# La mise à niveau : Data Center / Infrastructure

Tous droits réservés à STUDI - Reproduction interdite

# Table des matières

**I. Présentation des Data Centers** 3

**II. Composantes des Data Centers** 4

**III. Enjeux énergétiques et impacts environnementaux** 5

**IV. Sécurité d'un Data Centers (Centre de données) au sein d'une infrastructure sécurisée** 6

**V. Auto-évaluation** 10

**Solutions des exercices** 11


Tous droits réservés à STUDI - Reproduction interdite

# I. Présentation des Data Centers

**Durée :** 1 h 30

**Environnement de travail :** Un ordinateur connecté à Internet

**Prérequis :** Aucun

***Contexte***

Dans ce cours, nous allons redécouvrir les *Data Centers*, les lieux où ils sont implantés et leur rôle dans le monde de l'informatique, afin de comprendre leur conception et leur impact sur l'environnement. En règle générale, quand on effectue une recherche internet ou qu'on envoie des informations par mails, on ne pense pas à se demander comment toutes ces données sont exportées ou encore comment elles sont stockées. Et pourtant, il y a tout un système complexe derrière ces activités. Nous verrons en quoi leur sécurité impacte une infrastructure sécurisée.

**L'histoire des Data Centers**

Les Data Centers sont des infrastructures sécurisées qui se prémunissent contre les risques naturels ou technologiques et qui abritent tout un ensemble d'équipements électroniques, de télécommunications ou de systèmes de stockage. Les Data Centers peuvent être situés dans un immeuble où ils peuvent occuper un étage ou une seule pièce. Pour œuvrer correctement, ils doivent être en fonction constamment, sans interruption, tout en restant performants.

Vers la fin des années 1990, les Data Centers se sont construits sur des millions de mètres carrés, dans la perspective d'héberger des serveurs. Puis, par la suite, ils se sont développés et des centres spécifiques ont vu le jour dans le but de maîtriser la climatisation et la consommation électrique pour intégrer le « *numérique responsable* ». Le but est la mise en place de Data Centers « *écologiques* ».

Amazon et Google ont été amenés à créer, vers 2008, des Data Centers d'environ 250 000 serveurs, afin que les serveurs de Facebook économisent de l'énergie. Les bases de données sont devenues de plus en plus importantes pour le développement des entreprises.

En 2020, on dénombrait plus de 4 800 Data Centers dans le monde, qui sont répartis dans 127 pays. La France serait la troisième nation européenne en ce qui concerne le nombre de Data Centers sur son territoire.

**Les Data Centers : comprendre leur fonctionnement et la gestion de leurs capacités**

Un Data Center, ou en français « **centre de données** », est une installation physique qui regroupe des équipements informatiques tels que les routeurs, serveurs et tout autre équipement de réseau comme les baies de stockage. Il a pour mission de stocker et de répartir des données. Un centre de données peut être interne ou externe aux entreprises, ou être géré par des prestataires. Il épargne aux entreprises d'avoir un espace dédié aux serveurs dans leurs locaux.

À long terme, la capacité d'utilisation des Data Centers sera restreinte, du fait de l'utilisation de la surface utilisable ainsi que de la disponibilité de la puissance. Avec la croissance constante des technologies informatiques, la consommation d'énergie devance le besoin de la capacité en superficie. Il est donc crucial de mettre au point une stratégie de développement des Data Centers, car le processus de construction prend plusieurs années.

La capacité maximale d'occupation d'un Data Center doit être, en général, autour de 85 % (énergie et superficie) pour pouvoir garder une marge de manœuvre lors du remplacement de matériel. Sans cette marge, il serait impossible de procéder au remplacement des équipements, ce qui entraînerait un étouffement du système d'information.

Les Data Centers ont une durée de vie de 25 ans en moyenne.

***Définition*** **Baie de stockage**

Équipement qui sert à sauvegarder des données informatiques. Les baies de stockage sont composées de plusieurs éléments, notamment un ensemble de disques durs de stockage qui ont pour rôle de conserver toutes les données.

## II. Composantes des Data Centers

**Les composantes des Data Centers**

Les Data Centers sont structurés en deux catégories de composantes : les composantes physiques et les composantes réseau. Elles assurent, dans chaque centre, une connexion réseau optimale (Internet) et s'assurent que le système d'information est actif.

**Les composantes physiques :**

- La climatisation, qui gère la température. Celle-ci doit être de 20°C, parce que l'activité des systèmes et des équipements informatiques dégage une importante chaleur. Les Data Centers plus récents, eux, maximisent le refroidissement de la totalité des serveurs ce qui permet de réduire la dépense énergétique et la dépense d'hébergement.
- La filtration de l'air.
- L'unité de distribution d'énergie.
- Le générateur.
- On trouve également dans les Data Centers des portes coupe-feu et d'autres appareils avec lesquels il est possible de gérer les incendies accidentels et de l'éteindre sans pour autant impacter le reste du bâtiment. En revanche, les systèmes d'extinction automatiques sont tout aussi nuisibles que le feu lui-même, car ils endommagent certains composants électroniques. C'est pour cela que d'autres procédés ont vu le jour : l'azote ou encore l'aragonite (le gaz inerte), tandis que d'autres centres utilisent de l'eau ultra-pure qui n'endommage pas les composants électriques.
- Le contrôle de tous les accès englobant aussi la sécurité physique, l'accès physique aux centres est limité au seul personnel autorisé. Il y a ainsi des caméras de vidéo-surveillance ainsi que des agents de sécurité qui contrôlent les accès.
- Une surveillance 24h/24 et 7j/7 des serveurs.
- L'utilisation de fibres optiques et de câbles de paires torsadées pour la connexion Ethernet.
- En termes de sécurité, les centres sont sous haute surveillance.
- Dans le cas de perte d'alimentation électrique, les systèmes de secours ainsi que les composantes électriques sont généralement doublés.
- Pour permettre la libre circulation de l'air et pour faciliter le passage des câbles d'alimentation et de données, le plancher est surélevé d'environ 60 cm. Pour les Data Centers qui sont plus récents, il n'y a pas du tout de plancher : les câbles passent au-dessus des racks, et possèdent deux systèmes d'alarme.

**Les composantes réseau concernent :**

- Les commutateurs,
- Les routeurs,
- Les passerelles,
- Le pare-feu / VPN,
- Et le système qui décèle les intrusions logicielles.


Tous droits réservés à STUDI - Reproduction interdite

Les communications internes des Data Centers utilisent généralement les protocoles IP (niveau 3 dans le modèle OSI). Les Data Centers possèdent donc des routeurs, des commutateurs et tous les autres équipements qui permettent de renforcer la communication entre les serveurs et les équipements qui sont à l'extérieur.

## III. Enjeux énergétiques et impacts environnementaux

**Quels sont les enjeux énergétiques et les impacts environnementaux ?**

Les Data Centers sont importants dans le monde de l'informatique. En revanche, ils génèrent des enjeux dans la consommation énergétique, parce qu'ils nuisent à l'environnement. Les organismes et entreprises ont de plus en plus recours aux systèmes informatiques et, plus les équipements technologiques se développent, plus la consommation d'énergie est importante.

Certaines entreprises contribuent au réchauffement climatique à cause de l'énergie grise que les Data Centers consomment. La tendance s'intensifie avec le développement d'Internet, de la téléphonie, des objets connectés et du Big Data. Dans le domaine de la cryptomonnaie, le Bitcoin consommait environ 20 TWh en énergie par an, en 2018, ce qui équivaut à un peu moins de 10% de la consommation des Data Centers.

200 TWh ont été consommés en 2018 pour faire fonctionner les Data Centers, ce qui représente la moitié de la production des réacteurs nucléaires situés en France.

Il ne faut pas oublier l'empreinte carbone des Data Centers qui est d'environ 2 %, mais celle-ci devrait encore augmenter ainsi que l'empreinte eau (c'est le volume total d'eau virtuelle qui sert à produire un produit ou encore un service). Il est fort probable que la consommation électrique de l'informatique dans le monde atteindra les 20 % du total mondial avant 2030. Les Data Centers déjà implantés représentent donc une barrière à la protection de l'environnement.

Près de 50 % de la consommation en énergie d'un centre de données serait liée au système de refroidissement. Ces systèmes utilisent des substances chimiques qui sont nocives. Si la construction des Data Centers perdure, cela pourrait nuire gravement à l'écosystème, car il faut un espace assez important qui pourrait détruire l'espace naturel des animaux et des plantes.

***Fondamental***

Pour résumer, les impacts envers l'environnement seront provoqués principalement par :

- La construction des bâtiments
- La fabrication des équipements liés aux bâtiments et les équipements informatiques
- L'utilisation des Data Centers

Toutes ces constructions et fabrications engendrent de la pollution et entraînent un appauvrissement des stocks de ressources non renouvelables (ressources naturelles).

Les émissions de gaz à effet de serre et les émissions de déchets des équipements électriques vont également faire augmenter l'impact sur l'environnement de l'informatique.

**Quelles alternatives face aux répercussions des Data Centers sur l'environnement ?**

Pour freiner l'impact que les Data Centers ont sur l'environnement, il existe déjà certaines alternatives. La plupart des entreprises essaient de développer de nouveaux systèmes de Data Centers qui respecteraient l'environnement :

- Les radiateurs numériques qui irradient la chaleur des systèmes informatiques sous forme d'une chaleur utile : les processeurs et cartes mères des radiateurs transforment la totalité ou une fraction de la partie qui chauffe grâce à l'effet de joule en chaleur.
- L'utilisation des énergies renouvelables pour l'alimentation ou le refroidissement des Data Centers. Certaines entreprises seraient prêtes à recourir à ce système. Apple utilise déjà les énergies renouvelables, comme l'énergie solaire, qui avoisine un taux d'environ 100 % pour ses Data Centers.

Tous droits réservés à STUDI - Reproduction interdite

- Le *Cloud computing* décentralisé dans le cadre d'un « *green Cloud* », mais dont il faudrait tout réinventer afin de trouver le moyen de ne pas reproduire les mêmes erreurs que le « *cloud computing* » normal. Revoir une gestion dynamique du refroidissement, une nouvelle conception de la sécurité des serveurs, une nouvelle gestion des données et de l'énergie etc.
- En 2018, Microsoft et Naval Group ont tenté d'immerger totalement leur tout premier Data Center en Écosse, qui était refroidi par l'eau de mer et approvisionné par les énergies marines.
- Les « *green Data Centers* » qui consistent en l'utilisation d'équipements à faible consommation d'énergie pour minimiser au maximum leur impact sur l'environnement. Ils prennent en compte la gestion de l'énergie et de l'eau.
- L'utilisation d'une partie des ressources des ordinateurs des entreprises ou des particuliers qui serviraient à développer des réseaux de serveur. Ici, le niveau de sécurité informatique serait à repenser.
- Éviter le suréquipement des matériels. Si la plupart des serveurs sont suréquipés, cela augmente le niveau de consommation.

***Complément*** **Ouverture**

Après avoir étudié les Data Centers, les questions que l'on pourrait se poser sont :

- Quel est l'avenir des Data Centers à l'échelle mondiale ?
- Malgré les impacts et les enjeux qu'il y a sur l'environnement, vont-ils continuer de se développer ?
- Si oui, parviendra-t-on réellement à trouver un compromis afin de protéger au maximum la Terre et éviter le réchauffement climatique ainsi que la disparition de la faune et de la flore ?

## IV. Sécurité d'un Data Centers (Centre de données) au sein d'une infrastructure sécurisée

Imaginez que vous avez une pile de lingots d'or et que vous êtes responsable de sa protection. La laisseriez-vous à l'air libre où n'importe quel voleur pourrait mettre la main dessus, ou le garderiez-vous sous clé ?


Tous droits réservés à STUDI - Reproduction interdite

Cette même analogie s'applique à votre centre de données – une mine d'or virtuelle d'informations – mais de nombreuses entreprises choisissent de faire le minimum en matière de sécurité du centre de données. Votre centre de données – les serveurs informatiques et les appareils en réseau qui traitent, distribuent et stockent vos précieuses données – est un élément essentiel de l'infrastructure numérique de votre organisation.

La sécurité du centre de données est la combinaison de politiques, de processus, de procédures et de technologies qui le protègent des cyberattaques et autres menaces virtuelles.

Alors, quelles sont les normes de sécurité des données que vous devez connaître pour respecter et maintenir la conformité ?

**L'importance de la sécurité des Data Centers continue de croître**

Il n'est pas surprenant que la sécurité de vos données soit cruciale pour toute entreprise. Ce sont des informations inestimables qui peuvent faire ou défaire votre entreprise. Les informations exclusives comme la propriété intellectuelle et les secrets commerciaux, ainsi que les informations personnelles et financières des clients sont autant d'exemples des types de données qui peuvent être trouvées dans un centre de données.

L'exposition intentionnelle ou accidentelle des données peut entraîner :

- **Atteinte à la réputation et perte de confiance des clients** : si l'on apprend que vous ne prenez pas les mesures nécessaires pour protéger les données de vos clients (ou même votre propre propriété intellectuelle), pourquoi *devraient*-ils vous faire confiance ?
- **Amendes de non-conformité des réglementations de l'industrie** : il existe plusieurs réglementations clés qui ont des exigences liées à la sécurité des Data Centers, notamment PCI DSS, HIPAA, GDPR, SAE 18 (anciennement SAE 16) et ISO 27001 : 2013.
- **Dommages financiers et pertes de revenus** : les temps d'arrêt sont une préoccupation majeure pour les entreprises et peuvent entraîner des pertes de revenus importantes.

Mettre en œuvre des mesures de sécurité physique du centre de données. Lorsque les gens pensent aux types de mesures de sécurité qu'ils ont mises en place pour protéger les données de leur organisation, ils ne considèrent pas nécessairement l'aspect de la sécurité physique.

Pourquoi ?

Ils sont souvent trop préoccupés par les préoccupations liées aux risques de pertes de données résultant de cyberattaques et de violations de données.

Cependant, ce que les entreprises ne réalisent peut-être pas, c'est que les menaces de sécurité physique peuvent être parmi les plus percutantes.

Un tel exemple serait le cas d'Anthony Levandowski, un ancien ingénieur de Google qui a plaidé coupable d'avoir volé les secrets commerciaux de l'entreprise et de les avoir donnés à Uber.

Selon un article du New Yorker[1], Levandowski a accédé directement aux serveurs de Google pour effectuer le vol :

> « *Selon Google, un mois avant la démission de Levandowski, il avait branché son ordinateur portable professionnel sur un serveur Google et téléchargé environ quatorze mille fichiers, y compris des schémas matériels. Il a transféré les fichiers sur un lecteur externe, puis a nettoyé son ordinateur portable.* »

1 https://www.newyorker.com/magazine/2018/10/22/did-uber-steal-googles-intellectual-property

Tous droits réservés à STUDI - Reproduction interdite

**Les principaux types de Data Centers**

Il existe quelques principaux types de Data Centers qu'une organisation peut avoir en fonction de ses besoins et des ressources disponibles :

- **Centre de données de cloud public** :ce type de centre de données est hors site et est hébergé par des fournisseurs de cloud public tels qu'IBM Cloud, Amazon Web Services (AWS) et d'autres géants de la technologie. Il y a beaucoup de débats au sein de l'industrie sur la sécurité de ces plateformes malgré une adoption croissante, mais bon nombre de ces problèmes se situent au niveau du client (comme les mauvaises configurations de serveur) et non au niveau du fournisseur.
- **Centre de données d'hébergement géré privé** : ce type de centre de données est celui dans lequel vous partagez des serveurs avec d'autres entreprises et organisations. C'est idéal pour les entreprises qui ont une expertise technique limitée ou qui ne peuvent pas se permettre des dépenses d'investissement importantes dès le départ. Cependant, ce n'est pas nécessairement l'option la plus sûre.
- **Centre de données de colocation** : ce type de centre de données est celui dans lequel une entreprise partage l'espace avec d'autres entreprises, mais possède ses propres serveurs et autres équipements. Cela offre plus de protection pour vos données que les Data Centers d'hébergement gérés, car vous possédez votre propre équipement et ne le partagez pas avec d'autres organisations.
- **Centre de données sur site** : ce type de centre de données est celui que vous hébergez dans votre propre établissement. Disposer d'un centre de données sur site offre le plus haut niveau de sécurité, mais entraîne également des coûts d'exploitation nettement plus élevés que les autres options de stockage de données.

Chacun étant si différent, cela signifie que les besoins de sécurité de chaque type sont différents. Alors, quelle devrait être la première considération en matière de sécurité des Data Centers ?

**Emplacement, emplacement, emplacement**

Si vous créez votre propre centre de données et ne comptez pas sur un centre de données cloud ou de colocation, il est essentiel de planifier intentionnellement l'espace physique de votre centre de données. Cela inclut de décider si vous souhaitez que votre centre de données soit dans un endroit isolé ou dans une zone plus peuplée.

Mais que devez-vous garder à l'esprit lors de la planification d'un emplacement de centre de données en termes de sécurité ?

- Soyez conscient des dangers liés aux conditions météorologiques et des zones basses (nous avons constaté que les crues et la technologie ne font pas bon ménage).
- Faites également attention aux zones géologiques chaudes sujettes aux tremblements de terre.
- Si vous envisagez de construire dans une zone plus peuplée, vous pouvez cacher votre centre de données à la vue de tous en le fondant dans son environnement.
- Si vous utilisez les installations d'un fournisseur de services, vérifiez la construction et l'emplacement de son bâtiment. Vous pouvez également demander des rapports de conformité pour voir comment ils se comparent.

**Mesures de sécurité physique du centre de données**

En dehors de l'emplacement, il existe de nombreuses autres considérations de sécurité physique. Le renforcement des Data Centers peut inclure :

- Murs et structures en béton armé pouvant protéger l'installation des agressions extérieures.
- Armoires et cages de serveurs boulonnées dans le sol et sécurisées par des serrures.
- Contrôles environnementaux qui surveillent et régulent les changements de température et d'humidité.

Mark Soto, propriétaire de la société de cybersécurité et de services informatiques Cybericus[1] , s'empresse de déclarer que même si les attaques physiques ne sont pas aussi courantes que les cyberattaques, elles constituent toujours des menaces réelles pour la sécurité de vos données.

1 https://cybericus.com/


Tous droits réservés à STUDI - Reproduction interdite

> *Vous devez mettre en place des mesures de sécurité autour du centre de données pour vous assurer qu'il est sécurisé. Cela peut se faire soit par un système de badges, soit par un clavier NIP pour permettre uniquement à certaines personnes d'accéder à ces emplacements.*
>
> *Soyez pleinement conscient des personnes qui passent par l'installation. Comme mentionné ci-dessus, 30 % des violations de données sont dues à des utilisateurs internes. En tant qu'entreprise, vous devez faire très attention à savoir qui a accès au centre de données et à quelles parties ils ont accès. Cela peut impliquer n'importe quoi, de la vérification des antécédents des employés aux sous-traitants tiers qui ont accès aux installations de votre centre de données.*

Ben Hartwig, responsable des opérations Web chez InfoTracer[1], déclare que vous devez prendre en compte la conception physique de votre installation pour véritablement évaluer la sécurité de votre centre de données.

> *L'une des principales préoccupations est la conception du bâtiment ou de l'installation elle-même en ce qui concerne la sécurité physique. Les points clés de la sécurité physique comprennent la vidéosurveillance 24h/24 et 7j/7, les détecteurs de métaux et les gardes de sécurité sur site, ainsi que des mesures de sécurité en couches, des points de contrôle de sécurité, personnalisés pour refléter la sensibilité des données protégées, des points d'entrée et de sortie limités ou uniques, et Suite.*

Certains types de Data Centers ont également des exigences physiques supplémentaires, telles que celles décrites par la Telecommunications Industry Association[2] (TIA) dans leurs normes de données ANSI/TIA-942/TIA-942A.

Hartwig suggère également de faire passer les mesures de sécurité traditionnelles au niveau supérieur. Certaines méthodes incluent l'utilisation de contrôles d'accès multiples et l'application de méthodes de sécurité spécialisées dans chaque zone et pièce.

> *Chaque zone sécurisée individuellement devrait exiger plus d'une forme d'identification et de contrôle des laissez-passer, car tous les employés ne devraient pas avoir accès à toutes les parties d'un centre de données.*
>
> *Utilisez des cartes d'accès et des badges d'identification, ou toute autre protection comprenant des balances qui pèsent les visiteurs à l'entrée et à la sortie des locaux, des vérifications continues des antécédents du personnel autorisé et des verrous biométriques.*

**Surveiller et restreindre non seulement l'accès physique, mais également l'accès virtuel**

Mais la sécurisation de vos données nécessite plus que la simple installation de serrures de porte et de caméras. Vous devez également surveiller l'accès numérique.

Pourquoi ?

Parmi les violations de données signalées dans le rapport 2019 d'IBM[3] et du Ponemon Institute sur le coût d'une violation de données, 49 % d'entre elles ont été identifiées comme résultant d'erreurs humaines et de problèmes système et non de cyberattaques.

Jeff Tom, administrateur informatique, déclare que l'une des meilleures pratiques de sécurité des Data Centers les plus évidentes consiste à examiner les autorisations définies pour tous les utilisateurs ayant accès à vos serveurs.

1 https://infotracer.com/
2 https://tiaonline.org/products-and-services/tia942certification/
3 https://www.ibm.com/security/data-breach

Tous droits réservés à STUDI - Reproduction interdite

> *Un audit périodique des autorisations est crucial pour s'assurer que l'accès n'est délégué qu'à ceux qui en ont besoin. Les utilisateurs root peuvent être très dangereux car ils peuvent apporter des modifications ou exécuter n'importe quel code ou processus. Mais, les utilisateurs root sont nécessaires. L'attribution de processus, de tâches, etc. au bon utilisateur est le moyen le plus sûr de déléguer des processus. Lorsque le personnel quitte une organisation, il devrait y avoir une évaluation appropriée de son statut dans tous les systèmes pour déterminer s'il y a accès même si ce n'est pas par la porte d'entrée.*

Et si vous n'étiez pas déjà préoccupé par les escroqueries par hameçonnage et les insécurités de mot de passe, vous devriez l'être. Le rapport 2020 de Verizon sur les enquêtes sur les violations de données (DBIR[1]) montre que quatre violations sur cinq liées au piratage impliquent la force brute ou l'utilisation d'informations d'identification perdues ou volées.

## V. Auto-évaluation

### Exercice 1 : Test

[solution n°1 p.13]

Question 1

De quoi peut être composé un Data Center ?

- ☐ Routeurs
- ☐ Serveurs
- ☐ Baies de stockage

Question 2

Quelle est la mission d'un Data Center ?

- ☐ Stocker les données
- ☐ Répartir les données
- ☐ Vendre les données

Question 3

Un centre de données peut être... :

- ☐ Interne
- ☐ Externe
- ☐ Géré par un prestataire

Question 4

À long terme, la capacité d'utilisation des Data Centers sera restreinte.

- ○ Vrai
- ○ Faux

Question 5

1 https://www.verizon.com/business/resources/reports/dbir/


Tous droits réservés à STUDI - Reproduction interdite

Avec la croissance constante des technologies informatiques, la consommation d'énergie devance le besoin de la capacité en superficie.

- ○ Vrai
- ○ Faux

## Solutions des exercices

Tous droits réservés à STUDI - Reproduction interdite

## Exercice p. 10 Solution n°1

### Question 1

De quoi peut être composé un Data Center ?

- [x] Routeurs
- [x] Serveurs
- [x] Baies de stockage

Un Data Center, ou en français « *centre de données* », est une installation physique qui regroupe des équipements informatiques tels que les routeurs, serveurs et autres équipements de réseaux comme les baies de stockage.

### Question 2

Quelle est la mission d'un Data Center ?

- [x] Stocker les données
- [x] Répartir les données
- [ ] Vendre les données

Un Date Center a pour mission de stocker et de répartir des données.

### Question 3

Un centre de données peut être... :

- [x] Interne
- [x] Externe
- [x] Géré par un prestataire

Un centre de données peut être interne ou externe aux entreprises, ou être géré par des prestataires. Il épargne aux entreprises d'avoir un espace dédié aux serveurs dans leurs locaux.

### Question 4

À long terme, la capacité d'utilisation des Data Centers sera restreinte.

- (•) Vrai
- ( ) Faux

À long terme, la capacité d'utilisation des Data Centers sera restreinte, du fait de l'utilisation de la surface utilisable ainsi que de la disponibilité de la puissance.

### Question 5

Avec la croissance constante des technologies informatiques, la consommation d'énergie devance le besoin de la capacité en superficie.

- (•) Vrai
- ( ) Faux

Tous droits réservés à STUDI - Reproduction interdite

Il est donc crucial de mettre au point une stratégie de développement des Data Center, car le processus de construction prend plusieurs années.


Tous droits réservés à STUDI - Reproduction interdite