

# Le cloud durable

1



---

<sup>1</sup> <https://images.spiceworks.com/wp-content/uploads/2022/02/02113318/Cloud-Sustainability-Cloud-Purchase-Decisions.png>

## Table des matières

1. Introduction .....	3
2. La consommation du Cloud .....	4
2.1. Statistiques sur l'utilisation du cloud.....	4
2.2. Statistiques sur le marché du cloud public .....	4
2.3. Consommation du cloud .....	4
3. Services cloud vs datacenter hérités.....	6
4. Bonnes pratiques pour un cloud durable.....	7
4.1. Sélection de la région .....	7
4.2. Conception architecturale .....	7
4.3. Considérations en matière d'infrastructure .....	7
5. Quels sont les meilleures pratiques de quelques serveurs clouds ? .....	8
5.1. Microsoft Azure .....	8
5.2. AWS.....	8
5.3. Infomaniak.....	9
Bibliographie .....	11

# 1. Introduction

La nécessité du développement durable dans l'industrie de l'informatique en nuage découle de plusieurs facteurs interconnectés, comme la demande croissante des services numériques, l'accélération de l'adoption du cloud pendant la pandémie du COVID-19 et la sensibilisation croissante aux problèmes environnementaux.

L'explosion des outils et des usages numériques, stimulée par des facteurs tels que le travail à distance, le commerce électronique et l'éducation en ligne, ont considérablement contribué à augmenter l'empreinte numérique. Parallèlement, la pandémie a entraîné un passage rapide à des solutions basées sur le cloud afin de maintenir la continuité des activités en soutenant les activités à distance.

Cette augmentation de l'utilisation du cloud a alors soulevé des préoccupations environnementales car les centres de données consomment une quantité substantielle d'énergie et de ressources. Ainsi, la nécessité de solutions plus durables en matière d'informatique en nuage est devenue cruciale, s'alignant sur les efforts mondiaux pour atténuer le changement climatique et veiller à ce que la transformation numérique soit écologiquement responsable.

Le cloud durable fait donc référence à l'adoption de pratiques et de technologies minimisant l'empreinte environnementale des services de cloud computing. Cela inclut différentes pratiques, comme l'utilisation des énergies renouvelables, l'optimisation de la consommation énergétique des data centers et l'implémentation de solutions afin de réduire les émissions de carbone. Le but est de garantir que la croissance rapide et l'adoption du cloud ne compromettent pas la santé de la planète et contribuent activement à la durabilité écologique.

## 2. La consommation du Cloud

L'expansion du marché de l'informatique en nuage a été explosive cette décennie. La pandémie de COVID-19 a accéléré considérablement le passage au cloud, de nombreuses entreprises mettant en place des politiques de télétravail rendues possibles grâce à cette technologie. Voici quelques statistiques illustrant cette adoption massive :

- Le marché de l'informatique en nuage devrait atteindre une valeur de 947,3 milliards de dollars d'ici 2026.
- Environ 60 % des données des entreprises sont désormais stockées dans le cloud.
- En 2023, 48 % des entreprises stockaient leurs données les plus importantes dans le cloud.
- D'ici 2027, les trois plus grands dépensiers en services de cloud public (banques, logiciels et services d'information, et télécommunications) représenteront des dépenses combinées de 326 milliards de dollars.
- Les dépenses en cloud public devraient passer de moins de 17 % des dépenses informatiques des entreprises en 2021 à plus de 45 % en 2026.

### 2.1. Statistiques sur l'utilisation du cloud

L'adoption croissante du cloud signifie que davantage de données passent de l'infrastructure réseau sur site à des alternatives plus efficaces et économiques dans le cloud, tant pour les entreprises que pour les particuliers :

- Le nombre de personnes utilisant des clouds personnels comme Dropbox, Google Drive et iCloud a plus que doublé, passant de 1,1 milliard en 2014 à environ 2,3 milliards aujourd'hui.
- En moyenne, les travailleurs utilisent 36 services basés sur le cloud chaque jour.
- L'entreprise moyenne utilise 1 295 services cloud.
- 92 % des organisations utilisent une approche multicloud, combinant différents fournisseurs de services cloud publics et privés.
- 63 % des charges de travail des petites et moyennes entreprises (PME) sont maintenant hébergées dans le cloud, en plus de 62 % des données des PME.

### 2.2. Statistiques sur le marché du cloud public

Dans un cloud public, des fournisseurs de cloud externes fournissent des ressources informatiques entièrement gérées telles que des serveurs, des réseaux et du stockage de manière virtuelle via Internet. Ces ressources sont partagées entre plusieurs utilisateurs :

- Amazon Web Services domine le marché du cloud public avec une part de marché de 32 %.
- Microsoft Azure est le deuxième plus grand service cloud au monde, avec une part de marché de 23 %.
- Google Cloud suit avec une part de marché de 11 %.
- Alibaba Cloud a obtenu une part de 4 % en 2023.

### 2.3. Pollution du cloud

Selon un rapport intitulé "How dirty is your data? A look at the energy choices that power cloud computing", les centres de données qui alimentent l'informatique en nuage représentent environ

2 % de la demande énergétique mondiale et augmentent leur consommation d'énergie à un taux d'environ 12 % par an. Selon Greenpeace, la majorité de l'énergie consommée (50-80 %) provient du charbon et de l'énergie nucléaire plutôt que de sources renouvelables.

Les équipements informatiques génèrent beaucoup de chaleur et les centres de données doivent donc être refroidis. Le refroidissement représente typiquement 40 % de la consommation totale d'énergie et jusqu'à 80 % si le climat naturel du centre de données est plus chaud.

Un autre impact environnemental du cloud computing est le déchet électronique produit par l'industrie. En 2018, 50 millions de tonnes métriques de déchets électroniques ont été générées dans le monde, car pour des raisons commerciales, les équipements sont souvent remplacés dès que des technologies plus efficaces deviennent disponibles. Les autres impacts environnementaux du stockage de données incluent les produits chimiques de refroidissement utilisés dans les salles de serveurs, qui sont souvent dangereux, et les batteries de secours des centres de données. Les composants de ces batteries sont souvent extraits de manière non durable, et l'élimination des batteries toxiques et des produits chimiques de refroidissement pourrait avoir un impact dévastateur sur l'environnement local si elle n'est pas correctement gérée.

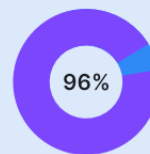
## TOP CLOUD COMPUTING STATISTICS

With global spending on **cloud computing predicted to reach \$679 billion in 2024**, let's look at some key statistics around this area that may inform your business decisions.

By 2025, there will be **200 zettabytes** (a trillion gigabytes) of data in the world.

By 2026, the cloud computing market is forecast to be worth

**\$947.3 billion.**

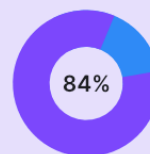


96% of companies use **the public cloud.**

**Amazon Web Services** remains the biggest public cloud provider, with **32%** of the market.



Alibaba GCP Azure AWS



84% of companies use **the private cloud.**

The main challenge facing cloud decision-makers is **managing cloud spend** (82%).



**94%** of businesses noted **improvements in their security** after moving to the cloud.

### 3. Services cloud vs datacenter hérités

Malgré l'impact des services cloud, leur utilisation est bien plus respectueuse de l'environnement que l'utilisation d'un centre de données hérité pour diverses raisons :

- Utilisation des serveurs : les services cloud sont conçus pour maximiser l'utilisation des serveurs. Cela signifie que les serveurs ont plus de chances de fonctionner à pleine capacité ou près de celle-ci, réduisant ainsi le besoin de serveurs inactifs qui consomment de l'énergie sans effectuer de travail utile.
- Meilleure utilisation de l'énergie : de nombreux fournisseurs de cloud s'engagent à utiliser des sources d'énergie renouvelable pour alimenter leurs centres de données. Ils investissent dans l'énergie solaire, éolienne, hydroélectrique et géothermique, réduisant ainsi leur dépendance aux combustibles fossiles et minimisant les émissions de carbone.
- Économies d'échelle : les fournisseurs de cloud exploitent d'énormes centres de données qui servent de multiples clients. Cette échelle leur permet de bénéficier d'économies d'échelle dans l'approvisionnement en énergie et la conception de l'infrastructure. Ils peuvent négocier des contrats d'énergie renouvelable et investir dans des technologies économes en énergie qui pourraient ne pas être réalisables pour de plus petits centres de données hérités.
- Efficacité des ressources : les fournisseurs de cloud investissent massivement dans l'optimisation de l'utilisation des ressources. Ils utilisent des techniques de virtualisation avancées et de répartition de charge pour garantir une utilisation efficace des serveurs. Cela signifie que moins de serveurs physiques sont nécessaires pour prendre en charge les mêmes charges de travail, réduisant ainsi la consommation globale de ressources.

## 4. Bonnes pratiques pour un cloud durable

Voici quelques points clés afin d'agir de manière plus responsable, tirés des piliers architecturaux des grands fournisseurs de services cloud.

### 4.1. Sélection de la région

Régions à faible empreinte carbone : Choisissez des régions avec une faible empreinte carbone en fonction des besoins de l'entreprise (conformité, latence, coût, service et fonctionnalités).

- Quelques références:
  - o AWS : "What to Consider when Selecting a Region for Your Workloads"
  - o Google Cloud : "Carbon-free energy for Google Cloud regions"
  - o Études sur l'impact environnemental des centres de données

### 4.2. Conception architecturale

Modèles de conception natifs du cloud :

- Microservices : Utilisez des conteneurs (et Kubernetes) pour déployer vos applications et tirer parti des capacités de mise à l'échelle du cloud.
- Serverless : Utilisez les fonctions en tant que service pour décomposer vos applications en petites fonctions.
- Architectures orientées messages : Découplez vos applications avec des architectures orientées messages pour réduire les requêtes entre services.
- Mécanismes de cache : Réduisez les requêtes aux systèmes en aval en utilisant des caches.

### 4.3. Considérations en matière d'infrastructure

- Adaptation de la taille des VM : Ajustez la taille des machines virtuelles (VM) à vos besoins d'application et surveillez pour réduire si nécessaire.
- Utilisation de ressources à jour : Choisissez toujours les derniers types de VM et de stockage par bloc pour répondre aux besoins de votre application.
- Processeurs basés sur ARM : Envisagez d'utiliser des processeurs ARM pour de meilleures performances et des coûts réduits.
- Surveillance des ressources inutilisées : Éteignez ou supprimez les ressources inutilisées ou inactives (VM, bases de données, etc.).
- Utilisation des GPU : Réservez les GPU aux tâches plus efficaces que les CPU (apprentissage automatique, rendu graphique, transcodage, etc.).
- Démarrage et arrêt automatiques des VM : Utilisez les capacités de planification pour contrôler le comportement de vos VM de charge de travail.
- Services managés : Préférez utiliser des services PaaS ou managés pour les bases de données, le stockage, les équilibreurs de charge, etc.
- Gestion du cycle de vie des données : Utilisez des politiques de cycle de vie de stockage pour archiver ou supprimer des données inutilisées ou inutiles.
- Mise à l'échelle automatique : Utilisez les capacités intégrées au cloud pour mettre à l'échelle horizontalement en fonction de la charge de votre application.

Ces pratiques visent à maximiser l'efficacité énergétique et à minimiser l'impact environnemental de l'utilisation du cloud, contribuant ainsi à un cloud plus durable.

## 5. Quels sont les meilleures pratiques de quelques fournisseurs de serveurs clouds ?

### 5.1. Microsoft Azure

Azure considère la durabilité comme un des plus grands défis actuelles. Elle est engagée à placer les technologies durables au cœur de leur innovation afin de s'adapter et croître avec la planète tout en minimisant leur impact environnemental.

Azure s'est engagé à se concentrer sur quatre domaines clés d'impact environnemental pour les communautés locales : le carbone, l'eau, les déchets et les écosystèmes.

- 100 % d'énergie renouvelable d'ici 2025
- Positif en eau d'ici 2030 : renouveler plus d'eau que nous en consomons d'ici 2030.
- Certifié zéro déchet d'ici 2030
- Zéro déforestation nette provenant des nouvelles constructions

Voici quelques exemples :

- Optimisation de l'utilisation de l'eau : Utilisation de compteurs d'eau intelligents pour aider à atténuer une crise de l'eau dans les hôpitaux régionaux d'Afrique du Sud.
- Reboisement : Végétalisation des communautés avec des bois indigènes en Irlande.
- Amélioration de la qualité et de la disponibilité de l'eau communautaire : Restauration des habitats naturels pour les castors dans l'État de Washington.
- Foresterie urbaine : Plantation d'arbres et promotion de la gestion forestière urbaine à des Moines, Iowa.
- Promotion de l'efficacité énergétique : Projet d'engagement communautaire pour améliorer l'efficacité énergétique et les économies d'énergie dans un collège irlandais.
- Partenariat avec des projets d'énergie renouvelable : Préparation des travailleurs qualifiés pour profiter des emplois dans le secteur solaire dans les collèges de l'État de Virginie.

### 5.2. AWS

#### *Utilisation de Matériaux à Faible Empreinte Carbone*

AWS utilise du béton et de l'acier à faible empreinte carbone pour construire ses centres de données et vise à rendre ces matériaux disponibles dans toute l'industrie de la construction. Le secteur de la construction est l'un des plus difficiles à décarboner. Le carbone incorporé, c'est-à-dire les émissions générées au cours du cycle de vie des matériaux de construction, représente environ 11 % des émissions mondiales de carbone.

Dans le cadre de l'Engagement Climatique, Amazon et AWS se concentrent sur l'augmentation de l'efficacité énergétique, l'expansion de l'utilisation des énergies renouvelables et la réduction du carbone incorporé de leurs infrastructures pour atteindre un bilan carbone neutre d'ici 2040. AWS a construit 43 centres de données avec du béton et de l'acier à faible empreinte carbone, économisant ainsi plus de 22 000 tonnes de CO<sub>2</sub>.

Approches pour Réduire l'Utilisation de Matériaux :

- Réduire l'utilisation globale de l'acier et du béton



AWS évalue continuellement les critères de conception pour réduire la quantité totale de matériaux nécessaires. Par exemple, en modifiant le système d'air dans les centres de données, AWS a pu économiser environ 115 tonnes de CO2 par centre de données.

- Tester des alternatives au ciment à faible empreinte carbone  
AWS travaille avec des fournisseurs pour tester des mélanges de béton contenant des sous-produits recyclés et du ciment Portland-Limestone (Type II). Ces alternatives peuvent réduire les émissions de carbone jusqu'à 50 %. En Virginie, AWS a réussi à remplacer 40 % du ciment ordinaire par du laitier, réduisant ainsi le carbone incorporé de plus de 30 %.
- Encourager les fournisseurs à intégrer de l'acier à faible empreinte carbone  
AWS utilise de l'acier produit dans des fours à arc électrique (EAF), qui utilise de la ferraille et peut être alimenté par des sources d'énergie renouvelable, réduisant ainsi l'empreinte carbone jusqu'à un cinquième par rapport à la production d'acier traditionnelle. AWS intègre également de l'acier à haute résistance pour réduire la quantité de matériau nécessaire.
- Investir dans des technologies innovantes  
AWS investit dans des technologies pour décarboniser ses centres de données via le Climate Pledge Fund, un programme d'investissement de 2 milliards de dollars. Des entreprises comme Brimstone et Electra développent des procédés innovants pour fabriquer du ciment et du fer avec une empreinte carbone réduite, et AWS prévoit d'utiliser ces matériaux dès qu'ils seront viables techniquement et commercialement.

AWS est déterminé à réduire l'impact environnemental de ses centres de données tout en soutenant l'innovation et en collaborant avec l'industrie pour développer et utiliser des matériaux de construction plus durables.

### 5.3. Infomaniak

Infomaniak se distingue dans l'industrie du cloud par ses pratiques exemplaires en matière de durabilité, reflétant un engagement profond envers l'environnement et la responsabilité sociale. Voici un aperçu de ses initiatives les plus notables :

- Utilisation exclusive d'énergie renouvelable  
Infomaniak opère tous ses data centers avec une énergie 100 % renouvelable certifiée, réduisant ainsi significativement son empreinte carbone et soutenant la transition énergétique globale.
- Technologie de refroidissement innovante  
Les installations d'Infomaniak utilisent un système de refroidissement passif basé sur l'air extérieur filtré, évitant ainsi l'utilisation de climatisation et minimisant leur impact environnemental.
- Production d'énergie solaire  
En investissant dans ses propres centrales solaires, Infomaniak s'efforce de générer autant d'énergie propre qu'elle n'en consomme, allant au-delà de la simple neutralité carbone pour contribuer activement à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

- Durabilité des infrastructures  
Infomaniak prolonge la durée de vie de ses serveurs jusqu'à 15 ans, favorisant ainsi une gestion responsable des déchets électroniques et une optimisation des ressources.
- Approvisionnement responsable  
L'entreprise privilégie l'achat de composants fabriqués en Europe, utilisant des sources d'énergie renouvelable, ce qui soutient l'économie locale tout en réduisant l'empreinte écologique de ses opérations.
- Responsabilité sociale et communautaire  
Infomaniak affecte 1 % de sa croissance à des initiatives non lucratives dédiées à la protection de l'environnement et à la promotion de pratiques durables.

Ces engagements démontrent l'engagement résolu d'Infomaniak à intégrer la durabilité au cœur de ses opérations et à influencer positivement l'industrie du cloud vers un avenir plus vert et plus responsable.

# Bibliographie

<https://meritis.fr/blog/comment-rendre-le-cloud-plus-durable/>

<https://www.infomaniak.com/fr/a-propos>

<https://azure.microsoft.com/en-us/explore/global-infrastructure/sustainability>

<https://earth.org/environmental-impact-of-cloud-computing/>

<https://www.aboutamazon.com/news/sustainability/aws-decarbonizing-construction-data-centers>

<https://earth5r.org/environmental-benefits-cloud-computing/#:~:text=If%20the%20cloud%20is%20located,find%20out%20the%20greener%20choice.>

<https://spacelift.io/blog/cloud-computing-statistics>

<https://meritis.fr/blog/comment-rendre-le-cloud-plus-durable/>