

Évolutivité et sécurité : renforcer la souveraineté numérique de l'Europe

Favoriser une expansion évolutive et efficace des centres de données afin de soutenir l'économie numérique et la compétitivité à long terme de l'Union européenne

Sommaire

Résumé	2
Introduction	4
Première partie : la consommation de ressources des centres de données	6
Deuxième partie : aperçu des centres de données à travers le monde	8
Troisième partie : les centres de données dans l'UE : un défi et une opportunité	10
Quatrième partie : pistes concrètes pour un développement responsable et résilient des infrastructures numériques	12
Cinquième partie : recommandations stratégiques : créer une infrastructure de centres de données économe en énergie et en eau	18
Conclusion	22
Références	26

GRUNDFOS 

Possibility in every drop

Résumé

Les centres de données sont devenus une infrastructure fondamentale pour les économies modernes, sur laquelle reposent le *cloud computing*, l'intelligence artificielle, les services publics et les systèmes industriels. En Europe, ces éléments jouent un rôle de plus en plus stratégique, car ils sont étroitement liés à la sécurité énergétique, à la résilience des ressources hydriques, à la compétitivité industrielle et à la souveraineté technologique.

Cependant, les centres de données sont très gourmands en ressources. À eux seuls, les systèmes de refroidissement représentent une part importante de la consommation d'électricité et sont à l'origine d'une grande partie de la consommation d'eau. Alors que la demande en puissance de calcul s'accélère, l'Europe est confrontée à un double défi : développer ses infrastructures numériques pour rester compétitive à l'échelle mondiale, tout en gérant les pressions croissantes qui pèsent sur les réseaux électrique, la ressource en eau et les territoires.

Les tendances mondiales laissent présager une intensification de ces pressions : la demande mondiale en électricité des centres de données pourrait plus que doubler d'ici à 2030, et la consommation d'eau augmenterait parallèlement.¹ Les régions qui disposent d'importantes ressources énergétiques et hydriques, et bénéficient également d'un environnement politique favorable attirent déjà des investissements disproportionnés. Cela accentue la pression concurrentielle en Europe.

Au sein de l'Union européenne (UE), ce défi est aggravé par la diversité des conditions régionales. Les pays du nord de l'Europe bénéficient d'un climat plus frais et de ressources en eau plus abondantes, tandis que les pays du sud sont confrontés à des températures plus élevées et à un stress hydrique croissant. Par ailleurs, les grands centres urbains font face à une saturation des réseaux et à des contraintes foncières, ce qui ralentit le déploiement des infrastructures numériques.

Sans coordination rigoureuse, des centres de données inefficaces ou mal implantés pourraient amplifier les goulets d'étranglement au niveau des réseaux, faire grimper les coûts – notamment les coûts d'investissement, les dépenses d'exploitation et poser des défis sur l'alimentation en électricité pour les consommateurs – et susciter l'opposition de la population.

Pourtant, ces contraintes constituent également une opportunité stratégique. La position de l'Europe, à la fois en tant que marché majeur et *leader* mondial en matière de réglementation environnementale, lui permet de définir des normes pour des infrastructures numériques durables. En privilégiant l'efficacité, la réutilisation de la chaleur et de l'eau, ainsi que l'intégration des systèmes, l'Europe peut transformer ses contraintes en matière de ressources en un avantage concurrentiel.

Le présent document identifie plusieurs solutions techniques éprouvées permettant de réduire l'intensité en ressources des centres de données :

- **Les technologies de refroidissement avancées**, en particulier le refroidissement liquide, réduisent considérablement la consommation d'énergie et permettent d'atteindre des densités de calcul plus élevées,
- **L'optimisation des systèmes hydrauliques et les systèmes de pompage intelligents** peuvent permettre de réaliser des économies d'énergie de 20 à 60 % dans les infrastructures de refroidissement²,
- Les systèmes en circuit fermé et l'utilisation d'eau non potable permettent de réduire la dépendance vis-à-vis des ressources en eau brut
- **La réutilisation de la chaleur excédentaire** permet aux centres de données de contribuer aux réseaux de chauffage urbain et aux systèmes énergétiques industriels.

¹ Agence internationale de l'énergie, Energy and AI: Energy demand from AI, 2025a.

² Grundfos, White paper: Data centre policies, 2025b.

Ces solutions sont particulièrement efficaces lorsqu'elles sont mises en œuvre de manière globale, car elles permettent d'optimiser à la fois la performance énergétique (PUE) et la performance hydrique (WUE), tout en facilitant l'intégration dans des systèmes énergétiques plus vastes.

Afin de généraliser ces améliorations, le présent document propose un cadre d'action axé sur :

- **Intégrer l'efficacité hydrique et énergétique** dans les cadres de gouvernance,
- **Préserver et renforcer la transparence dans la communication et la comparaison des indicateurs de performance**, conformément aux normes ISO/CEI 30134-2 et EN 50600-4-2,
- **Harmoniser la planification et les mesures d'incitation** avec des technologies de refroidissement efficaces,
- **Soutenir les investissements dans les mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique**, ainsi que dans les infrastructures de réutilisation de l'énergie et de l'eau,
- **Intégrer la récupération de la chaleur résiduelle** dans les réseaux de chauffage urbain et les systèmes énergétiques industriels,
- **Promouvoir les normes et les cadres de certification** (par exemple, les labels écologiques tels que ceux définis par l'Institut américain du chauffage, de la ventilation et de la climatisation, AHRI) afin de garantir des performances vérifiées et de favoriser des décisions d'investissement et d'implantation efficaces et durables à long terme.

En définitive, cet article explique pourquoi l'efficacité des centres de données n'est plus une simple question technique, mais un levier stratégique. En mettant en place les politiques adéquates, l'Europe peut développer ses infrastructures numériques et de se renforcer globalement. Au contraire, une mauvaise coordination de la croissance risque de mettre à mal



les ressources et de freiner les investissements. Le moment est décisif pour permettre à l'Europe de s'imposer comme un leader mondial en matière **d'infrastructures numériques durables**.

Introduction

Les centres de données jouent un rôle prépondérant dans les économies modernes. Ils sous-tendent le *cloud computing*, l'intelligence artificielle, les systèmes de santé, les services financiers, les chaînes d'approvisionnement industrielles et le bon fonctionnement des administrations publiques. Face à l'informatisation galopante des sociétés, il est devenu indispensable de se doter d'une infrastructure informatique sûre et fiable pour garantir la stabilité économique, la résilience et la compétitivité.

En Europe, les centres de données ne constituent plus un segment spécialisé du secteur technologique, ils deviennent, de plus en plus, une infrastructure stratégique. Leur développement est étroitement lié à la sécurité énergétique, à la résilience hydrique, à la politique industrielle, à l'urbanisme et à la souveraineté technologique. L'emplacement des centres de données, leur mode d'alimentation et leur efficacité opérationnelle influent notamment sur l'exposition de l'Europe aux risques géopolitiques, aux perturbations de la chaîne d'approvisionnement et à la dépendance vis-à-vis des ressources et des infrastructures numériques étrangères.³ Pour l'UE, la conception des centres de données jouera un rôle déterminant dans le renforcement de la sécurité, de l'indépendance et de l'autonomie stratégique.

Par ailleurs, les centres de données comptent parmi les infrastructures les plus gourmandes en énergie et en eau dans le secteur du bâtiment. La demande en électricité de ce secteur augmente rapidement et se concentre souvent dans des régions déjà confrontées à des problèmes de congestion du réseau et à des contraintes d'aménagement du territoire. Partout en Europe et au Royaume-Uni, des projets sont retardés, revus à la baisse ou remaniés en raison des limites de capacité du réseau, de la disponibilité en eau et des préoccupations environnementales locales.^{4,5} Ces pressions risquent de s'intensifier à mesure que les charges de travail liées à l'IA prendront de l'ampleur.

Les décideurs politiques européens se trouvent ainsi confrontés à un double impératif : l'Europe doit garantir une infrastructure numérique suffisante pour rester compétitive dans la course technologique mondiale, tout en préservant les ressources locales, la résilience environnementale et l'adhésion sociale. Un développement mal intégré risque de sous-estimer les besoins des populations locales, de mettre à rude épreuve les infrastructures et d'entraîner une vulnérabilité stratégique. Une politique bien conçue, en revanche, peut transformer l'efficacité en un avantage concurrentiel.

« Si l'Europe veut rester compétitive à l'échelle mondiale dans les domaines de l'IA et du "cloud computing", l'efficacité doit être la norme en matière de développement des centres de données. Des cadres réglementaires clairs et prévisibles guideront les décisions et accéléreront les investissements dans des systèmes éprouvés qui réduisent la consommation d'eau et d'énergie et permettent un refroidissement hautement performant. Ainsi, ensemble, nous pourrions favoriser une croissance responsable qui préserve les ressources locales ».

Inge Delobelle, Vice-présidente exécutive de Grundfos et Directrice générale de la division Industrie

L'Europe occupe une position unique pour déterminer comment cet équilibre sera trouvé. L'Union européenne, qui compte parmi les plus grands marchés mondiaux de centres de données et fait figure de référence mondiale en matière de politique réglementaire, est en mesure de définir des normes pour des infrastructures numériques durables. Les décisions politiques qui seront adoptées dans les prochaines années influenceront sur le lieu d'implantation des infrastructures informatiques.

³ Commission européenne, Strategic foresight report 2025: Resilience 2.0 – Empowering the EU to thrive amid turbulence and uncertainty, 2025b.

⁴ McKinsey & Company, The role of power in unlocking the European AI revolution, 2024.

⁵ Gouvernement britannique, Water use in AI and data centres, 2025a.



Elles auront un rôle sur leur capacité à s'intégrer efficacement aux systèmes énergétiques, aux ressources en eau et aux objectifs climatiques de l'Europe. Enfin, elles affecteront leurs contributions au développement économique, à la création d'emplois et à l'innovation universitaire. Des exigences harmonisées en matière de *reporting*, des critères de référence en matière de performance et une mise en adéquation avec la politique générale en matière de climat et d'énergie permettent aux décideurs européens de montrer que la croissance numérique et la gestion responsable des ressources peuvent aller de pair.

Les décideurs politiques, comme les chefs de file du secteur, sont donc confrontés à un défi qui ne consiste pas simplement à s'adapter à l'expansion des centres de données, mais à l'orienter de manière stratégique. Le présent document vise à

soutenir cet effort en dressant un panorama du secteur mondial des centres de données, en analysant les opportunités et les contraintes structurelles auxquelles est confrontée l'Union européenne, et en identifiant des solutions techniques et politiques concrètes, susceptibles d'améliorer l'efficacité du système, tout en favorisant la poursuite de la croissance numérique. Il met en exergue la manière dont l'amélioration des performances des systèmes – notamment grâce à des architectures de refroidissement avancées, à l'optimisation des circuits hydrauliques et à la réutilisation de l'eau et de la chaleur résiduelle – peut permettre de réduire de manière vérifiable l'impact environnemental des centres de données en Europe. En mettant l'accent sur ces opportunités, le document vise à éclairer les politiques qui permettront à l'Europe d'accroître sa capacité de calcul tout en renforçant sa compétitivité, sa résilience environnementale et son autonomie stratégique.

Première partie :

La consommation de ressources des centres de données

Avant toute réflexion sur la conception des politiques publiques, nous devons comprendre les réalités concrètes qui déterminent le fonctionnement des centres de données. Ces installations consomment des quantités croissantes d'énergie et d'eau, principalement en raison du refroidissement continu nécessaire pour maintenir des conditions de fonctionnement stables pour le matériel informatique.

« Les centres de données occupent désormais une place essentielle dans la société moderne, ce qui entraîne une forte augmentation de la demande en énergie et en eau. Cependant, la question n'est pas de savoir s'il faut construire des centres de données, mais comment les construire et comment les exploiter efficacement grâce à des solutions intelligentes ».

Bent Jensen, Vice-président exécutif de Grundfos, Directeur général de la division *Commercial Building Services*

À mesure que la puissance de calcul augmente, les processeurs sont disposés de manière de plus en plus compacte dans les serveurs et les baies, ce qui accroît la quantité de chaleur qu'ils génèrent. Cette chaleur doit être évacuée en continu pour garantir un fonctionnement fiable. Les infrastructures de refroidissement fonctionnent donc 24 heures sur 24 et constituent un élément essentiel du fonctionnement des centres de données. Ces systèmes représentent une part importante de la consommation des ressources des installations : le refroidissement représente environ 38 % de la consommation totale d'électricité dans un centre de données moyen, et dans les grandes installations à très grande échelle, les besoins en eau pour le refroidissement peuvent atteindre entre 11 356 et 18 927 mètres cubes par jour.⁶

Les indicateurs WUE et PUE et l'interdépendance entre l'eau et l'énergie

Deux indicateurs de performance clés sont couramment utilisés pour évaluer l'efficacité des opérations des centres de données : l'indice d'efficacité énergétique (*Power Usage Effectiveness*, ou PUE) et l'indice d'efficacité hydrique (*Water Usage Effectiveness*, ou WUE). Ensemble, ces indicateurs aident les décideurs politiques et les opérateurs à évaluer l'intensité globale en ressources d'un centre de données.



**11-19 000
mètres cubes
d'eau par jour**



**= consommation
quotidienne
d'eau pour
75 000 à 155 000
foyers européens**

⁶ Grundfos, Building America's digital economy: How smart policies can balance economic growth, resource conservation and community well-being, 2025c.



PUE : l'indice d'efficacité énergétique (PUE) mesure le rapport entre la consommation énergétique totale d'un site et celle des équipements informatiques, fournissant ainsi un indicateur de l'efficacité avec laquelle l'électricité est fournie aux charges de travail informatiques.⁷

WUE : l'indice d'efficacité de l'utilisation de l'eau mesure la quantité d'eau consommée par rapport à la demande énergétique des systèmes informatiques.⁸

Interdépendance entre l'eau et l'énergie : la relation d'interdépendance systémique entre l'eau et l'énergie. Toute perturbation ou mauvaise gestion au sein d'un système a des répercussions sur les risques, les contraintes et les compromis de l'autre.

Type de refroidissement	Description	Idéal pour	Rendement énergétique	Consommation d'eau
Refroidissement à air	L'air refroidi absorbe la chaleur et est évacué par des ventilateurs ou des systèmes d'évaporation	Baies de faible densité, climats secs	Modéré (PUE)	Élevée (en cas d'évaporation)
Échangeur thermique arrière	Des panneaux à refroidissement liquide installés à l'arrière des baies refroidissent l'air de manière passive ou active	Baies de densité moyenne à élevée	Élevé	Faible à modérée
Intégration directe sur puce	Liquide acheminé directement vers les processeurs et les cartes graphiques via des plaques de refroidissement	Serveurs haute densité, IA et HPC*	Plus élevé	Faible
Refroidissement par immersion	Serveurs immergés dans un fluide diélectrique, utilisant souvent un système de refroidissement à changement de phase	Ultra-haute densité, IA, supercalcul	Le plus élevé	La plus faible

Les technologies de refroidissement mettent en évidence l'interdépendance entre la consommation d'électricité et celle d'eau dans l'exploitation des centres de données, souvent qualifiée « d'interdépendance entre l'eau et l'énergie ». Certains systèmes de refroidissement peuvent réduire la consommation d'électricité tout en augmentant la consommation d'eau, tandis que d'autres peuvent avoir l'effet inverse. En raison de cette interdépendance, améliorer l'efficacité d'un centre de données ne consiste pas à réduire au minimum un seul indicateur, mais à trouver le juste équilibre entre les deux. Cet équilibre gagne en importance à mesure que l'interdépendance entre l'eau et l'énergie s'étend au-delà du centre de données lui-même pour englober l'ensemble du système énergétique. Une demande électrique accrue peut entraîner une réorientation de l'utilisation de l'eau vers la production d'électricité, où d'importants volumes d'eau sont souvent nécessaires à des fins de refroidis-

sement pendant la production d'énergie, à l'instar du refroidissement requis dans les centres de données. En ce qui concerne les infrastructures essentielles, cela souligne l'importance d'une optimisation au niveau du système : il s'agit de veiller à ce que les gains d'efficacité se traduisent par de réelles réductions de la consommation d'énergie et d'eau tout au long de la chaîne de valeur, plutôt que par un simple transfert des conséquences d'un secteur à l'autre.

Ces contraintes physiques influent de plus en plus sur le choix de l'emplacement et les modalités de construction des centres de données. Face à l'accélération de la demande mondiale en capacité de calcul, il est essentiel de comprendre comment les différents pays y répondent afin de disposer d'un contexte pertinent pour évaluer les choix stratégiques de l'Europe.

⁷ Organisation internationale de normalisation (ISO), Information technology – Data centres – Key performance indicators – Part 2: Power usage effectiveness (PUE), ISO/IEC 30134-2:2016, Geneva, 2016.

⁸ Organisation internationale de normalisation (ISO), Information technology – Data centres – Key performance indicators – Part 9: Water usage effectiveness (WUE), ISO/IEC 30134-9:2022, Geneva, 2022.

* Calcul haute performance

Deuxième partie :

Aperçu des centres de données à travers le monde

La capacité de calcul est en passe de devenir un pilier de la compétitivité industrielle et de l'autonomie technologique ; elle détermine l'implantation des industries de pointe et la manière dont les gouvernements se positionnent dans un monde de plus en plus axé sur les données.

La consommation d'électricité devrait doubler au cours des cinq prochaines années, et la consommation d'eau devrait suivre la même tendance, ce qui aggraverait le risque de saturation du réseau, de pénurie de ressources, de modernisations coûteuses des infrastructures et de perturbations du bien-être des territoires.¹ En conséquence, les contraintes physiques déterminent de plus en plus les emplacements où les centres de données peuvent être construits et à quel coût.

Ces évolutions influencent déjà les tendances mondiales en matière d'investissement. Les régions bénéficiant d'un approvisionnement électrique abondant, de conditions de refroidissement favorables et de ressources en eau fiables attirent une

part disproportionnée des nouveaux projets de centres de données. Certaines régions des États-Unis, des pays nordiques et du Moyen-Orient se sont imposées comme des pôles de croissance majeurs grâce à une combinaison de facteurs tels que la disponibilité énergétique, les conditions climatiques, un cadre réglementaire favorable et des procédures d'autorisation simplifiées.¹⁰

Alors que la concurrence s'intensifie autour des investissements dans les centres de données, les gouvernements sont de plus en plus confrontés à un défi commun : comment tirer parti des retombées économiques des infrastructures numériques, tout en gérant les pressions qui en découlent sur les réseaux énergétiques, les ressources en eau et les territoires.

Le défi pour l'Europe ne consiste pas seulement à accroître la capacité de calcul, mais à le faire de manière à renforcer la résilience à long terme, à préserver les ressources publiques et à maintenir l'adhésion de la société au développement des infrastructures du numérique.



**La demande
énergétique
mondiale des
centres de don-
nées = 415 TWh
aujourd'hui
Plus de 945 TWh
d'ici à 2030¹**



**La consomma-
tion mondiale
d'eau des centres
de données =
plusieurs mil-
liards de m³ par
an^{5, 9}**

¹ Agence internationale de l'énergie, Energy and AI: Energy demand from AI, 2025a.

¹⁰ Reuters, Poor grid planning could shift Europe's data centre geography, 18 juin 2025.

⁵ Gouvernement britannique, Water use in AI and data centres, 2025a.

⁹ Mytton, D. et al., Data centre water consumption, npj Clean Water, 2021.

Le tableau 1 montre comment différentes régions du monde abordent ce défi, en mettant en évidence les conditions politiques et les ressources qui déterminent le développement mondial des centres de données.

Région	Nombre approximatif d'installations	Perspectives de croissance (jusqu'en 2030)	Niveau de réglementation	Principales contraintes
États-Unis	Environ 5 427 ¹¹	Une croissance annuelle de la demande de 20 à 25 % ; ¹² principal facteur de la croissance de la charge sur dix ans ¹³	Décentralisation ; aménagement du territoire aux niveaux étatique et local ; contrôle fédéral de la fiabilité du réseau électrique	Files d'attente pour le raccordement au réseau ; retards dans l'octroi des autorisations ; stress hydrique dans les régions touchées par la sécheresse
UE / Europe de l'Ouest	Environ 2 765 ¹⁴ ; Allemagne (environ 529), Royaume-Uni (environ 523), France (environ 322), Pays-Bas (environ 298)	Un portefeuille de projets important ; ¹⁵ des contraintes de réseau déterminant le déploiement	Structuré et harmonisé ; rapports EED ; cadre de durabilité ; RGPD ; NIS2	Retards dans le raccordement au réseau ; disponibilité de l'électricité ; contraintes de planification
Moyen-Orient	Environ 283 à 326 ; ^{16, 17} environ 170 colocalisations ¹⁸	Le marché devrait pratiquement doubler d'ici à 2030 ; ¹⁷ Arabie saoudite : croissance annuelle d'environ 29 % ¹⁹	Réglementation de plus en plus stricte ; règles en matière de souveraineté ; renforcement de la cybersécurité	Intensité du refroidissement ; disponibilité en eau ; développement des infrastructures électriques
Chine	Environ 449 ²⁰	Poursuite de l'expansion grâce à l'IA ; optimisation de l'utilisation en cours ¹⁰	Centralisation avancée ; plan d'action pour des centres de données écologiques ; objectif PUE < 1,25 ; gouvernance rigoureuse des données ²¹	Équilibrage régional de la puissance ; contrôle de l'efficacité ; gestion de la consommation

Tableau 1

¹⁰ Reuters, Poor grid planning could shift Europe's data centre geography, 18 juin 2025.

¹¹ Cloudscene, Data centres in United States of America, n.d., disponible sur : <https://cloudscene.com/market/data-centres-in-united-states/all>

¹² McKinsey & Company, The data center balance: How US states can navigate the opportunities and challenges, n.d., disponible sur : <https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/the-data-center-balance-how-us-states-can-navigate-the-opportunities-and-challenges>

¹³ NERC, Characteristics and risks of emerging large loads, n.d., disponible sur : <https://www.nerc.com/globalassets/who-we-are/standing-committees/rstc/whitepaper-characteristics-and-risks-of-emerging-large-loads.pdf>

¹⁴ Data Center Map, Data centers in Western Europe, n.d., disponible sur : <https://www.datacentermap.com/western-europe/>

¹⁵ European Data Centre Association (EUDCA), State of European data centres 2025, 2025, disponible sur : <https://www.eudca.org/state-of-european-data-centres-2025>

¹⁶ Data Center Map, Middle East data centers, n.d., disponible sur : <https://www.datacentermap.com/middle-east/>

¹⁷ Kearney, A greener digital age: The Middle East data center opportunity, n.d., disponible sur : <https://www.kearney.com/service/sustainability/article/a-greener-digital-age-the-middle-east-data-center-opportunity>

¹⁸ GlobeNewswire, Middle East data center colocation market outlook forecast report 2025–2030: UAE and Saudi Arabia are the forefront markets while countries like Israel and Turkey emerge as new growth areas, 15 janvier 2026, disponible sur : <https://www.globenewswire.com/news-release/2026/01/15/3219318/28124/en/Middle-East-Data-Center-Colocation-Market-Outlook-Forecast-Report-2025-2030-UAE-and-Saudi-Arabia-are-the-Forefront-Markets-While-Countries-Like-Israel-and-Turkey-Emerge-As-New-Growth.html>

¹⁹ S&P Global, Saudi Arabia data center market, n.d., disponible sur : <https://www.spglobal.com/en/research-insights/special-reports/look-forward/data-center-frontiers/saudi-arabia-data-center-market>

²⁰ Cloudscene, Data centres in China, n.d., disponible sur : <https://cloudscene.com/market/data-centres-in-china/all>

²¹ Carbon Brief, Explainer: How China is managing the rising energy demand from data centres, n.d., disponible sur : <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-china-is-managing-the-rising-energy-demand-from-data-centres/>

Troisième partie :

Les centres de données dans l'UE : un défi et une opportunité

L'Union européenne jouit d'une position privilégiée à l'échelle mondiale, à la fois en tant que marché majeur des centres de données et en tant qu'acteur de référence en matière de réglementation. Face à l'expansion mondiale des infrastructures numériques, l'Union européenne dispose d'une occasion unique de définir les conditions dans lesquelles cette croissance

s'opère, en favorisant à la fois la compétitivité économique et une gestion responsable des ressources.

Les prévisions actuelles quant à la croissance de la capacité des centres de données dans l'Union européenne indiquent que la pression sur les ressources énergétiques et hydriques va considérablement s'accroître au cours de la prochaine décennie. Alors que les décideurs politiques s'efforcent d'intégrer les infrastructures numériques de manière responsable, il est impératif de tenir compte des contraintes et des limites propres à chaque État membre.



Charge informatique des centres de données de l'UE = 10 GW aujourd'hui 35 GW d'ici à 2030⁴

Demande en électricité des centres de données de l'UE = 3 % de la consommation totale d'électricité de l'UE aujourd'hui 7 à 9 % (plus de 150 TWh) d'ici à 2030²²

Des conditions régionales diverses

La diversité des zones climatiques, des compositions des réseaux électriques, et des ressources en eau en Europe implique que les stratégies de refroidissement et la conception des infrastructures s'adaptent aux conditions locales. Les régions du sud sont confrontées à une hausse des températures ambiantes et à un stress hydrique croissant, ce qui rend indispensables des technologies de refroidissement efficaces et des stratégies de gestion de l'eau. Et si les installations d'Europe du Nord peuvent bénéficier d'un climat plus froid qui permet le refroidissement naturel et, dans certains cas, de ressources en eau plus abondantes, l'utilisation rationnelle des ressources y est également essentielle.

Les contraintes en matière d'infrastructures varient également selon les régions. Les pôles de centres de données urbains sont souvent confrontés à des problèmes de disponibilité foncière et à une capacité des réseaux limitée, tandis que les zones rurales et périurbaines offrent, certes, un plus grand potentiel d'expansion, mais nécessitent la mise en place de nouvelles infrastructures de transport d'électricité et des investissements dans les réseaux.⁴ C'est pourquoi le choix de l'emplacement est crucial : implanter les centres de données à proximité de sources

⁴ McKinsey & Company, The role of power in unlocking the European AI revolution, 2024.

²² Service de recherche du Parlement européen (EPRS), Electricity consumption of data centres in the EU, 2025.

d'énergie renouvelables et dans des zones offrant un fort potentiel de réutilisation de la chaleur résiduelle permet d'optimiser l'efficacité du système.

Ces disparités territoriales soulignent la nécessité de disposer de cadres politiques souples permettant d'adapter les stratégies d'infrastructure aux conditions locales, ainsi que l'importance d'une planification énergétique stratégique.

Des contraintes liées à l'électrification et au réseau

Le développement des centres de données en Europe s'inscrit dans le cadre d'une transformation plus large du système énergétique, ce qui impose des exigences croissantes aux réseaux électriques à travers le continent. Dans les grands centres comme Francfort, Amsterdam et Paris, ces pressions se manifestent déjà par une congestion du réseau électrique et de longues files d'attente pour le raccordement.⁴ La poursuite de l'électrification devrait accentuer ces contraintes. Sans planification minutieuse, des installations inefficaces risquent d'augmenter la demande de pointe en électricité et d'accélérer la nécessité de procéder à des travaux coûteux de renforcement du réseau.

Le risque de pénurie d'eau et la vulnérabilité au changement climatique

La disponibilité en eau devient également un facteur déterminant dans le développement des centres de données, les sécheresses saisonnières et l'évolution des régimes pluviométriques aggravant le stress hydrique dans certaines régions du sud, du centre et de l'ouest de l'Europe.²³ À mesure que la concurrence pour les ressources en eau s'intensifie entre l'agriculture, les ménages et l'industrie, les grands consommateurs d'eau industriels, tels que les centres de données, risquent de faire l'objet d'une surveillance accrue. Des systèmes de refroidissement efficaces, des stratégies de réutilisation de l'eau et un choix judicieux des sites revêtiront une importance croissante pour garantir que le développement des centres de données s'adapte aux conditions locales en matière de ressources.

Transformer les contraintes en opportunités

Les décideurs politiques de l'UE doivent composer avec un contexte complexe marqué par des pressions sur les infrastructures et des considérations environnementales. Toutefois, ces contraintes offrent également l'occasion de mettre en place des cadres politiques permettant d'aligner le développement des infrastructures numériques sur les objectifs généraux de l'UE en matière de sécurité énergétique, de résilience environnementale et de décarbonation.

La mise en place par l'UE de cadres de labellisation écologique illustre bien comment les politiques publiques peuvent façonner l'avenir des centres de données. Ce système contribue à renforcer la transparence et à mieux adapter les décisions d'implantation aux ressources locales et aux besoins.

La section suivante examine les pistes concrètes et les solutions techniques permettant un développement responsable des infrastructures numériques, aspect qui devrait occuper une place centrale dans l'élaboration des politiques d'avenir.

Tableau 2 : Exemple de label européen de durabilité pour les centres de données, présentant des indicateurs standardisés relatifs à la consommation d'énergie (PUE), à la consommation d'eau (WUE), à l'utilisation d'énergies renouvelables et à l'intégration des systèmes.

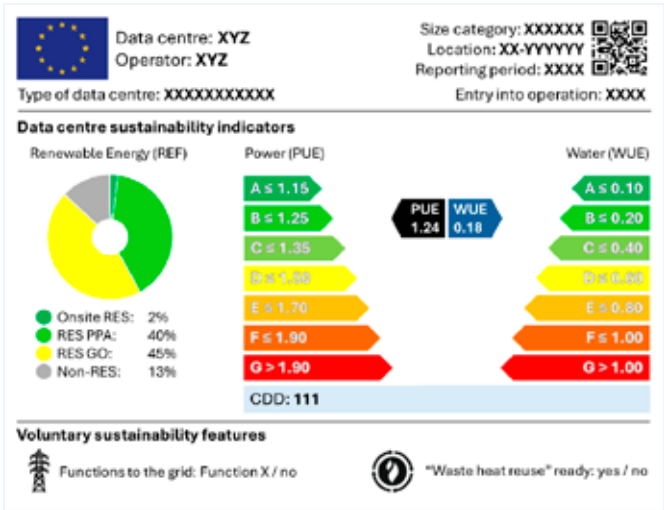


Tableau 2

⁴ McKinsey & Company, The role of power in unlocking the European AI revolution, 2024.

²³ Programme des Nations unies pour l'environnement et Forum économique mondial, Water risk and water stress analyses, 2025.

Quatrième partie :

Pistes concrètes pour un développement responsable et résilient des infrastructures numériques

Les centres de données étant, par nature et selon les normes technologiques actuelles, très gourmands en ressources, l'amélioration de leur efficacité, notamment par la réutilisation de l'eau et de l'énergie, constitue l'une des voies les plus évidentes pour atteindre les objectifs à long terme de l'Europe en matière d'informatisation responsable. Réduire l'intensité en ressources par unité de production économique renforce la capacité de l'Europe à résister aux chocs d'approvisionnement, diminue sa dépendance vis-à-vis des ressources énergétiques et hydriques extérieures et soutient la compétitivité industrielle sur les marchés mondiaux.³ De plus, les systèmes qui permettent des réductions vérifiables de l'intensité énergétique et hydrique sont mieux placés pour se conformer aux nouvelles normes d'efficacité et pour obtenir les autorisations d'aménagement et les raccordements au réseau.

Étonnamment simples et souvent négligées, les mises à niveau des équipements – qu'il s'agisse de rénovations ou de nouvelles installations – constituent souvent l'un des moyens les plus rapides et les plus rentables de réduire la consommation d'énergie et d'eau des centres de données. Les pompes, les systèmes de contrôle et les plateformes de surveillance constituent la colonne vertébrale des infrastructures modernes de refroidissement, de gestion du cycle de l'eau, de systèmes hydrauliques, d'efficacité thermique et de réutilisation de la chaleur résiduelle, et ont donc une influence directe sur l'efficacité d'un centre de données.

Refroidissement avancé

Les systèmes de refroidissement à air traditionnels constituent depuis longtemps la norme dans le secteur, mais ils sont de plus en plus mis à rude épreuve par les charges thermiques générées par les environnements informatiques modernes à haute

Étude de cas

Les pompes MTRE de Grundfos garantissent une recirculation hautement efficace des fluides diélectriques dans l'un des premiers centres de données à refroidissement par immersion de Grèce, assurant ainsi un fonctionnement fiable et une consommation d'énergie réduite dans les environnements à haute densité.



Lire l'étude de cas complète ici.

densité. À mesure que le calcul intensif et l'intelligence artificielle continuent de se développer, le refroidissement liquide s'est imposé comme la solution évolutive pour les infrastructures hautes performances.

Les propriétés physiques de l'eau rendent le refroidissement liquide nettement plus efficace que le refroidissement à air. L'eau possède une capacité thermique spécifique et une densité bien supérieures à celles de l'air, ce qui lui permet d'absorber et de transporter plus de 3 000 fois plus de chaleur par unité de volume. Cela permet aux systèmes de refroidissement liquide d'évacuer la chaleur des composants électroniques de manière bien plus efficace, ce qui se traduit par une réduction des besoins en puissance de refroidissement et des valeurs PUE plus faibles, en particulier lors de charges de calcul élevées. Cela permet également de réduire la dépendance vis-à-vis des procédés par évaporation dans les zones géographiques

³ Commission européenne, Strategic foresight report 2025: Resilience 2.0 – Empowering the EU to thrive amid turbulence and uncertainty, 2025b.

« Le secteur des centres de données connaît une transformation sans précédent, l'intelligence artificielle entraînant une augmentation des charges thermiques et le besoin d'infrastructures durables ne cessant de croître. Investir dans des centres de données écoénergétiques, notamment en misant sur la réutilisation de la chaleur et l'intégration des énergies renouvelables, permet non seulement de soutenir la croissance à long terme, mais aussi de garantir la résilience du réseau et de préserver l'indépendance énergétique de l'Europe ».

Thomas Möller, Vice-président exécutif d'Alfa Laval, président de la division Énergie

confrontées à un stress hydrique et d'améliorer la température et la stabilité de la chaleur récupérable. Cela rend ainsi l'intégration dans les réseaux de chaleur et d'autres technologies de récupération de chaleur bien plus viables.

Circularité de l'eau et utilisation de l'eau non potable

La circularité de l'eau et l'utilisation d'eau non potable constituent deux stratégies essentielles dans les régions arides.⁵ Ces deux stratégies reposent sur un traitement de l'eau sur site et



Définition

Circularité de l'eau : approche systémique de la gestion de l'eau qui vise à réduire au minimum la consommation d'eau douce en traitant, en réutilisant, en recyclant et en gérant efficacement l'eau afin qu'elle reste exploitable le plus longtemps possible, tout en préservant la qualité de l'eau et les écosystèmes.

sur des systèmes de refroidissement en circuit fermé, dans lesquels les pompes jouent un rôle central en régulant les processus de circulation, de filtration et de traitement.

L'utilisation d'eau non potable pour le refroidissement des centres de données s'avère déjà être un moyen efficace d'améliorer le WUE dans les centres de données modernes. Cologix et Equinix ont implanté des installations près du lac Ontario, un plan d'eau naturellement froid dont elles tirent parti pour le refroidissement. Google dispose d'une installation similaire en Finlande qui utilise l'eau de mer froide des environs pour le refroidissement, ce qui lui permet de réduire considérablement sa consommation d'eau douce.⁶

Optimisation hydraulique

Les installations hydrauliques assurent la circulation du fluide caloporteur dans l'ensemble d'un bâtiment ; or, dans de nombreux cas, ces systèmes fonctionnent en deçà de leur rendement optimal en raison d'un surdimensionnement, d'équipements à vitesse fixe ou de stratégies de régulation obsolètes. Le remplacement de ces systèmes par des pompes à vitesse variable, à commande électronique, et l'optimisation du circuit hydraulique peuvent permettre de réaliser des économies d'énergie mécanique de l'ordre de 20 à 60 %. Cela permet aussi d'améliorer les performances de refroidissement et la fiabilité du système.²



Étude de cas

Dans un centre de données à haute puissance, NorthC a déployé le système MIXIT de Grundfos afin d'assurer un refroidissement précis et réactif au niveau des puces, améliorant ainsi l'efficacité et la fiabilité à mesure que la densité de calcul et les températures augmentent.



Lire l'étude de cas complète ici.

⁵ Gouvernement britannique, Water use in AI and data centres, 2025a.

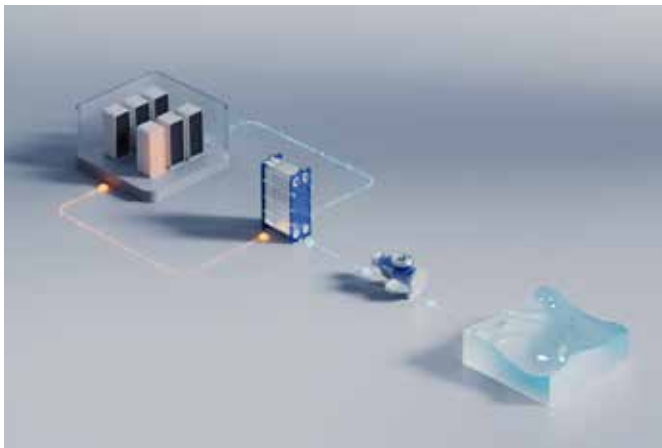
⁶ Grundfos, Building America's digital economy: How smart policies can balance economic growth, resource conservation and community well-being, 2025c.

² Grundfos, White paper: Data centre policies, 2025b.

Optimisation thermique

L'optimisation thermique améliore l'efficacité des centres de données en gérant la circulation et l'évacuation de la chaleur au sein des systèmes de refroidissement. Les échangeurs de chaleur à plaques à haut rendement (ou *plate heat exchangers*, PHE) permettent un transfert de chaleur plus efficace entre les circuits de refroidissement, ce qui réduit le recours au refroidissement mécanique, très gourmand en énergie, et favorise une utilisation accrue des sources de refroidissement naturel.

Utilisés dans les systèmes à refroidissement par liquide, ils permettent d'atteindre des densités de calcul plus élevées, d'assurer des performances stables et de fonctionner en boucle fermée, ce qui améliore l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Par conséquent, les systèmes PHE jouent un rôle important dans la mise en œuvre de stratégies de gestion thermique efficaces, évolutives et à faible empreinte carbone.



Étude de cas

Alfa Laval s'est associé à Boyd pour mettre au point un échangeur de chaleur encore plus performant, capable d'offrir les performances requises.

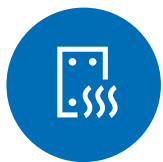


[Lire l'étude de cas complète ici.](#)

Réutilisation de la chaleur résiduelle

Les centres de données transforment la quasi-totalité de l'électricité qu'ils consomment en chaleur. Traditionnellement considérée comme un déchet, cette chaleur résiduelle peut de plus en plus être récupérée et réutilisée pour couvrir une part importante des besoins locaux en chauffage.

La chaleur excédentaire est disponible à des températures pouvant atteindre 50 °C et peut être valorisée à l'aide de pompes à chaleur à haut rendement. Cette chaleur peut être distribuée via des circuits de chauffage urbain ou utilisée dans des processus industriels.



100 GWh de chaleur fournie par an

Les résultats des projets pilotes menés dans plusieurs villes européennes ont dépassé cette valeur²⁴

²⁴ Arup, Data centre futures: Water and the sustainable data centre, 2025.



Coup de projecteur sur l'équipement : Pompes et systèmes de commande intelligents

Les pompes intelligentes sont équipées de moteurs dotés de variateurs de fréquence intégrés et de capteurs intégrés, ce qui leur permet de s'adapter de manière dynamique à l'évolution des charges de refroidissement. Contrairement aux systèmes classiques qui utilisent des vannes de régulation, sources de gaspillage d'énergie, les pompes intelligentes ajustent automatiquement le débit et la pression en fonction de la demande en temps réel. Ce contrôle précis permet de réduire la consommation d'énergie, d'optimiser l'efficacité thermique et de limiter la sollicitation des systèmes mécaniques dans les installations de refroidissement, de circulation d'eau, et de récupération de chaleur résiduelle. Les pompes intelligentes peuvent offrir :

- Jusqu'à 40 % d'économies d'énergie par rapport aux pompes à vitesse fixe,
- L'optimisation des indices WUE et PUE grâce à un meilleur contrôle du débit et à un encombrement réduit,
- Un encombrement réduit grâce à l'intégration de variateurs de fréquence et de régulateurs PID,
- Une intégration simple avec les systèmes de gestion technique des bâtiments grâce à des protocoles ouverts conformes aux normes du secteur,
- Une fiabilité élevée, indispensable pour répondre aux exigences les plus strictes en matière de disponibilité,
- Des temps de réaction inférieurs à 1 seconde, contre environ 10 secondes pour les vannes, ce qui améliore l'efficacité du système.



Grundfos est un leader mondial dans le domaine des solutions de pompage et se positionne à l'avant-garde de la préservation de l'eau et de l'énergie dans les centres de données.



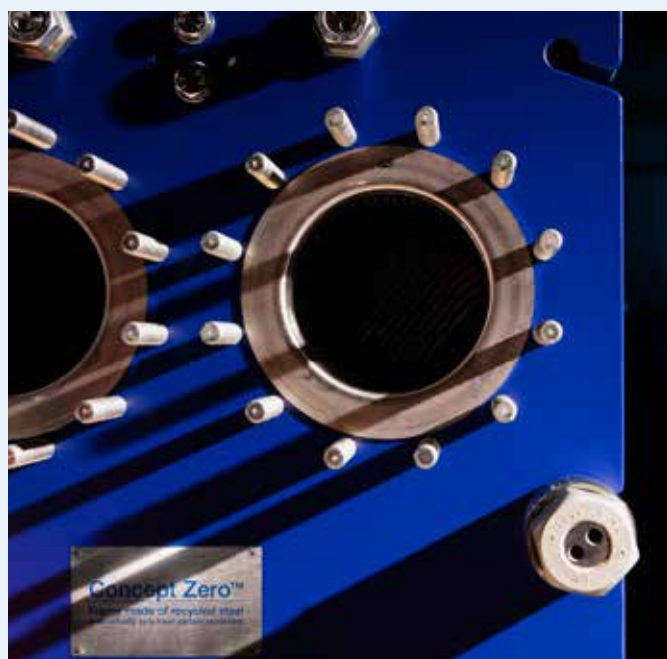
Découvrez comment les solutions de pompage durables sont actuellement mises en œuvre dans le secteur des centres de données.



Coup de projecteur sur l'équipement : Échangeurs de chaleur à plaques performants

Les échangeurs de chaleur à plaques (PHE) améliorent le transfert de chaleur au sein des systèmes de refroidissement des centres de données, contribuant ainsi à maintenir des températures stables tout en réduisant le recours au refroidissement mécanique, très gourmand en énergie. Leur conception permet un échange thermique plus efficace entre les circuits de refroidissement, ce qui favorise un recours accru au refroidissement naturel et aux systèmes à refroidissement liquide. En améliorant les performances thermiques globales, les échangeurs de chaleur à plaques contribuent à réduire la consommation d'énergie, permettent d'atteindre des densités de calcul plus élevées et favorisent la mise en place de circuits d'eau en boucle fermée plus efficaces. Les échangeurs de chaleur à plaques performants peuvent offrir :

- Une amélioration de l'efficacité du refroidissement grâce à des températures d'approche plus basses et à une charge réduite du refroidisseur (et donc à un investissement moindre),
- Une augmentation de la densité des baies grâce à la stabilisation des températures d'alimentation du système de refroidissement liquide,
- L'optimisation des indices PUE et WUE grâce à un refroidissement naturel plus efficace et à un fonctionnement en boucle fermée,
- Une haute fiabilité, un faible risque d'encrassement et des matériaux adaptés à différentes qualités d'eau.



**Alfa Laval est à la
pointe de l'innovation
dans le domaine des
centres de données
grâce à une technologie
d'excellence en matière
de transfert thermique.**



Pour en savoir plus :
Refroidissement des centres de données
et réutilisation de la chaleur



L'importance d'une approche globale

Les dernières études confirment la nécessité de prendre en compte l'ensemble de ces systèmes lors de l'élaboration de stratégies et de projets de modernisation à l'échelle du site visant à améliorer l'efficacité des centres de données. Les données fournies par SINES DC montrent que les architectures à refroidissement liquide, lorsqu'elles sont associées à une gestion optimisée des fluides et à des échangeurs de chaleur à plaques à haut rendement, améliorent considérablement l'efficacité globale des centres de données.²⁵

L'étude de l'IEE démontre que l'exploitation de sources de refroidissement naturel telles que l'eau de mer, associée à un recours accru au refroidissement liquide, pourrait réduire la consommation d'énergie liée au refroidissement de près de 30 % par rapport aux systèmes traditionnels à air, tout en maintenant des valeurs de WUE aussi basses que zéro grâce à un fonctionnement en circuit fermé.²⁵

L'optimisation de la répartition du débit de liquide, de la puissance des pompes et des performances d'échange thermique permet aux opérateurs de prendre en charge des baies de densités bien plus élevées sans augmentation proportionnelle des besoins en énergie de refroidissement. Ce constat souligne l'importance cruciale d'un système de refroidissement hydraulique performant, non seulement pour réduire le PUE, mais aussi pour la mise en place d'environnements informatiques évolutifs, à faible empreinte carbone et à haute densité, équipés d'un système de refroidissement liquide.²⁵

²⁵ Alfa Laval, Advancing sustainability in data centres: Evaluation of hybrid air/liquid cooling schemes for IT payload using sea water, IEEE Transactions on Cloud Computing, Vol. 12, n° 4, octobre-décembre 2024, 2024.

Cinquième partie :

Recommandations stratégiques : Créer une infrastructure de centres de données économe en énergie et en eau

Les solutions techniques décrites ci-dessus démontrent qu'il est possible d'améliorer considérablement l'efficacité des ressources des centres de données grâce à des systèmes de refroidissement de pointe, à l'optimisation des circuits hydrauliques, à un transfert de chaleur efficace et à des stratégies intelligentes de gestion du cycle de l'eau. Toutefois, pour étendre ces solutions à l'ensemble du secteur européen des centres de données, qui connaît une expansion rapide, il faut pouvoir s'appuyer sur des cadres réglementaires favorables et des mécanismes d'investissement.

Les cadres politiques jouent donc un rôle essentiel pour concilier le développement des infrastructures numériques avec les objectifs européens en matière de résilience climatique, énergétique et hydrique. Les recommandations suivantes visent à faciliter le déploiement de technologies de refroidissement efficaces, de systèmes de réutilisation de l'eau et d'infrastructures de récupération de la chaleur résiduelle, tout en améliorant la transparence et la gestion des ressources à l'échelle du système.

1. Intégrer l'efficacité hydrique et énergétique dans la gouvernance des centres de données

Les cadres réglementaires européens et français relatifs aux centres de données devraient aborder explicitement l'interdépendance entre l'eau et l'énergie en intégrant des critères de performance. Les normes en matière de planification, de reporting et de performance devraient tenir compte du fait que l'amélioration de l'efficacité énergétique ne doit pas se faire au détriment de la sécurité de l'approvisionnement en eau et de sa résilience.

Les pouvoirs publics devraient donc intégrer les questions liées à l'eau dans les cadres existants en matière d'efficacité énergétique, notamment la directive européenne sur l'efficacité énergétique et le code de conduite de l'UE pour les centres de données. La mise en place de normes harmonisées pour les indices PUE et WUE permettra de garantir que les stratégies de refroidissement optimisent les performances globales du système, plutôt que de simplement déplacer les conséquences entre la consommation d'énergie et celle de l'eau.

La planification énergétique stratégique devrait également inclure des évaluations intégrées de la capacité du réseau, de la disponibilité en eau, de l'adéquation des technologies de refroidissement, du rendement des pompes et des moteurs, ainsi que du potentiel de réutilisation de la chaleur, dans le cadre des procédures d'autorisation des centres de données. Ces aspects méritent d'être mieux pris en compte au niveau local, comme national. Une telle planification intégrée peut permettre de réduire les goulets d'étranglement des infrastructures, d'apaiser les inquiétudes des populations et de favoriser une répartition géographique plus équilibrée des installations à travers l'Union européenne.

2. Conserver et renforcer les cadres de reporting et d'analyse comparative transparents

La normalisation des rapports sur la performance environnementale est essentielle pour assurer un suivi efficace des politiques et la responsabilité des acteurs du marché. Les décideurs politiques devraient rendre obligatoire la publication des principaux indicateurs opérationnels dont : l'efficacité énergétique, incluant la réutilisation d'énergie ; et l'efficacité hydrique avec la part de consommation d'eau potable et non potable.

Un cadre de type « *reporting* et réduction » pourrait exiger la publication trimestrielle de données de performance au niveau des sites – notamment le PUE, le WUE, les taux de réutilisation de l'eau, le type de source d'eau, les indicateurs de stress hydrique au niveau du bassin hydrographique et les taux de réutilisation de la chaleur excédentaire. Cette publication serait étayée par une vérification indépendante et des tableaux de bord accessibles au public. Une communication transparente permettrait aux autorités et aux populations locales de suivre l'impact sur les ressources, tout en permettant aux exploitants d'évaluer leurs performances et de démontrer des améliorations tangibles.

Au-delà des seuls indices PUE et WUE, les indicateurs de durabilité devraient évoluer vers des indicateurs de performance intégrés qui reflètent l'impact global des activités des centres de données sur l'ensemble du système, notamment la réutilisation de l'eau, la récupération de la chaleur excédentaire et la résilience des infrastructures.

3. Harmoniser la planification et les mesures incitatives avec un déploiement efficace des systèmes de refroidissement

Les cadres de planification constituent un outil efficace pour accélérer l'adoption de technologies de refroidissement performantes. Les autorités publiques devraient intégrer les exigences en matière d'efficacité hydrique et de conception des systèmes de refroidissement directement dans les autorisations d'aménagement délivrées pour les nouvelles installations et les projets d'extension à grande échelle.

Les autorisations d'urbanisme et les incitations financières pourraient être subordonnées au respect de seuils de performance vérifiés, tels que des plans d'amélioration progressive du WUE, l'adoption d'architectures de refroidissement en circuit fermé et des parts minimales d'utilisation d'eau non potable dans les régions soumises à un stress hydrique. Par exemple, les installations situées dans des bassins hydrographiques soumis à des contraintes hydriques pourraient être tenues d'utiliser, dans un premier temps, une source d'eau de refroidissement majoritairement non potable, avant de passer progressivement à un approvisionnement entièrement non potable.



4. Soutenir les investissements dans des infrastructures de refroidissement efficaces

Si de nombreuses technologies permettant d'améliorer l'efficacité énergétique offrent des avantages considérables sur l'ensemble du cycle de vie, les coûts d'investissement initiaux peuvent néanmoins constituer un frein à leur déploiement. Des incitations financières ciblées peuvent contribuer à surmonter ces obstacles et à accélérer l'adoption de systèmes de refroidissement de pointe.

Les pouvoirs publics gagneraient donc à mettre en place des mesures d'incitations claires en matière d'investissement en faveur des technologies qui permettent de réduire de manière avérée la consommation d'énergie et d'eau. Les axes prioritaires comprennent les systèmes de pompage à haut rendement, l'optimisation des installations hydrauliques, les infrastructures de réutilisation de l'eau et l'intégration de la récupération de chaleur.

Ces mesures incitatives revêtent une importance particulière pour la modernisation des installations existantes, où la mise à niveau des pompes et des systèmes hydrauliques permet souvent de réaliser rapidement des gains d'efficacité. Ces investissements doivent rivaliser avec l'infrastructure informatique de base.

5. Favoriser l'intégration du chauffage urbain et la récupération de la chaleur résiduelle

Afin de favoriser une meilleure intégration entre la planification des infrastructures numériques et le développement du chauffage urbain, les cadres politiques devront prendre en compte ces défis complexes et y apporter des solutions.

La mise en œuvre efficace de projets nécessite la proximité de réseaux de chauffage urbain, une densité de demande de chaleur suffisante, des investissements dans les infrastructures de canalisations et d'échangeurs, ainsi que des contrats d'achat à long terme garantissant la sécurité pour toutes les parties.²⁴,²⁶

La valorisation du potentiel de réutilisation de la chaleur résiduelle dépend moins de la faisabilité technique que de la coordination institutionnelle et contractuelle. Souvent, le principal obstacle réside dans les négociations entre les exploitants de centres de données privés, les réseaux de chauffage urbain et les collectivités locales. Les exploitants de centres de données recherchent un retour sur investissement à court terme (3 à 5 ans) pour rester compétitifs, tandis que les entreprises de chauffage urbain planifient et investissent sur le long terme (plus de 10 ans), ce qui entraîne souvent un décalage entre les deux.

Certaines mesures pourraient répondre à ces défis, comme l'obligation de réaliser des études de faisabilité concernant la réutilisation de la chaleur lors de l'octroi des permis d'urbanisme, l'obligation pour les grandes installations de permettre l'exportation de chaleur lorsque cela est techniquement possible, ainsi que des incitations financières pour le raccordement aux circuits de chauffage urbain et la réutilisation interne de la chaleur. Autre option à envisager : une garantie d'État pour les investissements dans les centres de données, ce qui pourrait contribuer à lever les réticences à investir dans les infrastructures de chauffage urbain. La simplification des procédures d'autorisation et la normalisation des contrats de fourniture de chaleur permettraient également de réduire l'incertitude commerciale et d'accélérer la mise en œuvre des projets.

²⁴ Arup, Data centre futures: Water and the sustainable data centre, 2025.

²⁶ Lawrence Berkeley National Laboratory, United States data centre energy usage report, 2024.



6. Accélérer le déploiement des infrastructures de traitement des eaux recyclées

Bon nombre des solutions de circularité de l'eau décrites précédemment reposent sur une gestion efficace de l'eau et sur un accès fiable à des sources recyclée ou non potable. Afin de permettre un déploiement à grande échelle, les décideurs politiques devraient soutenir la mise en place d'infrastructures dédiées à la distribution d'eau recyclée dans les zones où se concentrent de nombreux centres de données.

Une solution consisterait à mettre en place des « accélérateurs de réutilisation de l'eau » ou des programmes de mise en place d'infrastructures dédiées aux eaux non potables en partenariat avec les agences et services publics de l'eau et l'assainissement, locaux et nationaux. Ces programmes permettraient de financer et d'accélérer la construction de réseaux d'eau recyclée dans les zones industrielles prioritaires, en s'appuyant sur des contrats types et des structures tarifaires standardisées pour les accords d'approvisionnement en eau à long terme.

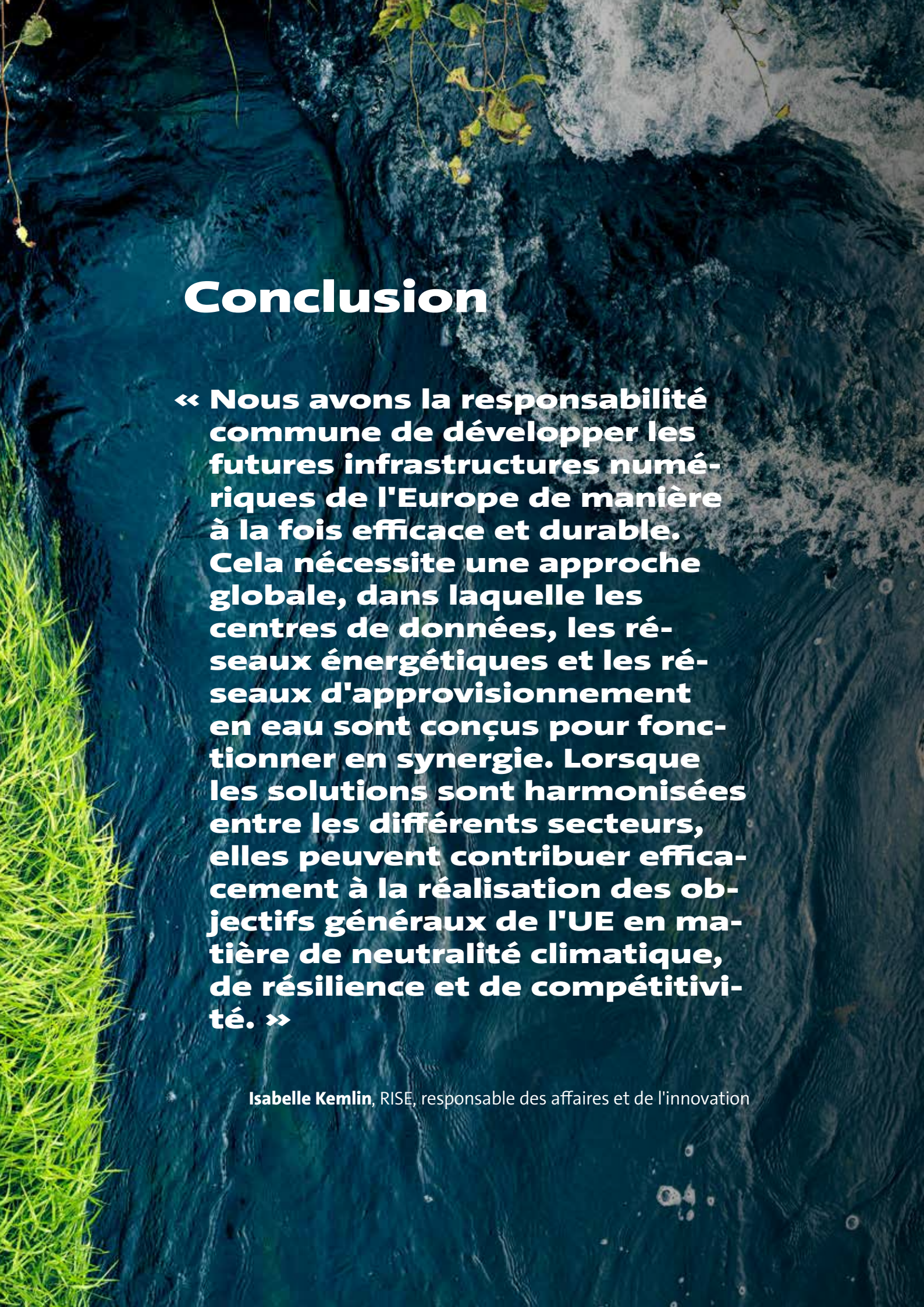
Ces investissements dans les infrastructures peuvent réduire considérablement la dépendance à l'égard de l'eau potable tout en garantissant une sécurité hydrique à long terme tant pour les riverains que pour les exploitants de centres de données.

7. Mettre en place des mesures d'incitation axées sur la préservation de l'eau

Les décideurs politiques des territoires confrontés à un stress hydrique structurel pourraient également envisager de mettre en place des mesures d'incitation à la performance pour les installations qui génèrent des résultats nets positifs en matière d'eau à l'échelle du bassin hydrographique.

Un système de primes favorables à la gestion de l'eau pourrait récompenser les installations qui atteignent des niveaux élevés d'efficacité hydrique tout en réinjectant davantage d'eau qu'elles n'en consomment, grâce à une combinaison de mesures telles que la réutilisation sur place, les systèmes d'eau recyclée et les initiatives de restauration des bassins versants. La mise en adéquation de ces mesures incitatives avec la stratégie de l'UE en matière de résilience hydrique permettrait de donner la priorité aux gains d'efficacité dans les endroits où ils sont le plus nécessaires.

Des rapports normalisés, des cadres de planification intégrés et des incitations financières ciblées créent ensemble les conditions nécessaires pour optimiser l'efficacité des systèmes des centres de données. En conciliant le développement des centres de données avec l'efficacité énergétique, la résilience face aux pénuries d'eau et l'intégration des systèmes de chauffage, les acteurs publics peuvent soutenir la croissance continue des infrastructures numériques tout en préservant les ressources naturelles des territoires.



Conclusion

« Nous avons la responsabilité commune de développer les futures infrastructures numériques de l'Europe de manière à la fois efficace et durable. Cela nécessite une approche globale, dans laquelle les centres de données, les réseaux énergétiques et les réseaux d'approvisionnement en eau sont conçus pour fonctionner en synergie. Lorsque les solutions sont harmonisées entre les différents secteurs, elles peuvent contribuer efficacement à la réalisation des objectifs généraux de l'UE en matière de neutralité climatique, de résilience et de compétitivité. »

Isabelle Kemlin, RISE, responsable des affaires et de l'innovation

La décennie à venir déterminera si l'Europe saura accompagner la croissance des centres de données de manière à renforcer sa compétitivité économique et son autonomie stratégique, ou si les contraintes en matière de ressources, les goulets d'étranglement au niveau des infrastructures et l'opposition sociale généreront des tensions susceptibles de nuire aux investissements et à la résilience.^{1, 27} À mesure que l'intelligence artificielle, le *cloud computing* et le secteur numérique gagnent en intensité d'usage, les centres de données demeurent une infrastructure indispensable pour les économies modernes. La question n'est donc pas de savoir si ces infrastructures se développent, mais comment.

La durabilité et l'intégration des centres de données dans nos territoires reposeront de plus en plus sur l'amélioration de l'efficacité des systèmes de refroidissement et de gestion de l'eau qui sont à la base de leur fonctionnement. Parmi les leviers les plus efficaces et les plus rapidement déployables figurent les échangeurs de chaleur, l'optimisation des pompes et systèmes hydrauliques, les architectures de refroidissement avancées, les stratégies de circularité de l'eau, la refonte des indicateurs de durabilité, la surveillance numérique et l'intégration de la récupération de chaleur.^{24, 28} Mises en œuvre à grande échelle, ces mesures peuvent réduire de manière tangible l'intensité énergétique et hydrique, tout en améliorant la fiabilité opérationnelle et en favorisant une intégration plus poussée avec les réseaux énergétiques et de chauffage environnants.

L'efficacité de l'infrastructure des centres de données n'est donc plus une simple question technique, mais un impératif stratégique. En optimisant les performances des systèmes de

fonctionnement des centres de données, il est possible à la fois de réduire la demande en électricité, de limiter la pression sur la ressource en eau douce et d'ouvrir la voie à des opportunités de couplage sectoriel, grâce au chauffage urbain et à la réutilisation de la chaleur industrielle. Ce faisant, ces solutions transforment les centres de données, qui passent du statut de simples consommateurs d'énergie à celui d'acteurs intégrés dans un environnement plus efficace et plus résilient.

La réalisation de ce potentiel dépendra de cadres politiques qui valorisent les solutions les plus pertinents sur le plan environnemental et une stratégie d'implantation efficaces telles que dessinées dans le présent document. En intégrant la gestion responsable de l'eau aux mesures d'efficacité énergétique, en développant les infrastructures de réutilisation de l'eau, en facilitant l'intégration de la récupération de chaleur et en favorisant une analyse comparative transparente des performances, il est possible d'accélérer le déploiement de solutions éprouvées tout en renforçant la confiance du public dans le développement des infrastructures numériques.

Si ces mesures sont mises en œuvre efficacement, l'Europe pourra soutenir la poursuite de la transformation numérique tout en renforçant sa sécurité énergétique, sa résilience environnementale et sa compétitivité industrielle. Ce faisant, les pays européens peuvent se positionner non seulement comme des marchés de premier plan en matière d'infrastructures numériques, mais aussi comme des références mondiales quant à la manière dont ces infrastructures peuvent coexister de manière productive tant avec l'environnement bâti qu'avec les systèmes naturels dont dépendent, en fin de compte, les sociétés.

¹ Agence internationale de l'énergie, *Energy and AI: Energy demand from AI*, 2025a.

²⁷ Gouvernement britannique, *Warm homes plan*, January 2026a.

²⁴ Arup, *Data centre futures: Water and the sustainable data centre*, 2025.

²⁸ Grundfos, *Data centre solutions and pump case studies*, 2025a.

Grundfos

— Possibility in every drop

Grundfos figure parmi les pionniers en matière de solutions aux défis de l'eau et du climat et œuvre à améliorer la qualité de vie. En tant que *leader* mondial dans le domaine des pompes et des solutions pour l'eau, nous nous engageons à respecter, protéger et favoriser la circulation de l'eau. Nous proposons des solutions et des systèmes économes en énergie et en eau, adaptés à un large éventail d'applications pour la distribution d'eau potable, les industries et les bâtiments.

Pour en savoir plus, rendez-vous sur : [Grundfos.com](https://www.grundfos.com)

Alfa Laval

À l'avant-garde de l'impact positif grâce à un siècle d'expérience dans l'efficacité énergétique

En collaboration avec ses clients, Alfa Laval fait progresser les secteurs dont dépend la société et génère un impact positif durable. En tant que leader mondial dans les technologies de transfert de chaleur, de séparation et de traitement des fluides, nous avons pour mission d'aider des milliards de personnes à accéder à l'énergie, à la nourriture et à l'eau potable dont elles ont besoin. Et, par la même occasion, décarboner la flotte maritime qui constitue l'épine dorsale du commerce mondial. Ensemble, nous ouvrons la voie à un impact positif.

Pour en savoir plus, rendez-vous sur : www.alfalaval.com



Ce document a été rédigé par Grundfos, avec la collaboration d'Alfa Laval.





Références

1. Agence internationale de l'énergie, Energy and AI: Energy demand from AI, 2025a.
 2. Grundfos, White paper: Data centre policies, 2025b.
 3. Commission européenne, Strategic foresight report 2025: Resilience 2.0 – Empowering the EU to thrive amid turbulence and uncertainty, 2025b.
 4. McKinsey & Company, The role of power in unlocking the European AI revolution, 2024.
 5. Gouvernement britannique, Water use in AI and data centres, 2025a.
 6. Grundfos, Building America's digital economy: How smart policies can balance economic growth, resource conservation and community well-being, 2025c.
 7. Organisation internationale de normalisation (ISO), Information technology – Data centres – Key performance indicators – Part 2: Power usage effectiveness (PUE), ISO/IEC 30134-2:2016, Geneva, 2016.
 8. Organisation internationale de normalisation (ISO), Information technology – Data centres – Key performance indicators – Part 9: Water usage effectiveness (WUE), ISO/IEC 30134-9:2022, Geneva, 2022.
 9. Mytton, D. et al., Data centre water consumption, npj Clean Water, 2021.
 10. Reuters, Poor grid planning could shift Europe's data centre geography, 18 juin 2025.
 11. Cloudscene, Data centres in United States of America, n.d., disponible sur : <https://cloudscene.com/market/data-centres-in-united-states/all>
 12. McKinsey & Company, The data center balance: How US states can navigate the opportunities and challenges, n.d., disponible sur : <https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/the-data-center-balance-how-us-states-can-navigate-the-opportunities-and-challenges>
 13. NERC, Characteristics and risks of emerging large loads, n.d., disponible sur : <https://www.nerc.com/globalassets/who-we-are/standing-committees/rstc/whitepaper-characteristics-and-risks-of-emerging-large-loads.pdf>
 14. Data Center Map, Data centers in Western Europe, n.d., disponible sur : <https://www.datacentermap.com/western-europe/>
-

15. European Data Centre Association (EUDCA), State of European data centres 2025, 2025, disponible sur : <https://www.eudca.org/state-of-european-data-centres-2025>
16. Data Center Map, Middle East data centers, n.d., disponible sur : <https://www.datacentermap.com/middle-east/>
17. Kearney, A greener digital age: The Middle East data center opportunity, n.d., disponible sur : <https://www.kearney.com/service/sustainability/article/a-greener-digital-age-the-middle-east-data-center-opportunity>
18. GlobeNewswire, Middle East data center colocation market outlook forecast report 2025–2030: UAE and Saudi Arabia are the forefront markets while countries like Israel and Turkey emerge as new growth areas, 15 janvier 2026, disponible sur : <https://www.globenewswire.com/news-release/2026/01/15/3219318/28124/en/Middle-East-Data-Center-Colocation-Market-Outlook-Forecast-Report-2025-2030-UAE-and-Saudi-Arabia-are-the-Forefront-Markets-While-Countries-Like-Israel-and-Turkey-Emerge-As-New-Grow.html>
19. S&P Global, Saudi Arabia data center market, n.d., disponible sur : <https://www.spglobal.com/en/research-insights/special-reports/look-forward/data-center-frontiers/saudi-arabia-data-center-market>
20. Cloudscene, Data centres in China, n.d., disponible sur : <https://cloudscene.com/market/data-centres-in-china/all>
21. Carbon Brief, Explainer: How China is managing the rising energy demand from data centres, n.d., disponible sur : <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-china-is-managing-the-rising-energy-demand-from-data-centres/>
22. Service de recherche du Parlement européen (EPRS), Electricity consumption of data centres in the EU, 2025.
23. Programme des Nations unies pour l'environnement et Forum économique mondial, Water risk and water stress analyses, 2025.
24. Arup, Data centre futures: Water and the sustainable data centre, 2025.
25. Alfa Laval, Advancing sustainability in data centres: Evaluation of hybrid air/liquid cooling schemes for IT payload using sea water, IEEE Transactions on Cloud Computing, Vol. 12, n° 4, octobre-décembre 2024, 2024.
26. Lawrence Berkeley National Laboratory, United States data centre energy usage report, 2024.
27. Gouvernement britannique, Warm homes plan, January 2026a.
28. Grundfos, Data centre solutions and pump case studies, 2025a.

Pompes Grundfos Distribution SAS
Parc d'Activités de Chesnes
38070 St Quentin Fallavier France
Tél. : +33 (0)4.74.82.15.15
www.grundfos.com/fr

GRUNDFOS 