de production des grandes filières électriques. Cette mise en perspective est essentielle pour évaluer les besoins d'investissements futurs et les arbitrages technologiques à envisager.

#### 3.1 Hypothèse de consommation cumulée à l'horizon 2035

En considérant un scénario de développement de 35 *data centers* de type "Data One à Eybens", chacun atteignant 1 000 MW de puissance nominale en 2035, la consommation électrique cumulée est estimée comme suit :

$$\text{Consommation annuelle} = \frac{35 \times 1\,000 \text{ MW} \times 8\,760 \text{ h/an}}{1\,000\,000} = 306,6 \text{ TWh/an}$$

#### 3.2 Méthodologie de conversion en unités de production

Pour chaque filière, nous estimons le nombre d'unités de production nécessaires pour couvrir cette consommation annuelle, en utilisant les valeurs moyennes de production par unité, tirées de sources officielles (RTE, ADEME, IEA). Le calcul est le suivant :

$$\text{Nombre d'unités nécessaires} = \frac{\text{Consommation cumulée des DC (TWh)}}{\text{Production annuelle moyenne par unité (TWh)}}$$

Pour les filières renouvelables (éolien et solaire), nous estimons également la surface nécessaire pour atteindre cette production.

#### 3.3 Références des valeurs utilisées

Filière	Production annuelle moyenne par unité	Unité de référence	Source
Réacteur nucléaire	8,2 TWh/an	Un réacteur de 1 300 MW avec une charge moyenne de 72% de sa puissance totale sur les 10 dernières années	<a href="#">EDF – Parc nucléaire</a>
Grand barrage hydraulique	1,5 TWh/an	Un barrage de 250 MW (cas de barrage alpin) avec une charge moyenne de 70% de sa puissance totale sur les 10 dernières années	<a href="#">France Hydro Électricité</a>
Centrale à charbon	3,5 TWh/an	Une centrale standard avec une puissance de 500 MW	<a href="#">MSSI Group</a>

Éolienne	0,004 TWh/an	Une éolienne française avec la production moyenne de 4 000 MWh/an	<a href="#"><u>Ministère de la Transition Écologique</u></a> <a href="#"><u>Ministère Aménagement du Territoire et Transition Écologique</u></a> <a href="#"><u>IleK – énergie verte</u></a>
Panneaux solaires	0,00004 TWh/an	25 TWh produit par environ 600 000 panneaux solaires en 2023	
Centrale à biomasse	0,1 TWh/an	800 MW pour 62 centrales produites en 2021	

### 3.4 Résultats des équivalences

Filière	Production unitaire (TWh/an)	Unités nécessaires pour 306,6 TWh/an	Estimation surface (si applicable)
Réacteur nucléaire	8,2	~37 réacteurs	—
Grand barrage hydraulique	1,5	~204 barrages	—
Centrale à charbon	3,5	~88 centrales	—
Éoliennes	0,004	~2 190 éoliennes	~5 800 km <sup>2</sup>
Panneaux solaires	0,00004	~219 000 panneaux	~2 190 km <sup>2</sup>
Centrale biomasse	0,3	~1 020 centrales	—

#### Interprétation

- La couverture énergétique de 306,6 TWh/an par des moyens 100 % renouvelables nécessiterait des surfaces foncières considérables ou un recours massif au nucléaire.
- Un seul *data center* de 1 000 MW consomme autant qu'un réacteur nucléaire produit en un an.
- Si la France devait compenser cette charge uniquement par du solaire, cela nécessiterait l'équivalent de plus de 2 départements entièrement couverts de panneaux.

## Conclusion

Cette simulation prospective met en évidence les enjeux croissants liés à la consommation énergétique des *data centers* en France dans un contexte de transformation du système énergétique national. En se basant sur les projections de montée en puissance du site de Data One à Éybens – avec une consommation passant de 0,13 TWh/an en 2025 à 8,76 TWh/an en 2035 pour un seul site – et en extrapolant cette dynamique à l'échelle de 35 sites similaires, les résultats montrent une demande potentielle cumulée d'environ 300 TWh/an, soit plus de la moitié de la consommation électrique actuelle de la France.

La confrontation de ces chiffres avec la trajectoire de référence issue du rapport Futurs énergétiques 2050 publié par RTE révèle un décalage croissant entre les hypothèses officielles et la réalité anticipée du secteur numérique. Alors que le rapport RTE projette une consommation des data centers autour de 10 TWh en 2050, plusieurs analyses indépendantes (ICIS, Acciona Energia) évaluent déjà cette consommation à ce niveau dès 2024. Cela suggère une sous-estimation structurelle des besoins futurs, en particulier dans le cadre du développement massif de l'intelligence artificielle, des modèles de fondation (LLMs) et du cloud computing.

L'analyse comparative avec les différentes filières de production énergétique renforce la compréhension des ordres de grandeur : à l'horizon 2035, un parc de data centers consommant 300 TWh/an représenterait l'équivalent de la production annuelle de 36 réacteurs nucléaires, 200 barrages hydrauliques majeurs, ou nécessiterait environ 2 100 km<sup>2</sup> de panneaux solaires au sol. Ces chiffres soulignent l'ampleur des besoins en capacités de production nouvelles, mais également les arbitrages technologiques, fonciers et politiques à anticiper.

Cette étude met en lumière la nécessité d'actualiser les trajectoires de planification énergétique pour intégrer de manière plus réaliste l'impact des infrastructures numériques. Elle ouvre également des perspectives de recherche sur les leviers de sobriété énergétique, l'optimisation thermique des data centers, ou encore la possibilité d'un couplage intelligent avec des sources d'énergies renouvelables. Dans un contexte de transition énergétique et de décarbonation, il est impératif que ces réflexions soient intégrées de manière transversale aux politiques d'aménagement et aux choix industriels à venir.

## Références

- Boone, Laurence, Pierre Caye, Jean-Michel Glachant, Christian Gollier, Jan-Horst Keppler, Dominique Rouillard, et Robert Vautard. Février 2022. « Futurs énergétiques 2050 ». RTE France. <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>.
- « Data centers : entre révolution numérique et performance énergétique ». 2024. *ACCIONA Energía* (blog). 10 mars 2024. <https://solutions.acciona-energia.fr/blog/data-centers-entre-revolution-numerique-et-performance-energetique/>.
- Mazzoni, Matteo, Matthew Jones, Luca Urbanucci, et Stefan Konstantinov. s. d. « Europe Data Centre Power Demand | ICIS ». *ICIS Explore* (blog). Consulté le 5 juin 2025. <https://www.icis.com/explore/resources/data-centres-hungry-for-power/>.
- « Transitions ». 11 décembre 2024. RTE, 6-9. <https://assets.rte-france.com/prod/public/2025-01/2025-01-09-transition-numero-11.pdf>.