



Ressources naturelles Canada

GUIDE DES BONNES PRATIQUES POUR LES CENTRES DE DONNÉES CANADIENS (2024)

Rapport préliminaire

GUIDE DES BONNES PRATIQUES 2024

Novembre 2024



ECONOLUX

Also available in English:

Best Practice Guide for Canadian Data Centres (2024)

PROJET N° 6553

N° de cat. M4-262/2025F-PDF (en ligne)

ISBN 978-0-660-76293-7

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre de l'Énergie
et des Ressources naturelles du Canada, 2024

ABRÉVIATIONS

ACV	Analyse du cycle de vie
AIE	Agence internationale de l'énergie
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
ASI	Alimentation sans interruption
BAS	Système d'automatisation des bâtiments (<i>Building Automation System</i>)
BEF	Facteur énergétique de référence (<i>Benchmark energy factor</i>)
CEI	Commission électrotechnique internationale
CER	Coefficient d'efficacité de refroidissement (<i>Cooling efficiency ratio</i>)
CP	Coefficient de performance
CRAH	Appareil de traitement d'air de salle informatique
CSA	Association canadienne de normalisation (<i>Canadian Standards Association</i>)
CSI	Climatiseur de salle informatique
CUE	Performance carbone (<i>Carbon usage effectiveness</i>)
DCiE	Efficacité de l'infrastructure des centres de données (<i>Data centre infrastructure efficiency</i>)
DCIM	Gestion/Gestionnaire des infrastructures du centre de données (<i>Data Centre Infrastructure Monitoring</i>)
DP	Densité de puissance
DX	Détente directe
E&M	Exploitation et maintenance
EED	Directive sur l'efficacité énergétique (<i>Energy Efficiency Directive</i>)
ELC	Composante de perte électrique (<i>Electrical loss component</i>)
EPA	Agence américaine pour la protection de l'environnement (<i>Environmental Protection Agency</i>)
ERE	Efficacité de la réutilisation de l'énergie (<i>Energy reuse effectiveness</i>)
ERF	Indicateur de réutilisation de l'énergie (<i>Energy reuse factor</i>)
ETI	Équipement de technologie de l'information
EU DC CoC	Guide de bonnes pratiques pour le code de conduite de l'UE sur l'efficacité énergétique des centres de données
IA	Intelligence artificielle
ICP	Indicateur clé de performance
ISO	Organisation internationale de normalisation (<i>International Organization for Standardization</i>)
ITEEsv	Efficacité énergétique des appareils de technologies de l'information concernant les serveurs (<i>IT equipment energy savings value</i>)
ITEUsv	Utilisation des appareils de technologies de l'information se rapportant aux serveurs (<i>IT</i>



equipment utilization savings value)

ITIL	Bibliothèque de l'infrastructure des technologies de l'information (<i>Information technology infrastructure library</i>)
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattheure
LEED	Leadership en matière d'énergie et de conception environnementale (<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>)
MFN	Mécanique des fluides numérique
MLC	Composante de la charge mécanique (<i>Mechanical load component</i>)
ONG	Organisation non gouvernementale
PUE	Efficacité dans l'utilisation de la puissance (<i>Power usage effectiveness</i>)
R-D-D	La recherche, le développement et la démonstration
RE	Rendement énergétique
REF	Indicateur d'énergie renouvelable (<i>Renewable energy factor</i>)
RNCan	Ressources naturelles Canada
SEEM	Grandeurs de mesure de l'efficacité énergétique des serveurs (<i>Server energy effectiveness metric</i>)
TI	Technologies de l'information
TWh	Térawattheures
UCT	Unité centrale de traitement (<i>Central processing unit</i>)
UDE	Unité de distribution d'énergie
WUE	Efficacité dans l'utilisation de l'eau (<i>Water usage effectiveness</i>)

DÉFINITIONS

Infrastructure 2N	Dans la conception d'un centre de données, « N » fait référence au nombre minimum de ressources ou à la quantité d'équipements nécessaires pour faire fonctionner un système informatique. L'infrastructure « 2N » signifie qu'il y a deux fois la quantité de ressources/capacités requises disponibles dans le système, en d'autres termes, une redondance ou une sauvegarde à 100 %.
Allée	L'allée ou les allées font référence à un plan d'aménagement des baies de serveurs et d'autres équipements informatiques dans un centre de données. L'allée est le canal ouvert ou le passage entre les baies. La gestion des flux d'air du centre de données peut utiliser ce canal pour contenir et diriger l'air chaud ou froid.
Audit	Un audit consiste à appliquer une méthodologie spécifique pour évaluer la quantité d'énergie ou de ressources (telles que l'eau, le gaz naturel, etc.) utilisée par une installation, et pour déterminer les moyens de gérer la consommation de ces ressources.
Refroidisseur	Un refroidisseur est un système de refroidissement utilisé pour abaisser la température des machines, des espaces industriels et commerciaux et des fluides de traitement en retirant la chaleur du système et en la transférant ailleurs. Les systèmes de refroidissement sont utiles pour les applications nécessitant des températures de fonctionnement précises.
Tableau de bord	Un tableau de bord est un moyen visuel d'afficher différents types de données en un seul endroit, y compris des indicateurs clés de performance (ICP) ou d'autres mesures importantes que les utilisateurs doivent voir et comprendre d'un seul coup d'œil. Il est généralement conçu pour transmettre des informations différentes, mais connexes.
Refroidissement des centres de données	Les appareils et équipements informatiques produisent de la chaleur. L'excès de chaleur et d'humidité dans les centres de données peut endommager les appareils et les équipements, entraînant leur dysfonctionnement et leur arrêt. Le refroidissement typique d'un centre de données élimine l'excès de chaleur de l'air et le remplace par de l'air plus frais à l'aide d'équipements de climatisation. Le refroidissement de l'équipement peut également être assuré à l'aide d'équipements de refroidissement spécialisés.
Opérateurs de centres de données	Cette catégorie très variée comprend des centres de données d'entreprise appartenant à des sociétés et gérés à l'interne, des centres de données institutionnels et gouvernementaux, des organisations à but non lucratif et des centres de données desservant le secteur de l'éducation. Il existe également quelques centres de données dits « à très grande échelle », c'est-à-dire des centres de données massifs détenus et gérés par de grandes entreprises technologiques.
Fournisseurs de colocation de centres de données	Les fournisseurs de colocation de centres de données proposent des installations d'hébergement partagées, où des entreprises peuvent placer leurs serveurs. Ces centres peuvent être détenus par des tiers et héberger à la fois des serveurs appartenant à des entreprises clientes et des serveurs proposés en gestion par le fournisseur (hébergement géré) pour des entreprises souhaitant externaliser la gestion de leurs infrastructures.
Utilisateurs de colocation de centres de données	De nombreuses entreprises et organisations du secteur public passent de la possession de leurs propres serveurs et/ou installations à des services gérés par le biais de la colocation, en particulier pour sécuriser l'informatique en nuage avec des fournisseurs à grande échelle.

Gestion des données	La gestion des données est la pratique de la collecte, de l'organisation, de la protection et du stockage des données. Comme les organisations créent et consomment des quantités de plus en plus importantes de données, de bonnes pratiques et de bons services de gestion des données sont essentiels pour que ces organisations soient en mesure de gérer de grandes quantités de données.
Salle de données	Une salle de données est un espace dans un centre de données dédié à l'hébergement d'armoires de serveurs informatiques utilisées pour le traitement de données et les communications. La surface de la salle de données est la surface au sol consacrée à cet équipement ainsi qu'à l'équipement auxiliaire, mais pas à l'espace de bureau, par exemple.
Centres de données d'entreprise	Un centre de données d'entreprise est une installation physique qu'une organisation possède et exploite pour stocker et traiter des données et répondre à ses propres besoins informatiques. Un centre de données d'entreprise typique héberge l'équipement informatique tel que des routeurs, des commutateurs, des serveurs, des pare-feu et d'autres composants qui permettent de mettre en œuvre des applications critiques et de stocker et traiter des données.
Pratiques générales	Il s'agit de pratiques qui s'appliquent à toutes les procédures de gestion des bâtiments en matière d'énergie ou d'autres ressources, plutôt qu'à des procédures propres aux technologies de l'information ou aux centres de données. Par exemple, éteindre les lumières dans les locaux inutilisés est une pratique générale, tandis qu'installer un logiciel de virtualisation est une pratique propre aux centres de données.
Matériel informatique	Dans les centres de données, le terme « matériel informatique » fait référence à l'infrastructure physique et à l'équipement, y compris les serveurs, les dispositifs de stockage, l'équipement de réseau et d'autres composants, qui permettent aux centres de données de gérer les données, de traiter les informations et d'offrir des services aux utilisateurs.
Cycle de vie	Un cycle de vie décrit les phases d'un produit, depuis les matières premières jusqu'à la production, l'utilisation et le recyclage ou l'élimination. Une analyse de cycle de vie (ACV) est une analyse systématique des répercussions environnementales de ces phases.
Mesure	Également appelée mesure d'efficacité énergétique, il s'agit d'une procédure qui, lorsqu'elle est mise en œuvre, permet de réduire la quantité d'énergie ou de ressources requises pour accomplir une tâche ou obtenir un résultat équivalent.
Mesurage	Le mesurage est caractérisé comme l'utilisation d'instruments et de processus définis pour mesurer et enregistrer des paramètres. Dans le contexte de l'efficacité énergétique, l'objectif du mesurage est de collecter avec précision les données nécessaires à une prise de décision éclairée, par exemple pour estimer les économies attribuables à la mise en œuvre de mesures d'efficacité énergétique.
Indicateurs	Les indicateurs sont des facteurs quantifiables qui peuvent être mesurés et utilisés pour évaluer l'efficacité des processus ou des activités. En ce qui concerne les centres de données, il existe de nombreux indicateurs qui peuvent fournir à la direction des centres de données et aux principales parties prenantes des conseils sur différents aspects de leurs activités. Par exemple, il existe des indicateurs permettant de mesurer l'utilisation de ressources telles que l'énergie et l'eau dans un centre de données.
Réseau informatique	Un réseau informatique est un système de dispositifs informatiques interconnectés qui peuvent échanger des données et partager des ressources entre eux. Ces appareils utilisent des protocoles de communication définis pour transmettre et recevoir des informations.

Charge partielle	Les systèmes de chauffage, ventilation et conditionnement d'air (CVCA) peuvent passer une grande partie de leurs heures de fonctionnement dans des conditions autres que leur capacité maximale prévue (où leur efficacité est également la plus élevée). La charge partielle désigne le fonctionnement d'un système de CVCA lorsque la demande de chauffage ou de refroidissement est inférieure à sa capacité maximale, et que le système ne fonctionne donc pas à son efficacité maximale.
Pratique	Le terme « pratique » fait référence à quelque chose qui est habituellement ou régulièrement fait, comme une habitude ou une méthode. Dans ce document, le terme « pratique » fait référence à l'utilisation des procédures ou des méthodes requises dans le cadre des activités des centres de données.
Baie de serveurs	Une baie de serveurs est une armoire conçue pour contenir et organiser l'équipement informatique de la meilleure façon possible pour le fonctionnement de l'équipement et l'utilisation de l'espace au sol.
Résilience	Dans le contexte des centres de données, le terme « résilience » désigne la capacité d'un centre de données à rester opérationnel et à se remettre rapidement d'événements inattendus tels que les catastrophes naturelles, les pannes d'électricité, les cyberattaques et autres perturbations naturelles ou humaines.
Serveur	Un serveur est un dispositif informatique conçu spécifiquement pour traiter les demandes d'autres programmes et dispositifs et fournir des réponses à ces demandes au moyen d'Internet ou d'un réseau local.
Stockage	Le stockage est un élément essentiel de l'architecture d'un centre de données. Il s'agit d'un terme décrivant les dispositifs électroniques, les logiciels et les processus qui manipulent, gèrent et surveillent le stockage des données au sein d'un centre de données.
Alimentation sans interruption	Une alimentation sans interruption (ASI) est un type de système d'alimentation qui fournit une alimentation électrique de secours continue et automatisée en cas de défaillance de la source d'alimentation d'entrée ou de l'alimentation du secteur. Dans les centres de données, une ASI fournit une protection quasi instantanée contre les interruptions de l'alimentation d'entrée en basculant vers l'énergie stockée dans des batteries, des supercondensateurs ou des volants d'inertie.
Virtualisation	La virtualisation est une technologie utilisée pour créer des représentations virtuelles de serveurs, de stockage, de réseaux et d'autres machines physiques utilisées dans les centres de données. Les logiciels virtuels peuvent imiter les fonctions du matériel physique pour faire fonctionner simultanément plusieurs machines virtuelles sur une seule machine physique, en utilisant pleinement sa capacité.

TABLE DES MATIÈRES

Préambule	x
Sommaire	xi
Introduction	1
1.1 Vue d'ensemble	7
1.2 Mise en route rapide	7
1.3 Mesurage et indicateurs	8
1.3.1 Importance	8
1.3.2 Actions spécifiques et effets potentiels	9
1.3.3 Outils et indicateurs	11
1.4 Gestion	19
1.4.1 Importance	19
1.4.2 Actions spécifiques et effets potentiels	20
1.5 Matériel informatique	23
1.5.1 Importance	23
1.5.2 Actions spécifiques et effets potentiels	24
1.6 Gestion des données Partie 1 : Centres de données d'entreprise	26
1.6.1 Importance	26
1.6.2 Actions spécifiques et effets potentiels	27
1.7 Gestion des données Partie 2 : Fournisseurs de colocation de centres de données	28
1.7.1 Importance	28
1.7.2 Actions spécifiques et effets potentiels	29
1.8 Refroidissement	31
1.8.1 Importance	31
1.8.2 Actions spécifiques et impacts potentiels	32
1.8.3 Refroidissement des serveurs	33
1.8.4 Refroidissement de l'espace	36
1.8.5 Systèmes de production de froid	37
1.9 Résilience	40
1.9.1 Importance	40
1.9.2 Actions spécifiques et effets potentiels	41
1.10 Pratiques générales	42
1.10.1 Importance	42
1.10.2 Actions spécifiques et effets potentiels	42

1.11	Résumé et recommandations	44
2.1	Aperçu des utilisateurs de colocation de centres de données.....	47
2.2	Mise en route rapide	Error! Bookmark not defined.
2.3	Mesurage et indicateurs.....	48
2.3.1	Importance.....	48
2.3.2	Actions spécifiques et effets potentiels.....	48
2.4	Gestion des données.....	48
2.4.1	Importance.....	48
2.4.2	Actions spécifiques et effets potentiels.....	49
2.5	Matériel informatique.....	50
2.5.1	Importance.....	50
2.5.2	Actions spécifiques et effets potentiels.....	51
2.6	Refroidissement.....	52
2.6.1	Importance.....	52
2.6.2	Actions spécifiques et effets potentiels.....	53
2.7	Résumé et recommandations	53
ANNEXE I Bibliographie		55
ANNEXE II Analyse comparative préliminaire du refroidissement et de la densité de puissance des centres de données canadiens		57
ANNEXE III Directive européenne sur l'efficacité énergétique et exigences relatives aux centres de données		58
ANNEXE IV Définition du centre de données		61

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Exemples d'indicateurs et liens vers des informations complémentaires	9
Tableau 2 : Caractéristiques des systèmes de refroidissement par densité de puissance (2021)	57

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Processus de développement du guide des bonnes pratiques	3
Figure 2 : Regroupement des bonnes pratiques par catégorie de marché	4
Figure 3 : Bonnes pratiques pour les centres de données d'entreprise et les fournisseurs de colocation des centres de données	7
Figure 4 : Bonnes pratiques en matière de mesurage et indicateurs	8
Figure 5 : Exemple de tableau de bord de l'énergie	10
Figure 6 : Bonnes pratiques de gestion.....	19
Figure 7 : Étapes de la création d'un plan de gestion de l'environnement ou de l'énergie	22
Figure 8 : Bonnes pratiques pour le matériel informatique	24
Figure 9 : Bonnes pratiques de gestion des données – Centres de données d'entreprise	27
Figure 10 : Bonnes pratiques pour la gestion des données – Fournisseurs de colocation de centres de données	29

Figure 11 : Composants de refroidissement d'un centre de données	32
Figure 12 : Bonnes pratiques pour le refroidissement des serveurs	33
Figure 13 : Exemple d'une pratique des allées chaudes/froides	34
Figure 14 : Exemple de plaques obturatrices	35
Figure 15 : Bonnes pratiques pour le refroidissement	36
Figure 16 : Bonnes pratiques pour les systèmes de production de froid	37
Figure 17 : Bonnes pratiques en matière de résilience	41
Figure 18 : Bonnes pratiques générales	42
Figure 19 : Bonnes pratiques pour les utilisateurs de colocation de centres de données	47
Figure 20 : Bonnes pratiques de mesurage et indicateurs – Utilisateurs de colocation de centres de données	48
Figure 21 : Bonnes pratiques pour la gestion des données – Utilisateurs de colocation de centres de données	49
Figure 22 : Bonnes pratiques pour le matériel informatique – Utilisateurs de colocation de centres de données	50
Figure 23 : Bonnes pratiques de refroidissement – Utilisateurs en colocation de centres de données	53
Figure 24 : Exemple de plaques d'obturation	53



PRÉAMBULE

La demande de services en ligne augmente rapidement, alors que de plus en plus d'interactions autrefois physiques se numérisent. Les services et les technologies émergents tels que la diffusion en continu, le jeu en nuage, la chaîne de blocs, l'apprentissage automatique et la réalité virtuelle sont sur le point de multiplier la demande et les capacités des centres de données, augmentant ainsi le nombre et la taille des installations fournissant ces services. À l'heure actuelle, les services des centres de données représentent déjà une proportion importante de l'empreinte au sol et de la demande d'électricité dans les principaux marchés canadiens de Toronto, Montréal et Vancouver. L'approvisionnement en énergie et en ressources nécessaires pour les centres de données peut exercer une pression considérable sur les services publics locaux et sur l'environnement en général.

Bien que des progrès importants en matière d'efficacité énergétique, d'exploitation et de pratiques aient contribué à modérer la demande d'énergie et de ressources des centres de données et des réseaux de transmission, ces avancées n'ont pas été appliquées de manière cohérente par l'ensemble des centres de données. Pour que le Canada puisse respecter ses engagements internationaux et internes en matière d'environnement, il sera nécessaire de freiner considérablement la demande en ressources et la croissance des émissions de ce secteur au cours de la prochaine décennie, tout en préservant sa croissance. Cet objectif ne pourra être atteint qu'au prix d'efforts soutenus de la part des pouvoirs publics et de l'industrie en matière d'efficacité énergétique, d'approvisionnement en énergies renouvelables, de recherche, de développement et de démonstration (R-D-D), ainsi que de sensibilisation et de participation de l'ensemble du secteur.

Le présent Guide des bonnes pratiques pour les centres de données canadiens est conçu comme un document de référence et un manuel pratique destiné à aider les opérateurs de centres de données à déterminer et à mettre en œuvre des mesures susceptibles d'améliorer l'efficacité opérationnelle de leurs activités. Les mesures énumérées dans le présent document ont pour but de fournir une terminologie et un cadre de référence communs pour décrire les bonnes pratiques et faciliter leur adoption. Ce guide des bonnes pratiques se veut également un document dynamique et sera régulièrement mis à jour avec de bonnes pratiques nouvelles ou améliorées pour les centres de données au fur et à mesure qu'elles apparaissent ou sont affinées et qu'elles peuvent être largement partagées.

À mesure que les gouvernements et les organisations industrielles reconnaissent la nécessité de se pencher sur l'efficacité opérationnelle et les répercussions des centres de données sur l'environnement, il y aura de plus en plus d'initiatives structurées pour aider les professionnels des centres de données à optimiser leurs activités ainsi que l'utilisation des ressources sans compromettre les activités essentielles et la performance de leurs installations. Ce guide des bonnes pratiques est une initiative de Ressources naturelles Canada visant à fournir aux opérateurs et aux utilisateurs de centres de données au Canada des informations utiles sur les bonnes pratiques internationales afin qu'ils les prennent en considération et les adoptent. En outre, ce guide fournit des recommandations sur les types de données à collecter, à compiler et à partager afin d'améliorer les connaissances de l'industrie et du grand public et d'éclairer les actions futures.



SOMMAIRE

Introduction

Le volume total de données électroniques transférées dans le monde devrait connaître une croissance exponentielle au cours des prochaines années. À l'échelle mondiale, on estime que la transmission de données et les réseaux associés consomment entre 260 TWh et 340 TWh par an, soit environ 1 % à 1,4 % de l'électricité utilisée dans le monde. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) a également estimé que la demande électrique des centres de données pourrait doubler de 2023 à 2026. Cette croissance pourrait exercer une pression significative sur les réseaux électriques locaux dans un avenir proche. Les centres de données basés au Canada suivent une trajectoire de croissance similaire en matière de services et de demande d'énergie et représentent déjà une empreinte au sol et une demande d'électricité significative sur les principaux marchés canadiens de Toronto, Montréal et Vancouver.

Les gouvernements et les organisations du monde entier ont reconnu la nécessité de s'attaquer à la consommation d'énergie dans ce secteur à forte intensité énergétique. Par exemple, l'Union européenne (UE) a développé un programme volontaire pour aider les opérateurs des centres de données à optimiser l'utilisation de l'énergie sans mettre en péril les opérations essentielles de leurs installations, avec des exigences supplémentaires pour les déclarations déjà en place. Plus précisément, les opérateurs de centres de données de l'UE dont la demande de puissance informatique installée est d'au moins 500 kW devaient soumettre des rapports à la base de données européenne (EU 2024/1364) avant le 15 septembre 2024. Dans ce contexte, il est donc essentiel que Ressources naturelles Canada fournisse aux opérateurs et aux utilisateurs de centres de données canadiens des informations utiles sur les bonnes pratiques internationales afin qu'ils les prennent en considération et les adoptent.

Objectif et contenu

L'objectif du présent Guide des bonnes pratiques pour les centres de données canadiens de RNCAN est de présenter les bonnes pratiques internationales les plus récentes (2024) pour optimiser l'utilisation de l'énergie et les opérations essentielles des centres de données. Les bonnes pratiques peuvent être utilisées par les opérateurs et les utilisateurs des différents types de centres de données existants au Canada. Ce guide des bonnes pratiques servira de document éducatif et de référence pour conseiller et soutenir les opérateurs, propriétaires, utilisateurs et autres parties prenantes des centres de données canadiens dans l'établissement des priorités et la gestion de leurs processus et de la consommation d'énergie connexe de manière rentable, sans entraver les fonctions essentielles des centres de données.

Une grande partie des informations techniques contenues dans ce guide des bonnes pratiques est dérivée du *Guide de bonnes pratiques pour le Code de conduite européen pour l'efficacité énergétique dans les centres de données 2023* (2023 EU DC CoC) ainsi que de l'édition 2024 du même guide. Toutefois, les informations ont été adaptées d'une manière plus adéquate pour les opérateurs, utilisateurs et parties prenantes actuels des centres de données au Canada, qui comprennent principalement les opérateurs de centres de données, les fournisseurs de services de colocation de centres de données et les utilisateurs de services de colocation de centres de données.



Organisation du présent guide

Ce guide est composé de deux sections techniques principales, chacune correspondant à une catégorie du secteur canadien des centres de données décrit ci-dessus. Pour chaque catégorie de secteur, des pratiques opérationnelles pertinentes sont mises de l'avant à l'intention des parties prenantes. Ces pratiques sont ensuite classées en sections comme suit :

- › **Mesurage et indicateurs** : La mesure et l'analyse des indicateurs de performance des centres de données;
- › **Gestion** : Les stratégies et pratiques pour une exploitation et une administration efficaces des centres de données;
- › **Refroidissement** : Les techniques et technologies permettant de maintenir des températures optimales dans les centres de données;
- › **Résilience** : La garantie d'une prestation de services ininterrompue et l'atténuation des risques liés au temps d'arrêt;
- › **Pratiques générales** : Les bonnes pratiques qui s'appliquent largement à l'ensemble du secteur des centres de données;
- › **Matériel informatique** : L'infrastructure nécessaire au stockage, au traitement et à la transmission des données;
- › **Gestion des données** : Les processus et technologies de traitement, de stockage et de protection des données.

Dans chaque section, les pratiques énergétiques et de gestion les plus importantes sont décrites. Les utilisateurs sont ainsi guidés à travers les bonnes pratiques en matière de mesurage et d'indicateurs, de gestion, de refroidissement, de résilience, etc.

Conclusion et recommandations

Un ensemble de tendances commerciales et technologiques est à l'origine de la croissance rapide des centres de données canadiens. Cette croissance continue de la demande de services dans les centres de données est tout à fait conforme aux tendances internationales. Par exemple, l'intelligence artificielle (IA) et les cryptomonnaies – deux des domaines de croissance les plus importants des services en ligne au monde – sont hébergées dans des centres de données et augmentent la consommation d'énergie de ces derniers. Bien qu'il n'y ait pas encore d'indications sur d'autres mesures gouvernementales concernant les centres de données au Canada ou des tendances claires sur la façon dont les développements de la cryptomonnaie et de l'IA affecteront le marché canadien des centres de données, il est clair que l'énergie et les coûts d'autres services augmentent également avec le progrès économique. Par conséquent, les propriétaires, les opérateurs et les utilisateurs de services de centres de données peuvent accroître leur efficacité globale, gérer les coûts et se préparer aux incertitudes en adoptant de bonnes pratiques décrites dans le présent document.

Depuis 2024, plusieurs gouvernements abordent les défis liés au respect des engagements de réduction des émissions et à l'augmentation de la demande d'énergie des centres de données. Par exemple, les centres de données de l'UE dont la demande de puissance informatique installée est d'au moins 500 kW sont tenus de rendre compte à la base de données de l'UE au le 15 septembre 2024, conformément à la directive sur l'efficacité énergétique, soit l'*Energy Efficiency Directive* (EED). Les États membres de l'UE peuvent également modifier certains aspects du système de déclaration, comme l'ajout de nouveaux points de données, l'élargissement du champ d'application des entités déclarantes ou la mise en place de leur propre plateforme nationale de déclaration, par exemple.¹ Les exigences de l'EED de l'Union européenne s'appliquent également aux bâtiments à usage mixte. Ainsi, en plus de divulguer la partie dédiée aux centres de données de leur bâtiment, les opérateurs de centres de données doivent installer des compteurs distincts pour chaque fonction ou secteur du bâtiment, comme les zones résidentielles, commerciales et les centres de données.²

D'après les commentaires reçus de l'industrie au cours de la phase de consultation précédant la mise en œuvre de l'EED, l'UE a constaté un grand soutien de l'industrie pour ces réglementations, avec peu ou pas d'opposition à ces exigences. À ce jour, l'industrie, particulièrement les fournisseurs de services de colocation, a seulement demandé une extension ou une transition prolongée pour la première période de déclaration. Celle-ci a également indiqué qu'elle était favorable à l'inclusion de plus petits centres de données (c'est-à-dire des centres de données de moins de 500 kW), car ils peuvent être moins efficaces.³

Il est recommandé à toutes les parties prenantes de faire le premier pas, c'est-à-dire de mesurer et d'examiner les différents aspects de leurs activités à l'aide des outils fournis dans le présent document. Une fois les indicateurs obtenus, ils permettront de mettre en évidence les domaines d'excellence ainsi que les domaines nécessitant une attention particulière. L'étape suivante consiste à réunir tous les décideurs concernés et à consulter des experts dans tous les domaines pertinents afin de déterminer, sélectionner et mettre en œuvre les pratiques susceptibles d'apporter des améliorations rentables aux activités des centres de données. Il convient de noter qu'un plan d'action efficace doit envisager la mise en œuvre de pratiques à court et à long terme.

Enfin, bien que cela ne fasse pas partie des pratiques recommandées, les parties prenantes devraient envisager de collaborer avec d'autres organisations et parties prenantes afin de promouvoir les réussites, d'apprendre des autres et d'aider à faire progresser les connaissances du secteur sur ce sujet. Il est probable qu'en raison de la rapidité des progrès réalisés dans le secteur, certaines bonnes pratiques soient encore en cours de développement et ne soient pas encore mises en évidence ou partagées dans une quelconque documentation écrite.

¹ Les opérateurs de centres de données peuvent mettre en œuvre des outils d'efficacité informatique tels que le DCIM (*Data Centre Infrastructure Monitoring*) qui surveille et optimise les performances de leurs équipements informatiques. Le DCIM peut agréger et rendre compte de l'efficacité dans l'utilisation de la puissance (PUE), de la consommation totale d'énergie avec des ventilations par sous-systèmes et même des émissions de carbone. Les opérateurs seront en mesure de définir des bases de référence et de commencer à collecter des rapports, qu'ils pourront utiliser pour visualiser les inefficacités et la consommation d'énergie inutile et ainsi améliorer l'efficacité globale du système (europa.eu).

² Les bâtiments sont tenus d'adopter des systèmes intégrés de gestion de l'énergie qui permettent d'établir des rapports détaillés et précis sur la consommation d'énergie pour les différentes fonctions du bâtiment.

³ L'Annexe II du présent document contient de plus amples informations sur l'EED et les exigences en matière de rapports de l'UE pour les bâtiments commerciaux.



INTRODUCTION



À l'échelle internationale, les transferts de données devraient connaître une croissance exponentielle au cours des prochaines années.⁴ Il est estimé que la transmission de données sur les réseaux consomme entre 260 TWh et 340 TWh, soit environ 1 % à 1,4 % de l'électricité utilisée à travers le monde. Les centres de données basés au Canada suivent une trajectoire de croissance similaire en matière de services et de demande d'énergie. Par exemple, une évaluation du marché de Ressources naturelles Canada (RNCa)⁵ a estimé que les centres de données représentaient 1,4 % de la consommation totale d'électricité en 2021⁶ et que cette consommation a augmenté de 50 % pour atteindre 2,1 % en 2023.⁷ L'AIE a également estimé que les centres de données pourraient doubler leur demande de 2023 à 2026. Cette croissance pourrait mettre à l'épreuve les réseaux électriques locaux dans un avenir proche. Actuellement, les services des centres de données représentent déjà une part importante de la surface au sol⁸ et de la demande d'électricité sur les principaux marchés canadiens de Toronto, Montréal et Vancouver. La demande d'électricité a été estimée à 320 MW, 520 MW et 46 MW pour ces trois marchés respectivement.

Bien que le facteur d'émission moyen d'électricité soit généralement faible dans certaines provinces, les centres de données peuvent exercer une pression supplémentaire sur le réseau électrique pendant les périodes de forte demande d'électricité. Cela peut obliger les opérateurs de réseaux à utiliser des sources d'énergie supplémentaires qui sont parfois moins propres pour répondre à la demande accrue. En outre, les centres de données sont équipés de générateurs alimentés par des combustibles fossiles pour l'alimentation de secours en cas de défaillance du réseau principal, ce qui entraîne une augmentation des émissions de carbone. Il est donc essentiel de mettre en œuvre des solutions d'efficacité et de gestion énergétiques pour réduire les émissions de carbone, conformément aux priorités environnementales du Canada. Comme l'indique son initiative La carboneutralité d'ici 2050, le Canada s'est engagé à atteindre la carboneutralité d'ici 2050. Les centres de données peuvent contribuer à cet objectif tout en continuant à se développer.

Les gouvernements et les organisations industrielles du monde entier ont reconnu la nécessité de s'attaquer à la consommation d'énergie dans ce secteur à forte intensité énergétique. Par exemple, l'UE a développé un programme volontaire pour aider les professionnels des centres de données à optimiser l'utilisation de l'énergie sans compromettre les opérations essentielles de leurs installations, incluant des exigences supplémentaires qui seront bientôt établies. Plus précisément, les opérateurs de centres de données de l'UE qui ont une demande de puissance informatique installée d'au moins 500 kW doivent soumettre des rapports à la base de données européenne (UE) 2024/1364 au 15 septembre 2024.⁹ Par conséquent, il est essentiel que Ressources naturelles Canada fournisse des informations utiles sur les bonnes pratiques internationales aux opérateurs et aux utilisateurs de centres de données canadiens afin qu'ils les examinent et les adoptent.

⁴ <https://www.iea.org/energy-system/buildings/data-centres-and-data-transmission-networks>. (en anglais)

⁵ RNCa a commandé une étude en 2021 pour caractériser le marché canadien des centres de données et établir l'infrastructure de recherche nécessaire pour comprendre ce marché. L'étude a été mise à jour en 2023.

⁶ Ce chiffre correspond à la consommation des centres de données en 2021 par rapport à la consommation totale d'électricité au Canada en 2019, les données de 2021 et 2020 n'étant pas disponibles et jugées non représentatives en raison de la pandémie, respectivement.

⁷ Ce résultat est une approximation de la consommation des centres de données en 2023 par rapport à la consommation totale d'électricité du Canada en 2022, car les données relatives à la consommation d'électricité du Canada en 2023 n'étaient pas disponibles au moment du calcul.

⁸ L'évaluation du marché de RNCa a estimé que les centres de données occupent environ 500 000 m² de surface de plancher, alors que les bâtiments commerciaux/institutionnels au Canada occupent environ 1 400 000 000 m², ce qui représente environ 0,036 % de la surface de plancher totale.

⁹ https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/energy-efficiency/energy-efficiency-products/code-conduct-ict/european-code-conduct-energy-efficiency-data-centres_en. (en anglais)



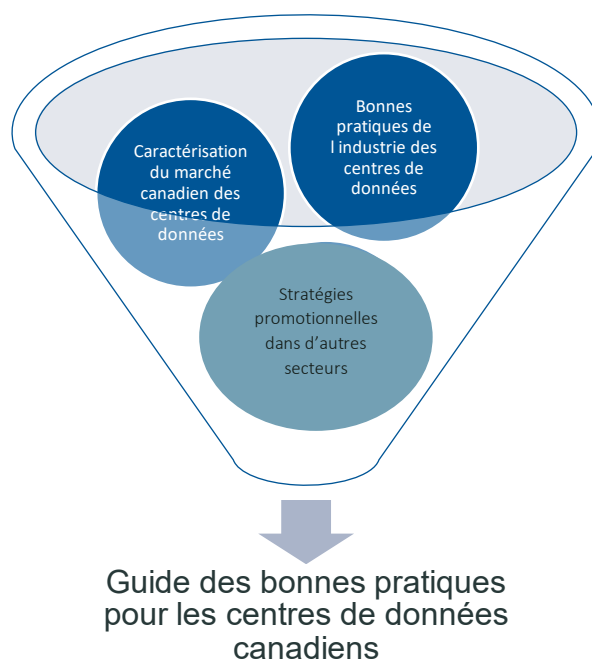
Objectifs

L'objectif du présent Guide des bonnes pratiques de Ressources naturelles Canada pour les centres de données canadiens est de présenter les bonnes pratiques internationales les plus récentes (2024) dans le but d'optimiser l'utilisation de l'énergie et les opérations essentielles des centres de données. Les bonnes pratiques peuvent être utilisées par les opérateurs et les utilisateurs des différents types de centres de données existants au Canada. Ce guide des bonnes pratiques sert de document éducatif et de référence pour conseiller et aider les opérateurs, propriétaires, utilisateurs et autres parties prenantes des centres de données canadiens à établir des priorités et à gérer leurs processus et la consommation d'énergie associée de manière rentable sans entraver les fonctions essentielles des centres de données. Ce guide étant la première itération de ce type, il jette également les bases pour les itérations futures et les moyens de promouvoir les meilleures pratiques au sein de l'industrie par le biais d'une éventuelle collaboration avec d'autres parties prenantes.

À propos de ce guide (à qui s'adresse ce guide?)

D'une manière générale, ce guide s'adresse à l'industrie canadienne des centres de données. Trois activités principales de recherche et d'analyse ont été menées lors de la préparation de ce guide des bonnes pratiques. Des documents internationaux, des normes, des méthodologies et d'autres sources d'informations ont été évalués pour établir une base de connaissances complète des bonnes pratiques opérationnelles des centres de données. L'un des principaux documents utilisés dans l'évaluation est le *Guide de bonnes pratiques pour le Code de conduite européen pour l'efficacité énergétique dans les centres de données* (et sa version 2024) développé par le Centre commun de recherche de l'UE. Ce guide de bonnes pratiques s'appuie également sur l'étude commandée par RNCAN, intitulée *Canadian Data Centres Energy and Technology Assessment* (également connue sous le nom de « NRCAN Market Assessment »), achevée en 2021 et mise à jour en 2023. Cette étude de RNCAN a permis de définir de manière cohérente les centres de données et de concevoir un système de catégorisation, et a fourni des caractéristiques clés sur les différents types de centres de données exploités au Canada aujourd'hui. Enfin, un autre examen et une analyse des guides des bonnes pratiques ont été réalisés et d'autres efforts d'éducation et de sensibilisation ont été menés. Ce dernier effort a permis de cibler des stratégies organisationnelles pour les guides ainsi que des approches promotionnelles pour souligner l'excellence opérationnelle et d'autres moyens d'éduquer, de promouvoir et d'encourager l'adoption des bonnes pratiques utilisées dans d'autres secteurs. Une représentation graphique de la méthodologie de recherche et d'analyse est présentée ci-dessous :

Figure 1 : Processus de développement du guide des bonnes pratiques



Une grande partie des informations techniques contenues dans ce guide des bonnes pratiques a été tirée des 2023 EU DC CoC et de son édition 2024. Cependant, comme le EU DC CoC contient des informations pour tous les cas d'utilisation, il a été nécessaire de sélectionner et d'organiser ces informations d'une manière plus adaptée aux opérateurs, aux utilisateurs et aux parties prenantes des centres de données actifs au Canada aujourd'hui.

D'après les résultats de l'évaluation du marché de RNCAN, il est entendu que l'industrie canadienne des centres de données se compose principalement des catégories suivantes :

- › **Centre de données d'entreprise** : Un centre de données d'entreprise est une installation physique qu'une organisation possède et exploite pour stocker et traiter des données et répondre à ses besoins informatiques. Un centre de données d'entreprise typique héberge l'équipement informatique tel que des routeurs, des commutateurs, des serveurs, des pare-feu et d'autres composants qui permettent de mettre en œuvre des applications critiques et de stocker et traiter des données.
 - › Notes :
 - › Cette catégorie comprend les centres de données sur les cryptomonnaies. L'étude de 2023 de RNCAN a révélé que, depuis 2018, un petit nombre de grands centres de données sur les cryptomonnaies à haute densité ont ouvert au Québec et dans d'autres provinces où l'électricité est peu coûteuse. Cependant, les résultats de l'étude suggèrent qu'il est peu probable que l'extraction de cryptomonnaies connaisse une croissance significative, au moins dans deux des trois principaux marchés (Montréal et Vancouver).
 - › On s'attend également à ce que bon nombre de bonnes pratiques pouvant être adoptées dans les centres de données s'appliquent également aux centres de données sur les cryptomonnaies et vice-versa.¹⁰

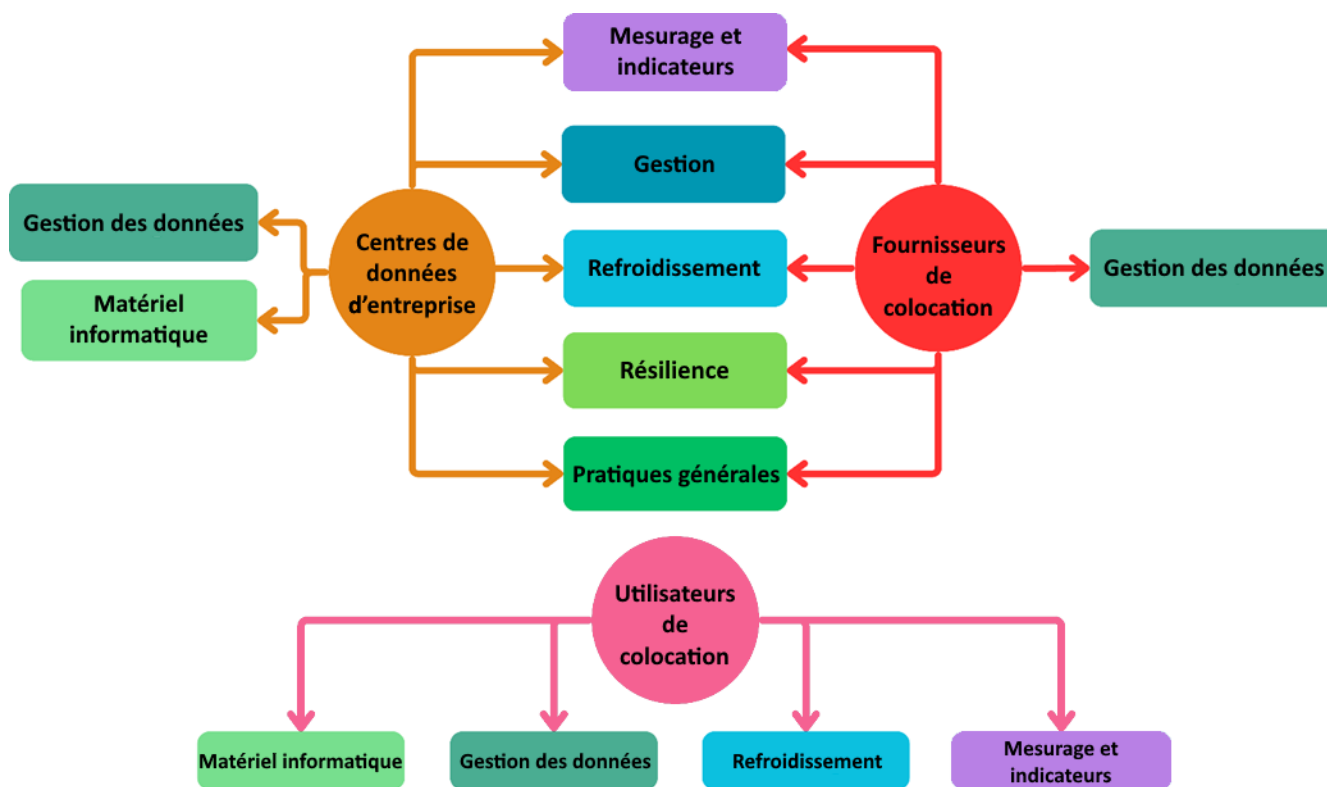
¹⁰ Par exemple, l'étude de l'AIE a révélé qu'Ethereum a réduit sa demande d'électricité de 99 % en 2022 en modifiant son mécanisme de minage, tandis que Bitcoin aurait consommé 120 TWh en 2023, contribuant à une demande totale d'électricité pour les cryptomonnaies de 130 TWh.

- › On s'attend également à ce que l'adoption généralisée de l'IA entraîne des répercussions importantes sur la demande de services des centres de données et augmente à la fois le nombre de centres de données et la densité des installations existantes auxquelles s'appliquent encore bon nombre de bonnes pratiques actuelles visant à optimiser l'énergie et les activités.

- › **Fournisseurs de colocation de centres de données** : Les fournisseurs de colocation de centres de données proposent des installations d'hébergement partagées, où des entreprises peuvent placer leurs serveurs. Ces centres peuvent être détenus par des tiers et héberger à la fois des serveurs appartenant à des entreprises clientes et des serveurs proposés en gestion par le fournisseur (hébergement géré) pour des entreprises souhaitant externaliser la gestion de leurs infrastructures;
- › **Utilisateurs de colocation de centres de données** : De nombreuses entreprises et organisations du secteur public passent de la possession de leurs propres serveurs et/ou installations à des services gérés par le biais de la colocation, en particulier pour sécuriser l'informatique en nuage avec des fournisseurs à grande échelle.

Il convient de noter que la liste des bonnes pratiques fournit une terminologie commune et un cadre de référence pour décrire une pratique en matière d'efficacité énergétique. Toutefois, cette liste initiale n'est pas exhaustive et peut ne pas être applicable à tous les groupes susmentionnés, ou de la même manière selon le domaine d'application ou pour d'autres raisons. Une approche différente est utilisée pour présenter les informations pertinentes pour l'industrie canadienne des centres de données, comme le montre la Figure 2 ci-dessous.

Figure 2 : Regroupement des bonnes pratiques par catégorie de marché



Cette approche différente regroupe les catégories « centres de données d'entreprise » et « fournisseurs de colocation » en un seul groupe de types d'opérateurs de centres de données, avec certaines pratiques communes, ainsi que des pratiques distinctes.



Organisation du présent guide

Ce guide comprend une introduction et deux sections techniques principales, chacune correspondant à une catégorie de l'industrie canadienne des centres de données présentée ci-dessus. Pour chaque catégorie de secteur, des pratiques opérationnelles pertinentes sont mises de l'avant à l'intention des parties prenantes. Ces pratiques sont ensuite classées en sections comme suit :

- › **Mesurage et indicateurs** : La mesure et l'analyse des indicateurs de performance des centres de données;
- › **Gestion** : Les stratégies et pratiques pour une exploitation et une administration efficaces des centres de données;
- › **Refroidissement** : Les techniques et technologies permettant de maintenir des températures optimales dans les centres de données;
- › **Résilience** : La garantie d'une prestation de services ininterrompue et l'atténuation des risques liés au temps d'arrêt;
- › **Pratiques générales** : Les meilleures pratiques qui s'appliquent largement à l'ensemble du secteur des centres de données;
- › **Matériel informatique** : L'infrastructure nécessaire au stockage, au traitement et à la transmission des données;
- › **Gestion des données** : Les processus et technologies de traitement, de stockage et de protection des données.

Dans chaque section, les pratiques les plus importantes et significatives sur le plan énergétique et de la gestion sont relevées. Par exemple, les fournisseurs de colocation sont guidés par les bonnes pratiques en matière de mesurage et indicateurs, de gestion, de refroidissement, de résilience, etc. qui sont adaptées à leur situation. Il convient de noter que, même si les domaines de pratique portent les mêmes noms, les actions spécifiques pour chaque catégorie/segment de l'industrie peuvent différer. En outre, les domaines d'action peuvent être présentés dans un ordre différent en fonction de leur importance ou de leurs résultats potentiels.

Comment utiliser ce guide?

La façon d'utiliser ce guide dépend de la catégorie de l'industrie des centres de données qui intéresse le lecteur. Une vue d'ensemble du segment de marché est fournie dans chaque section, suivie de l'identification des pratiques les plus significatives qui peuvent être adoptées, ainsi que des détails et des recommandations sur la façon de mettre en œuvre ces pratiques. À noter que le EU DC CoC considère que les pratiques moins « intrusives » sont celles qui s'appliquent aux centres de données et aux équipements informatiques existants, avec effet rétroactif si nécessaire. Il inclut également un certain nombre de pratiques « inappropriées », c.-à-d. celles qui représentent une charge inutile lorsqu'elles sont appliquées à un centre de données existant. Ces pratiques sont décrites comme devant être mises en œuvre soit lors de l'acquisition et du déploiement de nouveaux équipements informatiques ou logiciels, soit lors de la modernisation de l'installation. Bon nombre de ces dernières pratiques sont susceptibles d'apporter des avantages substantiels et visent à améliorer l'efficacité du centre de données par le biais du cycle naturel de remplacement des équipements et des installations.



Pour Ressources naturelles Canada, ce guide représente une première étape dans la collaboration avec l'industrie des centres de données et d'autres parties prenantes afin de mettre en évidence l'excellence opérationnelle des centres de données. Il convient de noter que l'UE dispose actuellement d'un programme de reconnaissance des participants au code de conduite. Les participants sont les acteurs de l'industrie des centres de données qui se sont engagés à une « échelle utile et substantielle d'efforts d'économie d'énergie », dont la mesure est la première étape nécessaire. Pour obtenir le statut de participant, les acteurs de l'industrie doivent adopter et mettre en œuvre un sous-ensemble de bonnes pratiques représentant le minimum attendu d'activités d'économie d'énergie pour une installation ou un site. Il est également important de noter que ce programme devrait être le précurseur d'un programme européen plus rigoureux en matière d'efficacité énergétique visant à répondre à la croissance prévue de la demande d'énergie dans ce secteur.¹¹

En ce qui concerne l'industrie canadienne des centres de données, il a été proposé que RNCan promeuve et soutienne la première étape visant à améliorer la sensibilisation de l'industrie aux répercussions des centres de données sur les services publics locaux ainsi qu'à leur effet global sur l'environnement. Une action recommandée est la mesure systématique et la déclaration volontaire d'une mesure indicative, telle que la mesure de la densité de puissance (DP) des centres de données. Cette mesure se base sur le partage volontaire des données par les opérateurs de centres de données afin d'améliorer les connaissances du secteur et d'éclairer les actions futures.

Au fur et à mesure que les gouvernements et les organisations de l'industrie reconnaissent la nécessité de s'attaquer à l'efficacité opérationnelle et aux répercussions des centres de données, il y aura davantage d'initiatives structurées pour aider les professionnels des centres de données à optimiser leurs activités et l'utilisation des ressources sans compromettre les opérations essentielles et le rendement de leurs installations. Avec une participation suffisante de l'industrie, RNCan pourrait envisager une campagne et un programme de promotion plus visibles, peut-être en collaboration avec les provinces, les services publics et les opérateurs de centres de données. Un tel programme pourrait servir à reconnaître les centres de données dont les mesures sont les plus efficaces, ceux qui ont adopté un nombre important de pratiques ou ceux qui ont généré les résultats les plus significatifs, entre autres.¹² En outre, ce guide fournit des recommandations sur les types de données à collecter, à compiler et à partager afin d'améliorer les connaissances du secteur et les connaissances générales, ainsi que d'éclairer les actions futures. À l'avenir, ce rôle pourrait être occupé par une tierce partie non gouvernementale (comme un établissement d'enseignement, un service public ou autre) dont l'objectif est de promouvoir les bonnes pratiques en matière d'énergie et de traitement des données sur lesquelles on peut compter pour préserver la confidentialité des données, à l'instar des pratiques actuelles de *Green Grid*, une organisation du secteur.

Ce guide des bonnes pratiques a pour but de servir de document de référence et de manuel pratique pour aider les opérateurs de centres de données à déterminer et à mettre en œuvre des mesures susceptibles d'améliorer l'efficacité opérationnelle. Les actions énumérées ici fournissent également une terminologie commune et un cadre de référence pour décrire une bonne pratique et aider à son adoption. Ce guide des bonnes pratiques se veut également un document dynamique et sera régulièrement mis à jour avec de bonnes pratiques nouvelles ou améliorées pour les centres de données au fur et à mesure qu'elles apparaissent ou sont affinées et qu'elles peuvent être largement partagées.

¹¹ Un programme similaire pourrait prochainement être mis en place au Canada grâce à la coopération entre l'industrie canadienne du courant continu et les parties prenantes tels que les services publics et les intérêts provinciaux.

¹² RNCan pourrait également adopter une approche telle que Leadership en matière d'énergie et de conception environnementale (LEED), dans laquelle une liste complète de pratiques est créée pour adoption, et les centres de données qui ont adopté un certain nombre de pratiques pourraient être reconnus comme des centres de données « verts » ou « optimisés ».

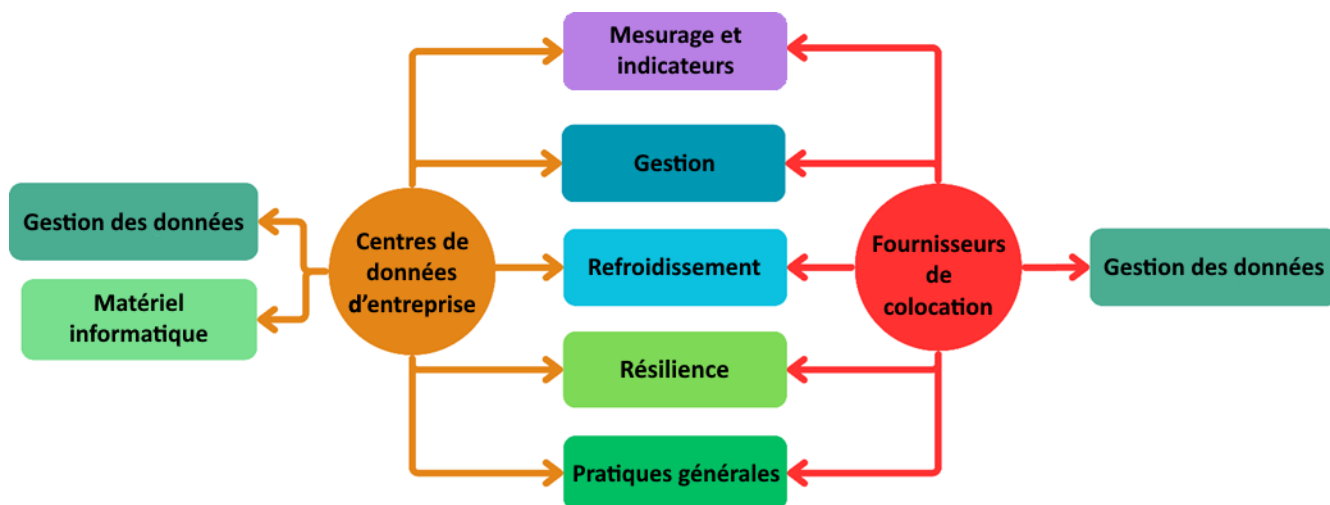
1 Centres de données d'entreprise et fournisseurs de colocation de centres de données

1.1 Vue d'ensemble

Les informations contenues dans cette section s'adressent aux centres de données responsables de l'ensemble du centre de données, du bâtiment physique jusqu'à la fourniture de services informatiques, en passant par son exploitation. Elles s'adressent également aux fournisseurs de colocation de centres de données qui exploitent le centre de données dans le but premier de vendre de l'espace, de l'électricité et de la capacité de refroidissement à des clients qui installeront et géreront leur propre matériel et leurs propres services informatiques. Ces deux groupes gèrent et/ou possèdent l'espace du centre de données, l'énergie, le refroidissement, l'équipement informatique et un certain nombre de logiciels dans le but d'utiliser ou de vendre les services informatiques de ces installations. En tant que tels, ils exercent une surveillance opérationnelle sur un grand nombre, voire la totalité, de ces aspects et sont bien placés pour investir dans des mesures ou des pratiques qui optimisent les différents aspects de l'ensemble des activités du centre de données. Dans une certaine mesure, bon nombre de pratiques décrites ci-dessous peuvent être adoptées par ceux qui exploitent leurs propres salles de serveurs et d'autres, le cas échéant.

On s'attend également à ce qu'une ou plusieurs pratiques énumérées ci-dessous aient été adoptées par certains opérateurs de centres de données. Cependant, comme l'adoption des bonnes pratiques est l'un des aspects les moins connus du marché canadien des centres de données, les pratiques présentées ici sont celles qui seront les plus significatives du point de vue des améliorations opérationnelles.

Figure 3 : Bonnes pratiques pour les centres de données d'entreprise et les fournisseurs de colocation des centres de données



1.2 Démarrage rapide et actions spécifiques à une catégorie

La plupart des centres de données qui souhaitent démarrer rapidement devraient envisager d'adopter une ou plusieurs pratiques parmi les trois énumérées ci-dessous. On estime qu'il s'agit des mesures les plus efficaces que peuvent prendre les centres de données d'entreprise et/ou les fournisseurs de colocation de centres de données :

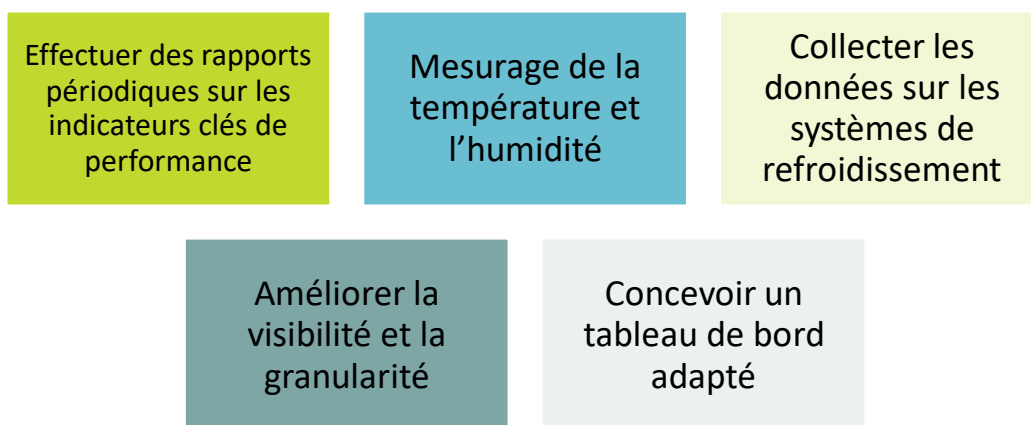
- › Effectuer du mesurage et utiliser des indicateurs pour connaître la consommation du centre de données.
- › Créer un comité d'approbation pour encourager la participation du groupe et la supervision du processus décisionnel.
- › Mettre en œuvre un plan global de gestion de l'environnement, de l'énergie et/ou des actifs (qui peut comprendre des actions à court terme comme à long terme) dans le cadre d'une stratégie et d'une approche de gestion holistiques et favoriser un engagement proactif en faveur de la durabilité et de l'efficacité au sein de l'établissement concerné.

1.3 Mesurage et indicateurs

1.3.1 Importance

La capacité à mesurer la consommation d'énergie et à déterminer les facteurs susceptibles d'affecter l'ensemble des activités est une condition préalable à l'identification et à la justification des améliorations. De nombreux centres de données n'ont actuellement que peu ou pas de moyens de mesurer la consommation d'énergie, les effets sur l'environnement ou d'autres paramètres. Certains ne disposent même pas d'un compteur ou d'une facture d'électricité distincte et n'ont donc pas la capacité de contrôler et d'affiner de nombreux aspects ou les incidences de leurs activités, dont l'énergie et le refroidissement sont deux des plus significatives.¹³ Il peut être plus facile d'atteindre les objectifs de réduction de la consommation d'énergie et d'optimisation opérationnelle lorsque les services et les équipements sont spécifiés et installés dans les nouveaux centres de données. Toutefois, il existe également des possibilités considérables de diminution de la consommation d'énergie et des coûts des services existants et de réduction de l'empreinte physique en commençant par mieux comprendre les différents paramètres de performance au moyen de compteurs et d'autres mesures. Les actions spécifiques pour cette section sont présentées à la Figure 4.

Figure 4 : Bonnes pratiques en matière de mesurage et indicateurs



¹³ D'autres s'appuient sur le temps de fonctionnement. Les exigences des entreprises en matière de résilience, de redondance et de disponibilité constituent généralement des limites à l'amélioration des économies d'énergie et de la durabilité.

1.3.2 Actions spécifiques et effets potentiels

Effectuer des rapports périodiques sur les indicateurs clés de performance

Envisager de produire des rapports périodiques sur les indicateurs clés de performance (ICP), y compris la consommation d'énergie et les paramètres environnementaux. Des ICP tels que l'efficacité dans l'utilisation de la puissance (PUE), l'efficacité de la réutilisation de l'énergie (ERE), la performance carbone (CUE), l'efficacité dans l'utilisation de l'eau (WUE), l'efficacité énergétique des appareils de technologies de l'information concernant les serveurs (ITEEsv), l'utilisation des appareils de technologies de l'information se rapportant aux serveurs (ITEUsv), le coefficient d'efficacité de refroidissement (CER) et l'indicateur d'énergie renouvelable (REF) peuvent être utilisés à cette fin, comme indiqué en détail dans la section 1.3.3 ci-dessous. Un tableau de bord automatisé de rapports sur l'énergie et l'environnement peut servir à surveiller la consommation d'énergie et à améliorer les capacités. Il est également possible de créer des rapports sur les indicateurs clés de performance instantanés et moyens liés aux charges de travail informatiques.¹⁴ Le tableau ci-dessous fournit des liens vers des sites web contenant de plus amples informations sur ces mesures.

Tableau 1 : Exemples d'indicateurs et liens vers des informations complémentaires

Exemple d'indicateurs clés de performance	Lien vers des informations complémentaires
Efficacité dans l'utilisation de la puissance (PUE)	Power Usage Effectiveness (PUE)
Efficacité de la réutilisation de l'énergie (ERE)	Energy Reuse Effectiveness (ERE)
Performance carbone (CUE)	Carbon Usage Effectiveness (CUE)
Efficacité dans l'utilisation de l'eau (WUE)	Water Usage Effectiveness (WUE)
Coefficient d'efficacité de refroidissement (CER)	Cooling Efficiency Ratio (CER)

La mise en place d'un système de rapports périodiques facilite le contrôle efficace de la consommation d'énergie et des incidences sur l'environnement, ce qui permet de déterminer les domaines d'optimisation conduisant à des économies potentielles et à une réduction de l'empreinte environnementale.¹⁵ Un exemple du tableau de bord de l'énergie au Canada de Navius Research est présenté dans la Figure 5 ci-dessous.

¹⁴ Un exemple de ces services est fourni par BEST Canada Energy (<https://bestcanada.energy>).

¹⁵ L'UE dispose actuellement d'un programme visant à reconnaître les participants au code de conduite. Ces participants sont ceux qui, dans l'industrie des centres de données, se sont engagés à un « niveau utile et substantiel d'efforts d'économie d'énergie », dont la mesure est la première étape requise, avec un sous-ensemble de bonnes pratiques adoptées représentant le minimum attendu d'activités d'économie d'énergie pour l'obtention du statut de participant. Il est également important de noter que ce programme devrait être le précurseur d'un programme d'efficacité énergétique plus rigoureux visant à répondre à la croissance prévue de la demande d'énergie dans ce secteur.

Figure 5 : Exemple de tableau de bord de l'énergie



Source de l'image : [Navius Research](https://naviusresearch.com/)

Mesurer la température et l'humidité

Envisager d'obtenir des données sur la température et l'humidité à des fins d'établissement de rapports et d'évaluation des tendances. Ces mesures doivent être effectuées régulièrement, de préférence pendant les périodes de pointe. Il est recommandé de mettre en place des relevés automatisés quotidiens et des horaires pour permettre une évaluation complète de la façon dont la température et l'humidité varient en fonction des fluctuations de la charge de travail informatique. Les relevés de température et d'humidité peuvent être produits à l'aide de systèmes d'automatisation des bâtiments (BAS), de systèmes de gestion de l'énergie, de plateformes de gestion des données sur l'environnement intérieur, etc.

La surveillance continue des niveaux de température et d'humidité peut aider à cibler rapidement les dysfonctionnements potentiels de l'équipement ou les problèmes environnementaux, ce qui permet une maintenance proactive pour éviter les temps d'arrêt coûteux et les défaillances de l'équipement. Elle permet également de déterminer les zones d'inefficacité et donne aux organisations les moyens de prendre des décisions éclairées concernant les stratégies de gestion de l'énergie, l'affectation des ressources et les investissements dans l'infrastructure.

Collecter les données sur les systèmes de refroidissement

La collecte de données sur la température de l'air à l'entrée et à la sortie des unités de climatiseur de salle informatique et d'appareil de traitement de l'air de salle informatique (CSI/CRAH) permet aux opérateurs de centres de données d'optimiser l'utilisation de l'énergie et de garantir des performances optimales. La collecte de données sur l'utilisation du refroidissement naturel est également importante pour le centre de données qui l'utilise. Cela implique de collecter des données sur la durée et la consommation d'énergie des systèmes de réfrigération mécanique et de refroidissement par compresseur par rapport à l'utilisation du refroidissement naturel.

Comprendre les performances des systèmes de refroidissement et leur dépendance au refroidissement naturel permet d'assurer un contrôle constant de la température et de minimiser le risque de surchauffe des équipements.



Améliorer la visibilité et la granularité

Envisager l'installation de compteurs sur le tableau de distribution (sous-comptage) pour contrôler la quantité d'énergie mécanique et électrique consommée. Il est recommandé d'améliorer la capacité à voir et à comprendre exactement la façon dont l'énergie est utilisée à différents endroits de l'installation.

L'amélioration de la visibilité et de la granularité permet de mieux gérer et d'optimiser l'utilisation de l'énergie.

Concevoir un tableau de bord adapté

Développer des indicateurs utiles propres à l'entreprise et éventuellement créer un tableau de bord adapté à celle-ci. Ce tableau de bord constitue une plateforme centralisée et facilement accessible pour le suivi et l'analyse d'importantes données relatives à l'efficacité. Des indicateurs clés de performance comme la PUE, l'ERE et le CUE peuvent être utilisés à cette fin, comme indiqué à la sous-section 1.3.3 ci-dessous. D'autres indicateurs spécifiques peuvent être envisagés, tels que l'analyse des coûts de l'utilisation de l'énergie ou de la consommation d'énergie par unité de données traitées ou stockées. Ces mesures sont sélectionnées et définies en fonction des priorités, stratégies et objectifs spécifiques des entreprises, plutôt que sur la base des mesures génériques ou normalisées.

Le tableau de bord de l'efficacité énergétique doit être conçu pour fournir des informations et faciliter la prise de décision en vue d'améliorer l'efficacité énergétique et de réduire la consommation globale d'énergie. Il doit également être personnalisable pour répondre aux besoins et préférences spécifiques des entreprises.

Il convient de noter que les priorités et les options en matière de réduction des émissions, d'impact global des installations et de choix de combustibles pour la production d'électricité peuvent varier à travers le Canada. Certains outils présentés ci-dessous peuvent être meilleurs que d'autres pour ce qui est de fournir un aperçu de l'efficacité énergétique par rapport aux émissions et aux impacts globaux de l'installation. Le cas échéant, ces considérations devraient faire partie des discussions des comités d'installation sur l'optimisation et la réduction des émissions des effets globaux des installations sur l'environnement.

1.3.3 Outils et indicateurs

Cette sous-section énumère les outils et les indicateurs actuellement disponibles utilisés par l'industrie des centres de données pour mesurer divers aspects opérationnels. Pour que les outils et les indicateurs soient significatifs, il est important de disposer d'un périmètre de système fixe pour le centre de données en question. La consommation totale d'énergie peut être mesurée à l'aide de la norme ISO/IEC 30134.

Densité de puissance (DP)

La densité de puissance correspond à la demande d'électricité en kilowatts (kW) de toutes les utilisations finales du centre de données, divisée par la surface au sol de la salle de données (en kW/pi² ou kW/m²) ou par le nombre de baies de serveurs dans l'installation (en kW/baie). La densité de puissance est calculée comme suit :

$$DP = \frac{\text{Demande de puissance [kW]}}{\text{Surface de la salle de données [pi}^2\text{]}} \text{ ou } DP = \frac{\text{Demande de puissance [kW]}}{\text{Nombre de baies}}$$

- › **La demande de puissance** comprend l'énergie consommée par l'ensemble du centre de données.
- › **La surface de la salle de données** représente la surface de plancher totale spécifiquement allouée à l'hébergement de l'équipement informatique dans le centre de données.

- › Le **nombre de baies** représente le nombre total de baies de serveurs installées et utilisées dans le centre de données.

La densité de puissance est une mesure d'efficacité de l'espace. Plus il y a de puissance par baie ou par mètre carré, plus la charge de travail informatique est importante dans un espace réduit. C'est peut-être l'une des mesures les plus simples à établir. Le calcul de la densité de puissance est utile, car il s'agit d'un indicateur plus fiable de la demande d'électricité des centres de données que la seule surface au sol. En outre, cette mesure peut être adaptée aux changements de technologie et de configuration des centres de données et facilement recalculée.

Cependant, elle présente également des inconvénients. L'un d'entre eux est que la surface et la puissance peuvent être difficiles à définir. Cela peut cependant être résolu en établissant une méthodologie de calcul solide. La densité de puissance en kW/pi² a longtemps été la plus utilisée, mais la densité de puissance en kW/baie est de plus en plus privilégiée. L'inconvénient du kW/pi² est qu'il ne donne aucune indication sur les variations de puissance au sein d'une population d'armoires informatiques. En outre, on connaît peu l'utilisation de cette mesure dans les centres de données dont les plans de croissance évoluent.¹⁶ Par ailleurs, la densité de puissance est peut-être considérée comme trop simpliste, car elle ne tient pas compte de la complexité des activités des centres de données, notamment des variations dans les types de charges de travail, de l'efficacité énergétique des équipements et d'autres facteurs qui peuvent influencer les performances et l'efficacité globales des centres de données.

Par conséquent, cette mesure ne doit pas être utilisée comme référence, car elle n'indique pas la performance. Cependant, elle peut être utile pour évaluer l'utilisation de l'espace du centre de données.

Efficacité dans l'utilisation de la puissance (PUE)

L'efficacité dans l'utilisation de la puissance, appelée *Power usage effectiveness* (PUE) en anglais, est un ratio qui quantifie la façon dont un centre de données utilise l'énergie électrique pour alimenter les équipements informatiques, dans le but de déterminer et réduire le gaspillage d'énergie. La PUE varie d'une valeur minimale de 1,0 (la plus efficace) à une valeur maximale de l'infini (la moins efficace). La PUE n'a pas d'unité et se calcule comme suit :

$$PUE = \frac{\text{Énergie totale de l'installation [kWh]}}{\text{Énergie des équipements TI [kWh]}} = \frac{\text{Refroidissement} + \text{Puissance} + \text{Éclairage} + \text{TI}}{\text{TI}}$$

- › **L'énergie totale de l'installation** comprend l'énergie consommée par l'ensemble du centre de données, y compris les systèmes de refroidissement, l'éclairage et les autres charges non informatiques.
- › **L'énergie des équipements TI** représente l'énergie consommée par les équipements informatiques tels que les serveurs, les dispositifs de stockage et les équipements de réseau.

Pour calculer la PUE, on peut se référer à la norme *ISO/IEC WD 30134-2 : Technologies de l'information – Centres de données – Indicateurs clés de performance – Partie 2 : Efficacité dans l'utilisation de la puissance (PUE)*. Cette norme est indisponible en français.

La PUE présente des limites notables. D'abord, elle ne permet pas de comparer la consommation d'énergie des technologies de l'information à la production informatique, ce qui peut conduire à négliger les inefficacités des équipements informatiques eux-mêmes, tels que la virtualisation. En outre, la PUE ne tient pas compte de facteurs tels que la production d'énergie ou la récupération de la chaleur perdue et ne comporte pas

¹⁶ De https://www.apcbj.com/pdf/NRAN-8FL6LW_R0_EN.pdf. (en anglais)



d'ajustements géographiques, ce qui entraîne des variations de valeurs pour les centres de données situés dans des climats différents.

Malgré ces inconvénients, la PUE offre un rapport simple entre l'énergie des équipements informatiques et la consommation totale d'énergie. Elle s'avère précieuse, principalement pour évaluer les performances des systèmes de refroidissement.

Selon l'enquête mondiale sur les centres de données 2023 de l'Uptime Institute, la PUE moyenne mondiale est de 1,58.¹⁷ Cet ICP est le plus communiqué par les centres de données. Au total, 71 % des centres de données communiquent leurs PUE selon l'enquête mondiale sur les centres de données 2023 de l'Uptime Institute. Selon une évaluation du marché des centres de données de RNCAN, environ 22 % des centres de données déclarent leurs PUE publiquement au Canada.

Efficacité de l'infrastructure des centres de données (DCiE)

La mesure de l'efficacité de l'infrastructure du centre de données (DCiE), appelée *Data centre infrastructure efficiency* en anglais, est la mesure réciproque de l'indicateur PUE. La DCiE n'a pas d'unité et se calcule comme suit :

$$\text{DCiE} = \frac{1}{\text{PUE}} = \frac{\text{Énergie des équipements TI [kWh]}}{\text{Énergie totale de l'installation [kWh]}}$$

Bien que ces deux indicateurs mesurent essentiellement la même chose, ils offrent des perspectives différentes sur la répartition de l'énergie au sein d'un centre de données. Par exemple, si la PUE d'un centre de données est de 3, la DCiE correspondante sera de 1/3, soit 33 %, ce qui signifie que l'équipement informatique consomme 33 % de l'énergie totale du centre de données.

Indicateur de réutilisation de l'énergie (ERF) et efficacité de la réutilisation de l'énergie (ERE)

Lorsque l'énergie est réutilisée dans un centre de données, elle peut faire passer la PUE en dessous de 1. Pour tenir compte avec précision de l'énergie réutilisée, deux mesures ont été introduites.

La première mesure, appelée indicateur de réutilisation de l'énergie ou *Energy reuse factor* (ERF) en anglais, sert à évaluer la proportion d'énergie réutilisée. L'ERF va d'une valeur minimale de 0, qui indique qu'aucune énergie n'est réutilisée, à une valeur maximale de 1, qui indique que toute l'énergie introduite dans le centre de données est réutilisée. La mesure de l'ERF est sans unité et se calcule comme suit :

$$\text{ERF} = \frac{\text{Énergie réutilisée [kWh]}}{\text{Énergie totale de l'installation [kWh]}}$$

- › **L'énergie réutilisée** comprend l'énergie réemployée dans l'installation, celle provenant d'un autre site, ainsi que celle envoyée vers un autre lieu, réduisant ainsi les besoins d'achat, d'approvisionnement ou de production d'énergie.
- › **L'énergie totale de l'installation** comprend l'énergie consommée par l'ensemble du centre de données, y compris les systèmes de refroidissement, l'éclairage et les autres charges non informatiques.

¹⁷ Uptime Institute. (Juillet 2023). Enquête mondiale sur les centres de données 2023.

On peut se référer à la norme *ISO/IEC 30134-6:2021 – Technologies de l'information - Indicateurs clés de performance des centres de données - Partie 6 : Indicateur de réutilisation de l'énergie (ERF)* pour calculer l'ERF.

La mesure de l'efficacité de la réutilisation de l'énergie, soit *Energy reuse effectiveness* (ERE) en anglais, est conçue pour évaluer l'efficacité de la réutilisation de l'énergie dans un centre de données. Une valeur d'ERE plus élevée indique une plus grande réutilisation de l'énergie, ce qui signifie que moins d'énergie est gaspillée ou perdue dans le processus d'exploitation du centre de données. La mesure de l'ERE est sans unité et se calcule comme suit :

$$\text{ERE} = \frac{\text{Énergie totale de l'installation [kWh]} - \text{Énergie réutilisée [kWh]}}{\text{Énergie des équipements TI [kWh]}} \\ = \frac{\text{Refroidissement} + \text{Puissance} + \text{Éclairage} + \text{TI} - \text{Énergie réutilisée}}{\text{TI}}$$

La valeur de l'ERE peut également être obtenue à partir de l'ERF et de la PUE de la manière suivante :

$$\text{ERE} = (1 - \text{ERF}) \times \text{PUE}$$

Si l'énergie réutilisée est nulle, alors l'ERF est nul, et ERE = PUE.

Performance carbone (CUE)

La mesure de la performance carbone, appelé *Carbon usage effectiveness* (CUE) en anglais, sert à évaluer les émissions causées par un centre de données. La CUE est semblable à la PUE, mais au lieu d'utiliser la consommation électrique totale de l'installation, elle utilise les émissions totales de CO₂ et les divise par la consommation d'énergie de l'équipement informatique. La CUE est exprimée en kilogramme de CO₂ émis par kilowattheure d'énergie consommée [kg CO₂/kWh] et se calcule comme suit :

$$\text{CUE} = \frac{\text{Émissions totales de CO}_2 \text{ [kg CO}_2\text{]}}{\text{Énergie des équipements TI [kWh]}}$$

- › **Les émissions totales de CO₂** comprennent les émissions de carbone résultant de l'utilisation d'électricité provenant du réseau, pour lesquelles des données peuvent être obtenues à partir de sources publiées propres à la région, ainsi que les émissions associées à la production d'électricité sur place, qui peuvent être estimées.
- › **L'énergie des équipements TI** représente l'énergie consommée par les équipements informatiques tels que les serveurs, les dispositifs de stockage et les équipements de réseau.

Une autre façon de calculer l'indicateur CUE est d'utiliser la PUE et d'incorporer le facteur d'émissions de l'électricité :

$$\text{CUE} = \text{Facteur d'émissions de carbone [kg CO}_2\text{/kWh]} \times \text{PUE}$$

Pour calculer la CUE, on peut se référer à la norme *ISO/IEC 30134-8:2022 Technologies de l'information – Indicateurs clés de performance des centres de données - Partie 8 : Performance carbone (CUE)*. Cette norme est indisponible en français.

La CUE offre une vue d'ensemble de l'empreinte carbone d'un centre de données. Utilisée avec la PUE, elle permet d'évaluer les répercussions environnementales des installations avec plus de précision.

Efficacité dans l'utilisation de l'eau (WUE)

L'indicateur WUE, appelé *Water Usage Effectiveness* en anglais, permet d'évaluer l'utilisation de l'eau dans un centre de données. La mesure de la WUE est exprimée en litres d'eau consommés par kilowattheure (kWh) de puissance d'équipement et se calcule comme suit :

$$WUE = \frac{\text{Consommation annuelle d'eau [L]}}{\text{Énergie des équipements TI [kWh]}}$$

- › La **consommation annuelle d'eau** comprend l'utilisation globale de l'eau dans les systèmes des centres de données, y compris les boucles d'eau, l'évaporation sur site pour le refroidissement, l'humidification ou la production d'énergie. Elle n'inclut pas la consommation d'eau domestique.
- › L'**énergie des équipements TI** représente l'énergie consommée par les équipements informatiques tels que les serveurs, les dispositifs de stockage et les équipements de réseau.

La norme *ISO/IEC 30134-9:2022 Technologies de l'information – Indicateurs clés de performance des centres de données - Partie 9 : Efficacité dans l'utilisation de l'eau (WUE)* peut servir de référence pour le calcul de la WUE. Cette norme est indisponible en français.

Cette mesure donne des indications sur les pratiques d'utilisation de l'eau dans les centres de données et sur les incidences environnementales liées à la consommation d'eau. Une valeur de WUE plus faible peut signifier une utilisation plus efficace des ressources en eau, mais aussi un équipement informatique inefficace. Selon un rapport du ministère américain de l'Énergie (*US Department of Energy*), le centre de données moyen a une WUE de 1,8 L pour 1 kWh.¹⁸

Efficacité énergétique des appareils de technologies de l'information concernant les serveurs (ITEEsv)

L'efficacité énergétique des appareils de technologies de l'information concernant les serveurs, appelée *IT equipment energy efficiency for servers* (ITEEsv) en anglais, peut être utilisée pour évaluer l'efficacité énergétique des serveurs dans les centres de données. La mesure est exprimée en tâches/kWh et peut être calculée comme suit :

$$ITEEsv = \frac{\text{Nombre de tâches effectuées [Tâches]}}{\text{Énergie consommée par le serveur [kWh]}}$$

- › Le **nombre de tâches effectuées** correspond aux tâches qu'un serveur peut effectuer en une heure.
- › L'**énergie consommée par le serveur** représente la consommation d'énergie horaire du serveur.

L'objectif est de mesurer la quantité de travail informatique (comme le traitement des données, les applications, etc.) qui peut être effectuée par unité d'énergie consommée par un serveur donné. Cette mesure est axée sur les performances opérationnelles potentielles plutôt que réelles.

Pour calculer l'ITEEsv, on peut se référer à la norme *ISO/IEC 30134-4:2017 Technologies de l'information – Centres de données – Indicateurs clés de performance – Partie 4 : Efficacité énergétique des appareils de technologies de l'information concernant les serveurs (ITEEsv)*. Cette norme est indisponible en français.

¹⁸ Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory. (Juin 2016). Rapport sur l'utilisation de l'énergie du centre de données des États-Unis. Programme fédéral de gestion de l'énergie du ministère américain de l'Énergie sous contrat du Lawrence Berkeley National Laboratory.

Utilisation des appareils de technologies de l'information se rapportant aux serveurs (ITEUsv)

L'utilisation des appareils de technologies de l'information se rapportant aux serveurs, appelé *IT equipment utilization savings value* (ITEUsv) en anglais, décrit l'utilisation des équipements de serveurs dans les centres de données. On calcule d'abord l'ITEUsv(t), qui représente l'utilisation moyenne de l'unité centrale de tous les serveurs d'un centre de données à l'instant t :

$$\text{ITEUsv}(t) = \frac{\sum \text{CUS}_i(t) [\%]}{\text{Nombre de serveurs en activité}}$$

- › Le numérateur représente la somme des taux d'utilisation des unités centrales de traitement (UCT) d'un serveur à l'instant t.
- › Le nombre de serveurs en activité est le nombre de serveurs d'un centre de données en activité à l'instant t.

L'ITEUsv peut alors être calculé comme suit :

$$\text{ITEUsv} = \frac{1}{a} \sum [\text{ITEUsv}(t)] = \frac{1}{a} \sum \left[\frac{\sum \text{CUS}_i(t) [\%]}{\text{Nombre de serveurs en activité}} \right]$$

- › a est le nombre d'intervalles de mesure ITEUsv(t) sur une année (tous les intervalles doivent avoir la même longueur).
- › ITEUsv(t) est l'utilisation moyenne de l'unité centrale de tous les serveurs d'un centre de données à l'instant t.

Pour calculer l'ITEUsv, on peut se référer à la *norme ISO/IEC 30134-5:2017 Technologies de l'information – Centres de données – Indicateurs clés de performance – Partie 5 : Utilisation des appareils de technologies de l'information (TI) se rapportant aux serveurs (ITEUsv)*. Cette norme est indisponible en français.

Coefficient d'efficacité de refroidissement (CER)

Le coefficient d'efficacité de refroidissement, appelé *cooling efficiency ratio* (CER) en anglais, permet d'évaluer l'efficacité des processus de refroidissement au sein d'un centre de données. Le CER n'a pas d'unité et peut être calculé comme suit :

$$\text{CER} = \frac{\text{Chaleur retirée [kWh]}}{\text{Énergie consommée par le système de refroidissement [kWh]}}$$

- › La **chaleur retirée** représente la quantité de chaleur retirée du centre de données par les systèmes de refroidissement.
- › L'**énergie consommée par le système de refroidissement** comprend l'énergie annuelle consommée par tous les systèmes de refroidissement du centre de données.

Le CER n'est pas utilisé pour comparer les systèmes de refroidissement de différents centres de données, mais sert plutôt de référence interne pour suivre les améliorations de l'efficacité au sein d'une installation spécifique.

Pour calculer le CER, on peut se référer à la *norme ISO/IEC 30134-7:2023 Technologies de l'information – Indicateurs clés de performance des centres de données - Partie 7 : Cooling efficiency ratio (CER)*. Cette norme est indisponible en français.

Indicateur d'énergie renouvelable (REF)

L'indicateur d'énergie renouvelable, appelé *renewable energy factor* (REF) en anglais, est une mesure permettant de quantifier l'énergie renouvelable contrôlée et produite par un centre de données. La mesure du REF est sans unité et peut être calculée comme suit :

$$\text{REF} = \frac{\text{Énergie renouvelable [kWh]}}{\text{Énergie totale de l'installation [kWh]}}$$

- › **L'énergie renouvelable** comprend toute l'énergie renouvelable dont le centre de données possède les droits légaux. Il s'agit de l'énergie renouvelable détenue et contrôlée par le centre de données.
- › **L'énergie totale de l'installation** comprend l'énergie consommée par l'ensemble du centre de données, y compris les systèmes de refroidissement, l'éclairage et les autres charges non informatiques.

L'indice REF varie de 0, ce qui signifie qu'aucune énergie renouvelable n'est produite sur le site, à 1, ce qui signifie que 100 % de l'énergie est renouvelable et produite sur le site.

Pour calculer l'indicateur d'énergie renouvelable, on peut se référer à la *norme ISO/IEC 30134-3:2016 Technologies de l'information – Centres de données – Indicateurs clés de performance – Partie 3 : Indicateur d'énergie renouvelable (REF)*.

Résumé des principaux indicateurs clés énergétiques et environnementaux

Indicateur clé de performance	Équation	Norme
Densité de puissance	$DP = \frac{\text{Demande de puissance [kW]}}{\text{Surface de la salle de données [pi}^2\text{]}}$	-
Efficacité dans l'utilisation de la puissance	$PUE = \frac{\text{Énergie totale de l'installation [kWh]}}{\text{Énergie des équipements TI [kWh]}}$	ISO/IEC WD 30134-2
Efficacité de l'infrastructure des centres de données	$DCiE = \frac{1}{PUE} = \frac{\text{Énergie des équipements TI [kWh]}}{\text{Énergie totale de l'installation [kWh]}}$	ISO/IEC WD 30134-2
Indicateur de réutilisation de l'énergie	$ERF = \frac{\text{Énergie réutilisée [kWh]}}{\text{Énergie totale de l'installation [kWh]}}$	ISO/IEC 30134-6
Performance carbone	$CUE = \frac{\text{Émissions totales de CO}_2 \text{ [kg CO}_2\text{]}}{\text{Énergie des équipements TI [kWh]}}$	ISO/IEC 30134-8
Efficacité dans l'utilisation de l'eau	$WUE = \frac{\text{Utilisation d'eau annuelle [L]}}{\text{Énergie des équipements TI [kWh]}}$	ISO/IEC 30134-9
Efficacité énergétique des équipements informatiques pour les serveurs	$ITEE_{sv} = \frac{\text{Nombre de tâches effectuées [kWh]}}{\text{Énergie consommée par le serveur [kWh]}}$	ISO/IEC 30134-4
Utilisation des appareils de technologies de l'information se rapportant aux serveurs	$ITEU_{sv} = \sum \left[\frac{\Sigma CUS_i(t) [\%]}{\text{Nombre de serveurs en activité}} \right]$	ISO/IEC 30134-5
Coefficient d'efficacité de refroidissement	$CER = \frac{\text{Chaleur retirée [kWh]}}{\text{Énergie consommée par le système de refroidissement [kWh]}}$	ISO/IEC 30134-7
Indicateur d'énergie renouvelable	$REF = \frac{\text{Énergie renouvelable [kWh]}}{\text{Énergie totale de l'installation [kWh]}}$	ISO/IEC 30134-3



Autres indicateurs

Grandeur de mesure de l'efficacité énergétique des serveurs (SEEM)

La grandeur de mesure de l'efficacité énergétique des serveurs, appelée *server energy effectiveness metric* (SEEM) en anglais, est une mesure standardisée permettant d'évaluer l'efficacité énergétique des serveurs dans les centres de données. Elle utilise le cadre SPEC SERT™v2 pour évaluer les capacités des serveurs à exécuter des charges de travail standardisées tout en tenant compte de la consommation d'énergie du serveur. La SEEM offre une approche standardisée pour quantifier l'efficacité énergétique des serveurs, permettant aux opérateurs de centres de données de prendre des décisions éclairées pour optimiser l'utilisation de l'énergie et réduire les répercussions sur l'environnement.

Pour calculer la SEEM, on peut se référer à la *norme ISO/IEC 21836. Technologies de l'information – Centres de données - Grandeurs de mesure de l'efficacité énergétique des serveurs (SEEM)*.

Facteur énergétique de référence (Groupe CSA)

Le facteur énergétique de référence, appelé *benchmark energy factor* (BEF) en anglais, a été introduit par le Groupe CSA (*Canadian Standards Association*) dans le cadre de la norme CSA C510:21 sur l'évaluation de la performance énergétique des centres de données. Il s'agit d'un outil précieux qui permet aux opérateurs et aux gestionnaires de centres de données d'évaluer l'efficacité avec laquelle leurs installations utilisent l'énergie par rapport à des points de référence établis ou à des idéaux théoriques. Il s'applique aux centres de données dont la charge informatique est d'au moins 100 kW et où l'organisation a le contrôle de l'équipement, à l'exclusion des centres de données de colocation.

Le BEF est un facteur sans dimension calculé en tenant compte de divers éléments de la consommation d'énergie des centres de données, notamment la consommation électrique totale, les besoins de refroidissement, l'éclairage et d'autres charges non informatiques. Un BEF inférieur à 1 indique que le centre de données fonctionne avec une efficacité énergétique supérieure à la valeur de référence ou idéale, ce qui signifie une performance exemplaire en matière d'efficacité énergétique.

Composants de la charge mécanique et de la perte électrique (ASHRAE)

La norme 90.4 de l'ASHRAE, introduite en 2016, présente deux indicateurs : la composante de charge mécanique (*Mechanical Load Component*, MLC) et la composante de perte électrique (*Electrical Loss Component*, ELC). Cette norme a séparé l'efficacité des systèmes mécaniques et électriques, permettant aux opérateurs de centres de données d'avoir une solution de conformité si le système mécanique ou électrique ne répond pas aux exigences minimales d'efficacité fixées par la norme.

Composante de charge mécanique (MLC)

La MLC est une mesure utilisée pour évaluer l'efficacité énergétique d'un centre de données en quantifiant la puissance requise pour les systèmes de refroidissement, les ventilateurs, les pompes et l'équipement de rejet de la chaleur, divisée par la capacité de puissance conçue de l'équipement informatique. Cette mesure permet de tenir compte de l'effet des conditions de charge partielle sur les systèmes de refroidissement en analysant leur consommation d'énergie à différents niveaux de charge (25 %, 50 %, 75 % et 100 % de la charge informatique).

Composante de perte électrique (ELC)

La ELC sert à évaluer l'efficacité des systèmes électriques des centres de données en déterminant et en mesurant les pertes dans les segments de distribution électrique. Elle couvre le segment du service électrique entrant, qui comprend l'alimentation électrique par le biais des transformateurs et de l'équipement d'alimentation sans interruption (ASI), le segment de l'ASI lui-même et le segment de distribution de l'équipement informatique depuis la sortie de l'ASI jusqu'aux points de connexion de l'équipement informatique. Ce calcul est utilisé pour démontrer l'efficacité minimale de la conception électrique en considérant les parties les plus critiques de chaque segment.

Bien que la MLC et la ELC soient de bons indicateurs pour évaluer le potentiel d'amélioration de la performance énergétique, elles requièrent des informations précises sur les systèmes mécaniques et électriques.

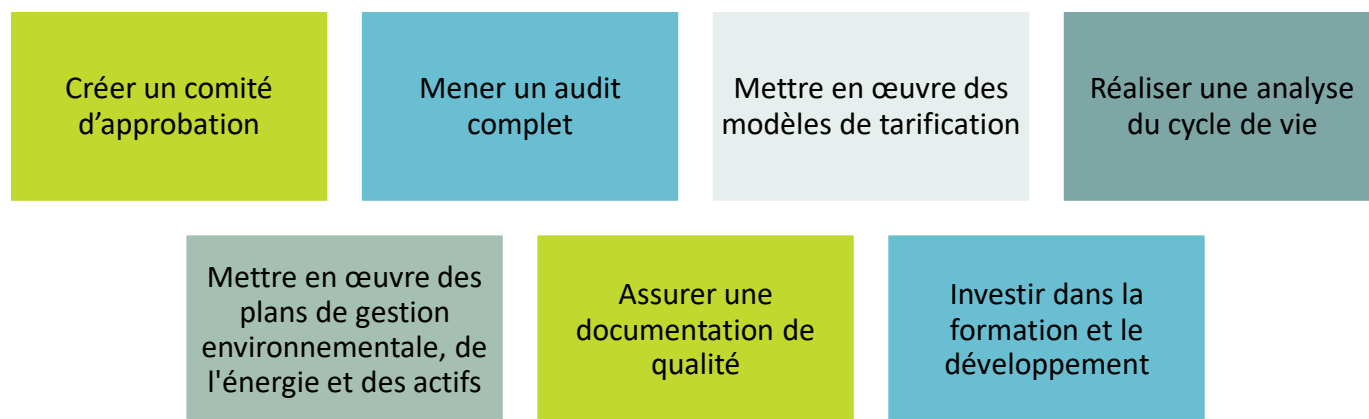
1.4 Gestion

1.4.1 Importance

La gestion d'un centre de données consiste à superviser et à contrôler tous les aspects de son exploitation et sa maintenance. Cela comprend la planification stratégique pour aligner les activités du centre de données sur les objectifs de l'entreprise, ainsi que la gestion de l'infrastructure physique et des équipements informatiques comme les serveurs et le stockage, la mise en réseau, le refroidissement et les systèmes d'alimentation.

La planification de la capacité et la gestion de la croissance sont essentielles pour anticiper et répondre efficacement à la demande énergétique informatique actuelle et future. Globalement, une gestion efficace des centres de données implique une approche holistique de la coordination et de l'optimisation des différentes fonctions afin de garantir la fiabilité, la sécurité et l'efficacité de l'infrastructure informatique d'une organisation. Les actions spécifiques à considérer sont présentées dans la Figure 6 ci-dessous.

Figure 6 : Bonnes pratiques de gestion



1.4.2 Actions spécifiques et effets potentiels

Créer un comité d'approbation

Créer un comité d'approbation (ou comité d'examen) composé de représentants de plusieurs services, notamment la direction générale, l'informatique, l'ingénierie, les applications/logiciels et la passation de marchés. Ce comité, qui peut être informel, doit participer à l'examen des décisions importantes afin de garantir une compréhension approfondie de leurs conséquences opérationnelles, financières et stratégiques, et l'adoption de solutions efficaces. Le fait d'exiger l'approbation d'un comité pour les initiatives importantes concernant les centres de données établit un cadre structuré qui atténue les risques associés à la prise de décision unilatérale, favorisant ainsi la responsabilisation et l'alignement sur les objectifs de l'organisation.

Les répercussions potentielles de la mise en œuvre d'une telle structure incluent une transparence et une responsabilité accrues dans les processus décisionnels. Avec la participation de représentants des principaux départements, les décisions sont plus susceptibles de refléter une compréhension holistique des considérations opérationnelles, financières et stratégiques du centre de données.

Mener un audit complet

La réalisation d'un audit complet de l'équipement existant est une étape essentielle pour maximiser le potentiel des ressources du centre de données avant d'envisager de nouveaux investissements. En évaluant systématiquement tous les composants, les entreprises peuvent cibler les domaines d'optimisation, de consolidation et d'agrégation, ce qui permet d'exploiter les capacités inexplorées et d'éviter les dépenses inutiles.

La mise en œuvre d'une base de données de gestion des configurations et d'un catalogue de services de type ITIL (*Information Technology Infrastructure Library* ou Bibliothèque de l'infrastructure des technologies de l'information) peut être envisagée. L'ITIL est un ensemble de pratiques de gestion des services informatiques qui vise à aligner les services informatiques sur les besoins des entreprises. Par ailleurs, la norme internationale ISO 55000 relative à la gestion des actifs pourrait constituer une référence utile pour soutenir la mise en œuvre de l'ITIL.

En gérant de manière proactive les actifs existants et en prenant des décisions éclairées basées sur les résultats des audits, les organisations peuvent optimiser l'utilisation des ressources, minimiser les coûts et améliorer l'efficacité globale de l'environnement du centre de données.

Mettre en œuvre des modèles de tarification

Cette pratique consiste à adopter des structures de prix et des tarifs qui encouragent les bonnes pratiques et améliorent l'efficacité énergétique afin de favoriser une consommation responsable des ressources tout en décourageant le gaspillage. Le modèle de tarification choisi dépend du type de centre de données ou de fournisseur de services, ainsi que des services fournis (internes ou externes).

Cette approche de facturation des services favorise non seulement une culture de responsabilité, mais motive également les parties prenantes à adopter des stratégies qui donnent la priorité à la conservation de l'énergie. L'utilisation de modèles de tarification de services permet aux organisations d'optimiser l'allocation des ressources, de minimiser les coûts et d'atteindre des objectifs de durabilité à long terme au sein de l'écosystème du centre de données.

Réaliser une analyse du cycle de vie

La mise en œuvre d'un plan complet d'analyse du cycle de vie (ACV) conforme aux normes ISO 14040 et ISO 14044 représente une étape importante vers la réduction de l'empreinte carbone globale de l'installation et l'amélioration de la durabilité de l'exploitation des centres de données.

Analyse du cycle de vie : vue d'ensemble

Selon l'Agence européenne pour l'environnement, l'analyse du cycle de vie est le processus d'évaluation des effets d'un produit sur l'environnement pendant toute sa durée de vie. Cette pratique permet d'accroître l'efficacité de l'utilisation des ressources et de réduire les responsabilités. Elle peut également être utilisée pour étudier les répercussions environnementales d'un produit ou de la fonction pour laquelle le produit est conçu. L'ACV est communément appelée analyse « du berceau à la tombe ». Les éléments clés de l'ACV sont les suivants :

- 1) Déterminer et quantifier les charges environnementales impliquées (par exemple, l'énergie et les matières premières consommées, les émissions et les déchets générés);
- 2) Évaluer les incidences potentielles des charges sur l'environnement; et
- 3) Évaluer les options disponibles pour réduire les incidences sur l'environnement.



Source de l'image : [Ecosystems United](#)

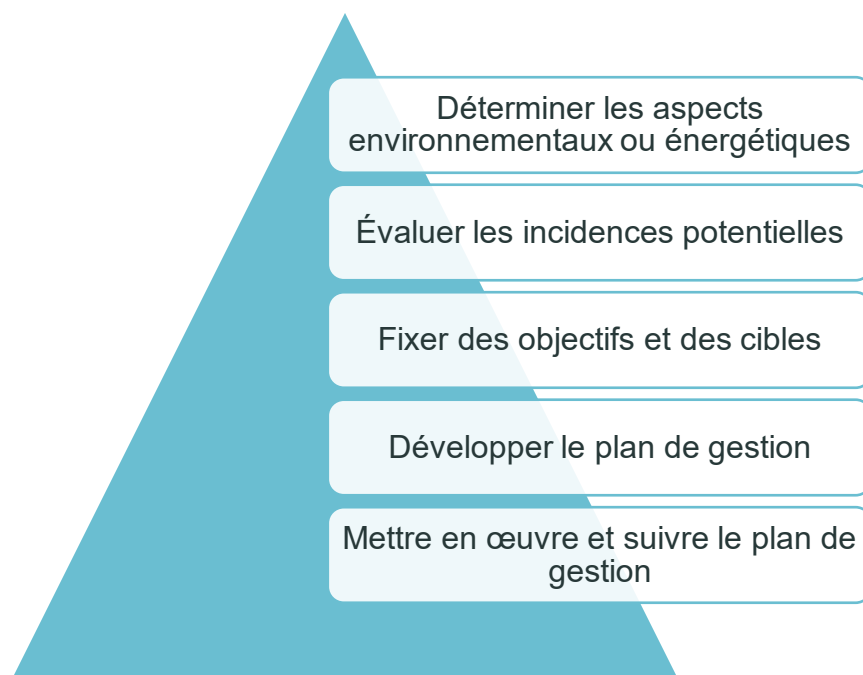
En procédant à une évaluation approfondie des répercussions environnementales associées à chaque étape du cycle de vie d'un produit, de l'extraction des matières premières à l'élimination, les organisations obtiennent des informations précieuses sur les domaines dans lesquels les émissions peuvent être minimisées et la durabilité améliorée.

En intégrant l'ACV aux processus de planification stratégique et décisionnelle, les organisations peuvent déterminer les possibilités de réduction des émissions, de conservation des ressources et d'adoption de technologies plus écologiques.

Mettre en œuvre des plans de gestion environnementale, de l'énergie et des actifs

La mise en œuvre de plans complets de gestion environnementale, de l'énergie et/ou des actifs permet un engagement proactif en faveur de la durabilité et de l'efficacité au sein d'une installation. Un plan de gestion de l'environnement ou de l'énergie est un plan propre à un site, conçu pour garantir qu'une installation est exploitée de manière respectueuse de l'environnement ou efficace sur le plan énergétique. Il a pour but de comprendre les risques et les répercussions potentiels liés à l'installation ou au site, ainsi que les actions appropriées requises pour minimiser ces risques.¹⁹

Figure 7 : Étapes de la création d'un plan de gestion de l'environnement ou de l'énergie



Les plans de gestion peuvent être réalisés selon les normes ISO 14001, ISO 50001 ou ISO 55000. L'adoption de la norme ISO 14001 garantit que les risques environnementaux sont systématiquement relevés, contrôlés et atténués, ce qui favorise une culture de la responsabilité et du respect de l'environnement. De même, la norme ISO 50001 facilite la mise en place de systèmes de gestion de l'énergie, permettant aux organisations de fixer des objectifs clairs, de contrôler les performances et d'améliorer en permanence l'efficacité énergétique. Enfin, la norme ISO 55000 fournit un cadre structuré pour la gestion des actifs, garantissant que les actifs sont gérés de manière stratégique pour atteindre les objectifs de l'organisation tout en minimisant les coûts et les risques.

En intégrant ces systèmes de gestion, les opérateurs de centres de données peuvent améliorer la résilience opérationnelle, réduire les coûts d'exploitation et favoriser l'amélioration continue des performances en matière de développement durable.

¹⁹ Parmi les exemples de planification et de prise de décision en matière d'environnement, on peut citer l'évaluation de la symbiose industrielle, processus par lequel les industries partagent des services, ainsi que de l'énergie et des sous-produits, afin de réduire les coûts et d'améliorer la durabilité environnementale.



Assurer une documentation de qualité

La disponibilité de manuels d'exploitation et maintenance (E&M) précis et de grande qualité, de dossiers de construction, de dossiers de mise en service, de schémas et de diagrammes unifilaires permet d'assurer la maintenance de toutes les infrastructures et de tous les équipements installés conformément aux spécifications de conception prévues.

Une documentation de qualité facilite une maintenance efficace en fournissant aux techniciens des informations précises sur les équipements et les systèmes. Cela permet d'utiliser des fonctions efficaces sur le plan énergétique et de s'assurer que toute modification des paramètres ou de l'équipement est correctement enregistrée et mise à jour. En tenant des registres précis, les centres de données minimisent le manque de communication et optimisent l'utilisation de l'énergie.

Investir dans la formation et le développement

Une méthodologie de formation complète doit être établie et mise en œuvre pour tout le personnel concerné par la gestion des centres de données et l'efficacité énergétique afin de garantir la compétence et l'expertise de celui-ci. Il est essentiel de fournir au gestionnaire du centre de données et à tout responsable de l'énergie désigné une formation appropriée pour qu'ils puissent occuper efficacement leur rôle de promotion de l'efficacité énergétique et respecter les bonnes pratiques. De même, il est essentiel de former le personnel des technologies de l'information (TI) et des installations aux bonnes pratiques en matière d'efficacité énergétique afin de soutenir les stratégies organisationnelles visant à réduire la consommation d'énergie des TI.

Cette pratique élimine les cloisonnements départementaux et favorise une compréhension commune de l'exploitation et de la gestion des centres de données, encourageant ainsi la collaboration et l'efficacité.

1.5 Matériel informatique

1.5.1 Importance

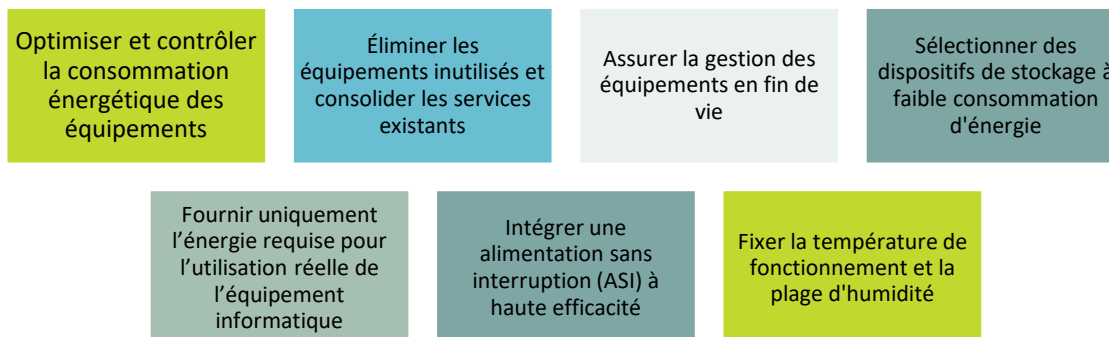
Dans un centre de données, le matériel informatique fait référence aux composants physiques qui constituent l'infrastructure nécessaire au stockage, au traitement et à la transmission des données. Il s'agit d'un large éventail d'équipements tels que les serveurs, les dispositifs de stockage, les dispositifs de mise en réseau, les unités de distribution d'énergie (UDE), les onduleurs et divers autres composants. Les systèmes de refroidissement sont abordés plus spécifiquement ci-dessous.

La mise en œuvre des bonnes pratiques pour le matériel informatique des centres de données est essentielle pour optimiser l'utilisation de l'énergie. En donnant la priorité au processus de sélection et de déploiement de matériel écoénergétique, les centres de données peuvent réduire de manière significative la consommation d'énergie et les coûts qui en découlent. Ces pratiques améliorent également l'efficacité opérationnelle globale et l'utilisation des ressources dans l'environnement du centre de données.

Outre la consommation d'énergie, il convient de prendre en considération l'ensemble du cycle de vie de l'équipement. Les matériaux utilisés lors de la conception, la fin de vie de l'équipement, ainsi que la méthode d'élimination sont autant d'éléments qui sont pris en compte dans la consommation d'énergie totale de l'équipement, en plus des émissions de gaz à effet de serre. Les émissions émises en dehors de l'exploitation de l'installation, c'est-à-dire les étapes du cycle de vie avant et après l'installation de l'équipement dans le centre de données, sont connues sous le nom d'émissions de portée 3. Ces émissions peuvent dépasser celles de la phase d'utilisation proprement dite et ne doivent donc pas être négligées.

Faire un choix éclairé du matériel informatique est important non seulement pour réduire la consommation d'énergie pendant l'utilisation de l'équipement, mais aussi pour réduire les émissions de portée 3. Les actions spécifiques à considérer sont présentées à la Figure 8 ci-dessous.

Figure 8 : Bonnes pratiques pour le matériel informatique



1.5.2 Actions spécifiques et effets potentiels

Optimiser et contrôler la consommation énergétique des équipements

Au fur et à mesure que le matériel informatique est déployé, il est important de modifier le processus de déploiement pour y inclure l'activation des fonctions de gestion de l'énergie. Ces fonctions de gestion de l'énergie comprennent le BIOS (système d'entrée/sortie de base), les systèmes d'exploitation et les paramètres des pilotes. Ces fonctions permettent de contrôler et d'optimiser la consommation d'énergie des composants matériels tels que les processeurs, les cartes graphiques, les disques durs, etc. Elles peuvent, par exemple, inclure un mode veille pour les périphériques non utilisés.

Toutefois, l'utilisation de ces caractéristiques peut poser des problèmes d'équilibrage des phases des systèmes de distribution d'énergie électrique et entraîner des conséquences négatives lorsque des composants redondants du système doivent être mis hors service pour des raisons liées à la maintenance et à la réparation. Il est donc important de trouver un équilibre entre les exigences d'efficacité et de disponibilité.

Le choix d'équipements dotés de fonctions intégrées de contrôle de l'énergie facilite la gestion externe de la consommation d'énergie et atténue les incidences sur l'environnement.

Éliminer les équipements inutilisés et consolider les services existants

Envisager de retirer et mettre hors service tous les équipements inutiles et de réexaminer régulièrement les équipements installés pour s'assurer qu'ils sont toujours nécessaires. Les serveurs ou les services qui ne peuvent pas être mis hors service, mais qui ne sont pas utilisés régulièrement devraient être virtualisés, et les images disques archivées sur des supports à faible consommation d'énergie. En outre, les services opérationnels qui n'utilisent pas pleinement leurs ressources matérielles devraient être consolidés à l'aide de technologies de partage des ressources afin d'optimiser l'efficacité des ressources physiques entre les serveurs et des dispositifs de stockage et de mise en réseau.

Cette pratique présente des avantages considérables, notamment des économies liées à la réduction de l'achat, de l'entretien et de la consommation d'énergie des équipements.



Assurer la gestion des équipements en fin de vie

Les équipements retirés doivent être éliminés conformément aux principes de l'économie circulaire afin de minimiser les répercussions sur l'environnement et de maximiser leur utilité. Dans le cadre du processus décisionnel, évaluer en priorité les équipements inutilisés afin de déterminer s'ils peuvent être réutilisés, vendus ou recyclés. Ensuite, étudier les possibilités de réutilisation interne ou externe de l'équipement. Si l'équipement ne peut pas être réutilisé, veiller à ce qu'il soit recyclé correctement. Rechercher des centres de recyclage certifiés disposant des installations nécessaires pour traiter les composants électroniques en toute sécurité.

La gestion responsable des équipements en fin de vie favorise l'économie circulaire en permettant la réutilisation et le recyclage des ressources matérielles. Cette approche contribue également à réduire les émissions de portée 3 en minimisant les déchets électroniques et en encourageant l'utilisation durable des équipements.

Sélectionner des dispositifs de stockage à faible consommation d'énergie

Il est essentiel de donner la priorité à l'efficacité énergétique lors du choix du matériel de stockage. Ce processus d'évaluation devrait englober des facteurs tels que les performances atteintes, le volume de stockage par watt, les niveaux de protection des données, la disponibilité et la capacité de récupération nécessaires pour respecter les accords de niveau de service. Les dispositifs de stockage à faible consommation d'énergie génèrent également moins de chaleur, ce qui signifie que moins de ressources sont nécessaires pour le refroidissement. Les références aux spécifications d'ENERGY STAR® pour le stockage dans les centres de données fournissent des indications précieuses à cet égard.

Donner la priorité au matériel de stockage à faible consommation permet de réduire les coûts opérationnels, de minimiser les répercussions sur l'environnement et de garantir l'alignement sur les exigences de performance et de protection des données, améliorant ainsi la durabilité globale et l'optimisation des ressources.

Fournir uniquement l'énergie requise pour l'utilisation réelle de l'équipement informatique

L'alimentation en énergie et le refroidissement doivent être adaptés à la consommation électrique prévue des équipements informatiques tels que configurés, plutôt qu'à la taille de l'unité d'alimentation (PSU) ou à sa puissance nominale indiquée sur la plaque signalétique. La consommation électrique des équipements informatiques peut varier considérablement en fonction de facteurs tels que la charge de travail, les paramètres de configuration et l'utilisation du matériel. En alignant l'approvisionnement sur la consommation électrique réelle de l'équipement en fonctionnement, les opérateurs de centres de données peuvent s'assurer que les ressources sont octroyées de manière efficace.

Cette approche permet d'éviter le surdimensionnement de l'infrastructure électrique et d'assurer un fonctionnement efficace même à faible charge. Ajuster l'approvisionnement peut s'avérer nécessaire en cas de mise à niveau ou d'évolution des performances des équipements informatiques.



Intégrer une alimentation sans interruption (ASI) à haute efficacité

Dans le cas des onduleurs statiques à courant alternatif, il est recommandé de choisir en priorité des onduleurs à haut rendement énergétique conformes à la série CEI 62040 (Commission électrotechnique internationale) afin de s'assurer qu'ils répondent aux conditions d'exploitation environnementales. Les systèmes d'ASI doivent fonctionner comme prévu dans des plages spécifiques de température et d'humidité ambiantes (en particulier à des températures entre 0 °C à +40 °C et à une humidité relative entre 20 % et 80 %). En outre, il convient de consulter et d'utiliser les spécifications ENERGY STAR de l'Agence américaine pour la protection de l'environnement (EPA) pour les ASI.

Fixer la température de fonctionnement et la plage d'humidité

L'excès de chaleur et d'humidité dans les centres de données peut endommager les appareils et les équipements, entraînant leur dysfonctionnement et leur arrêt. Il convient d'envisager l'acquisition d'équipements capables de fonctionner dans la classe A2 de l'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). Si cela n'est pas réalisable, il est possible d'acheter du matériel compatible avec au moins la classe A1 de l'ASHRAE. En outre, il convient d'envisager des équipements fonctionnant dans une gamme plus large de niveaux de température et d'humidité d'admission, tels que définis dans la classe A4 de l'ASHRAE (qui est globalement équivalente à la classe 3.1 de l'ETSI. EN 300 019-1-3).

En respectant la plage de température et d'humidité de fonctionnement, il est possible d'obtenir des performances optimales de l'équipement. Les équipements qui fonctionnent dans une gamme plus large de températures d'entrée et de niveaux d'humidité, tels que définis dans la classe A4 de l'ASHRAE, offrent une plus grande flexibilité dans des conditions environnementales variables.

1.6 Gestion des données Partie 1 : Centres de données d'entreprise

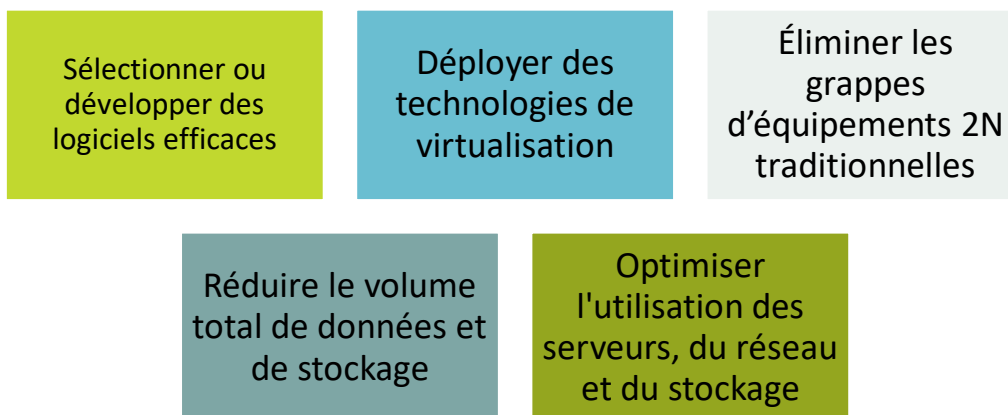
1.6.1 Importance

La gestion des données est la pratique d'une organisation consistant à collecter, organiser, protéger et stocker les données afin qu'elles puissent être traitées et utilisées de manière appropriée. La transformation numérique d'aujourd'hui signifie que les entreprises et les organisations ont accès à plus de données que jamais auparavant et en sont responsables. Les données servent de fondement à l'intelligence et doivent être gérées pour atteindre les objectifs de l'organisation. Pour s'assurer que les travailleurs disposent des bonnes données et directives pour la prise de décision, les organisations doivent investir dans des processus qui traitent de la visibilité, de la fiabilité, de la sécurité et de l'évolutivité des données. La gestion des données est également une étape nécessaire pour une analyse efficace des données.

Les exigences en matière de gestion et de traitement des données diffèrent selon le type d'organisation qui traite les données (par exemple les gouvernements, les organisations non gouvernementales (ONG), les entreprises ou les établissements d'enseignement), car chacune d'entre elles est soumise à des exigences sectorielles spécifiques.²⁰ Les actions spécifiques à considérer sont présentées à la Figure 9 ci-dessous.

²⁰ Par exemple, le gouvernement du Canada a publié la **Stratégie relative aux données de 2023-2026 pour la fonction publique fédérale** ([Stratégie relative aux données de 2023-2026 pour la fonction publique fédérale - Canada.ca](#)). Le gouvernement américain a également mis en place l'**Initiative d'optimisation des centres de données** ainsi que le **décret 13834**.

Figure 9 : Bonnes pratiques de gestion des données – Centres de données d'entreprise



1.6.2 Actions spécifiques et effets potentiels

Sélectionner ou développer des logiciels efficaces

En ce qui concerne les logiciels ou les applications spécifiques, l'efficacité est la quantité de travail utile qu'un système logiciel produit par unité d'énergie consommée. Par exemple, la quantité de données qu'un serveur web envoie à un client est le travail utile, et l'énergie consommée est l'énergie que le serveur utilise pour accomplir cette tâche. D'autre part, l'efficacité du développement logiciel fait référence à la manière dont les équipes de génie logiciel améliorent l'efficacité à l'aide de pratiques telles que la mise en œuvre de pipelines d'intégration et de livraison continues, l'adoption de méthodologies agiles et l'utilisation d'outils tels que des éditeurs de code, des débogueurs et des profileurs de performance pour réduire les erreurs.

Il est recommandé de faire de l'efficacité énergétique une priorité dans le processus de sélection ou de développement des logiciels. L'amélioration des performances des logiciels devrait également être encouragée. Le concept de logiciel écoénergétique incorpore plusieurs caractéristiques clés visant à minimiser la consommation d'énergie pendant le fonctionnement des logiciels, tel que des algorithmes optimisés, une gestion efficace des ressources et une gestion des états d'inactivité.

Cette pratique vise avant tout à réduire la consommation d'énergie, ce qui permet d'économiser de l'argent et de réduire les répercussions sur l'environnement.

Déployer des technologies de virtualisation

Le déploiement des technologies de virtualisation implique la mise en place de protocoles qui requièrent l'approbation des responsables de l'entreprise pour tout nouveau service nécessitant du matériel dédié en remplacement de plateformes de ressources partagées. Cette politique s'applique aux composants du serveur, du stockage et du réseau d'un service.

En mettant en œuvre de telles procédures, les organisations garantissent un processus d'évaluation rigoureux pour l'allocation des ressources, qui favorisent l'utilisation efficace des ressources matérielles et évitent les achats de matériel inutiles. Cette approche permet non seulement d'optimiser l'allocation des ressources, mais aussi de réduire les coûts d'infrastructure et d'améliorer l'évolutivité en exploitant efficacement les environnements virtualisés.



Éliminer les grappes d'équipements 2N traditionnelles

L'élimination des grappes d'équipements 2N traditionnelles implique le remplacement des grappes de serveurs actifs/passifs par des approches de récupération plus rapides. Cette transition est guidée par l'évaluation des répercussions commerciales d'incidents de service de courte durée pour chaque service déployé. En adoptant cette stratégie, les entreprises rationalisent leur infrastructure, réduisent la redondance et améliorent l'utilisation des ressources.

Réduire le volume total de données et de stockage

Les organisations devraient mettre en œuvre des politiques robustes d'identification et de gestion des données visant à minimiser à la fois le volume total de données stockées et le nombre de copies de données. Il convient de supprimer les données inutiles et d'intégrer dans le sous-système de stockage, lorsque cela est possible, des fonctionnalités permettant d'économiser de l'espace, tel que les instantanés, la compression des données et l'allocation de ressources à la demande.

Cette pratique minimise les frais généraux de stockage et améliore l'utilisation des ressources, contribuant ainsi à un environnement de stockage plus durable et plus rentable.

Optimiser l'utilisation des serveurs, du réseau et du stockage

Utiliser les outils disponibles pour mesurer l'utilisation proportionnelle de la capacité globale du réseau, de la capacité de stockage et de la capacité du processeur. Cette mesure peut être regroupée soit globalement, soit par service/localisation. Un rapport de base peut être très instructif et devrait tenir compte de la consommation d'énergie. La définition de l'utilisation peut varier en fonction de facteurs tels que la capacité disponible et ce qui est considéré comme utilisé.

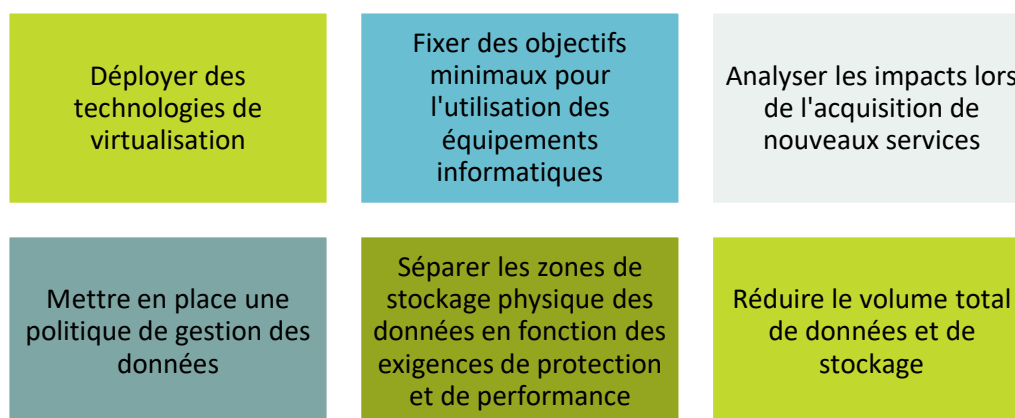
La mise en œuvre de cette bonne pratique pour les centres de données permet d'optimiser l'utilisation des serveurs, du réseau et du stockage, ce qui garantit une utilisation efficace des ressources et une réduction de la consommation d'énergie inutile. Cela permet de réaliser des économies, d'améliorer les performances et de réduire les répercussions sur l'environnement.

1.7 Gestion des données Partie 2 : Fournisseurs de colocation de centres de données

1.7.1 Importance

Les actions spécifiques à considérer sont présentées dans la Figure 10 ci-dessous.

Figure 10 : Bonnes pratiques pour la gestion des données – Fournisseurs de colocation de centres de données



1.7.2 Actions spécifiques et effets potentiels

Déployer des technologies de virtualisation

La technologie de virtualisation permet de représenter virtuellement des serveurs, des systèmes de stockage, des réseaux et d'autres machines physiques. Le logiciel virtuel imite les fonctions du matériel physique en ce sens qu'il fait fonctionner simultanément plusieurs machines virtuelles sur une seule machine physique. La virtualisation supprime toutes les limitations du matériel physique en abstrayant sa fonctionnalité en logiciel, ce qui permet de gérer et d'utiliser l'infrastructure matérielle comme une application sur le web. Le déploiement des technologies de virtualisation implique l'établissement de protocoles qui requièrent l'approbation des cadres supérieurs de l'entreprise pour tout nouveau service qui implique un nouveau matériel dédié au lieu d'utiliser des plateformes de ressources partagées. Cette politique s'applique aux serveurs, au stockage et aux composants de réseau du service.

En mettant en œuvre de telles procédures, les organisations garantissent un processus d'évaluation rigoureux pour l'allocation des ressources, favorisant l'utilisation efficace des ressources matérielles et évitant les achats de matériel inutiles. Cette approche permet non seulement d'optimiser l'allocation des ressources, mais aussi de réduire les coûts d'infrastructure et d'améliorer l'évolutivité en exploitant efficacement les environnements virtualisés.

Fixer des objectifs minimaux pour l'utilisation des équipements informatiques

Il est recommandé de calculer et surveiller les niveaux d'utilisation des serveurs, des réseaux et du stockage. Des indicateurs peuvent être employés, tels que des ITEUsv ou la SEEM. Il faut ensuite déterminer des objectifs minimaux pour l'utilisation des équipements informatiques afin de s'assurer qu'ils sont optimisés. Il convient de noter que les objectifs minimaux peuvent varier en fonction des services et d'autres conditions; il peut donc s'avérer nécessaire de disposer de points de référence dans un secteur particulier à des fins de comparaison. Cette pratique maximise l'utilisation des équipements informatiques et est plus efficace sur le plan énergétique.



Analyser les impacts lors de l'acquisition de nouveaux services

Lors de la prise de décision concernant l'achat de nouveaux services en nuage ou l'évaluation d'une stratégie en nuage, il est essentiel d'évaluer leur effet sur l'utilisation des équipements afin d'éviter la surutilisation des ressources existantes et d'éviter les inefficacités. Il s'agit de déterminer la façon dont ces décisions affecteront la quantité de ressources matérielles nécessaires pour effectuer des tâches telles que le stockage des données et le traitement de la charge de travail, ainsi que d'anticiper les changements dans la consommation d'énergie. En quantifiant les augmentations ou les diminutions potentielles de la consommation d'énergie, les organisations peuvent mieux anticiper leurs besoins matériels et optimiser l'allocation des ressources. Il est également important de prendre en compte les besoins supplémentaires en refroidissement qui peuvent survenir en raison de changements dans l'utilisation du matériel.

Finalement, l'objectif est de veiller à ce que l'infrastructure informatique de l'organisation reste efficace et soutienne effectivement ses activités tout en minimisant la consommation d'énergie inutile et les coûts associés.

Mettre en place une politique de gestion des données

Il est important de mettre en place une politique de gestion des données afin d'établir une compréhension commune parmi les utilisateurs. Cette politique doit définir les données qui doivent être conservées, leur durée de conservation et leur niveau de protection. Les répercussions de la conservation des données sur la consommation d'énergie doivent être évaluées.

Des normes comme *ISO/IEC 27001:2022 – Sécurité de l'information, cybersécurité et protection de la vie privée* ou *ISO 15489-1:2016 – Information et documentation — Gestion des documents d'activité* peuvent être consultées.

Dans l'évaluation du marché de RNCAN, il a été observé que les entreprises et les institutions sont de plus en plus enclines à placer leurs serveurs et leurs données dans des centres de colocation qui offrent un niveau de protection et de gestion de l'infrastructure. La gestion des données est donc très importante pour les fournisseurs de colocation de centres de données, car ils détiennent un large éventail de clients ayant des exigences différentes en matière de protection des données et de performance. Les diverses organisations qui requièrent différents niveaux de protection sont les suivantes :

- › Organisations gouvernementales
- › Entreprises commerciales
- › Organisations à but non lucratif
- › Établissements de soins de santé
- › Établissements d'enseignement
- › Institutions financières

Certaines de ces organisations utilisent des catégories de sécurité supplémentaires, car il serait trop coûteux et trop énergivore de régler toutes les données à des niveaux de sécurité maximaux. Certaines organisations utilisent les catégories suivantes pour classer leurs données :

- › Restreintes : Les données restreintes méritent le plus haut niveau de sécurité.
- › Privées : Un niveau de sécurité raisonnable doit être appliqué aux données privées.
- › Publiques : La violation de données publiques expose les organisations à un risque faible ou nul.



La mise en œuvre d'une politique de gestion des données permet d'établir des lignes directrices et des procédures claires pour traiter les données de manière efficace. Libérer l'espace de données inutiles permet d'économiser de l'énergie en réduisant la charge de stockage et en minimisant les besoins énergétiques associés à l'infrastructure informatique. Une protection adéquate des données permet de réduire le risque de violation ou de perte de données, qui peut entraîner des conséquences financières, juridiques et de réputation pour les organisations.

Séparer les zones de stockage physique des données en fonction des exigences de protection et de performance

Les organisations devraient mettre en place un environnement de stockage à plusieurs niveaux qui offre différents ensembles de performances, de capacités et de résilience. Des directives claires sur l'utilisation des niveaux de stockage doivent être mises en œuvre et communiquées aux utilisateurs, en précisant les différents niveaux de service de performances et de disponibilité.

Les exigences en matière de protection et de performances varient en fonction du type d'organisation. Par exemple, une institution financière peut donner la priorité à des niveaux de stockage très performants avec des sauvegardes redondantes pour garantir l'intégrité et la disponibilité des données pour les transactions critiques. En revanche, un institut de recherche peut privilégier des solutions de stockage rentables avec des niveaux de performance inférieurs à des fins d'archivage, se concentrant ainsi davantage sur la capacité et la conservation à long terme.

Cette pratique garantit que les applications critiques ont les niveaux de performance nécessaires tout en maximisant les économies de coûts pour les données moins critiques, ce qui améliore l'efficacité opérationnelle globale.

Réduire le volume total de données et de stockage

Les organisations devraient mettre en œuvre des politiques robustes d'identification et de gestion des données visant à minimiser à la fois le volume total des données stockées et le nombre de copies de données. Les utilisateurs doivent être encouragés à supprimer les données inutiles, et les fonctionnalités permettant d'économiser de l'espace, tel que les instantanés, la compression et l'allocation de ressources à la demande, doivent être intégrées dans le sous-système de stockage lorsque cela est possible.

Cette pratique minimise les frais généraux de stockage et améliore l'utilisation des ressources, contribuant ainsi à un environnement de stockage plus durable et plus rentable.

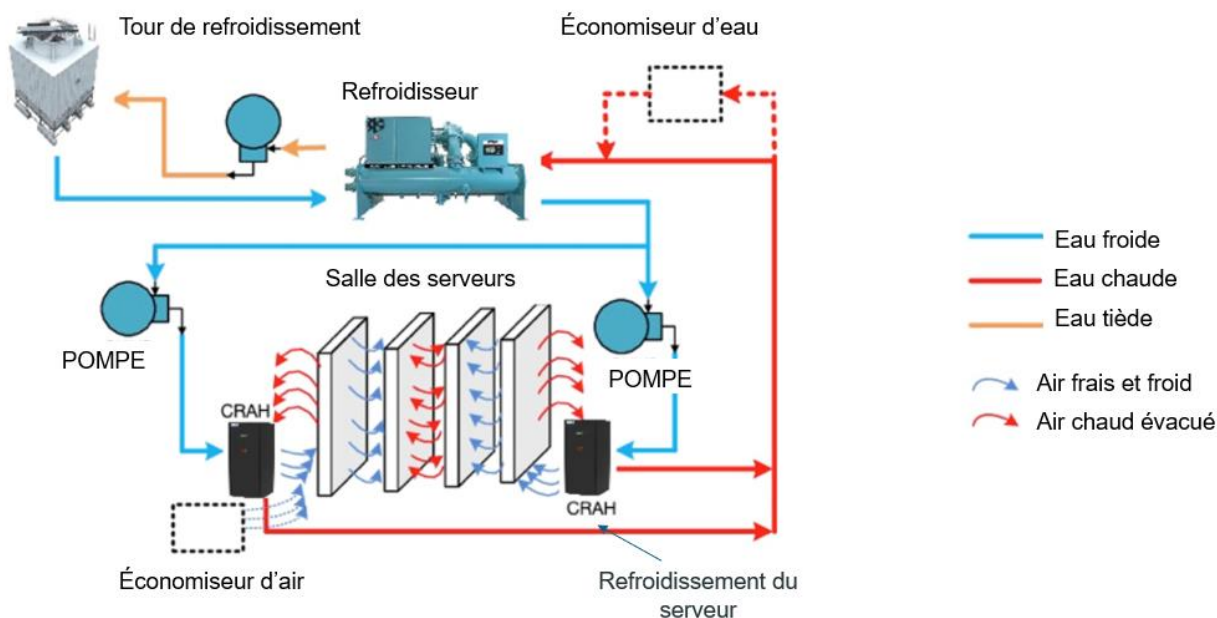
1.8 Refroidissement

1.8.1 Importance

La mission la plus essentielle de tout centre de données est de maintenir les flux de travail et de fournir les services nécessaires à tous les échelons. Une tâche opérationnelle connexe consiste à toujours maintenir les conditions environnementales nécessaires aux fonctions des équipements de technologie de l'information (ETI). Pour atteindre ces objectifs, la chaleur produite doit être évacuée par les équipements informatiques et transférée ailleurs, car des températures et des niveaux d'humidité élevés peuvent endommager les équipements informatiques et provoquer leur défaillance.

En général, l'élimination de la chaleur pour le refroidissement des centres de données est désignée collectivement comme l'équipement, les outils, les systèmes, les techniques et les processus qui travaillent ensemble pour maintenir des températures et des niveaux d'humidité idéaux dans une installation. Le refroidissement d'un centre de données est le processus d'élimination de l'excès de chaleur des équipements et des processus à l'intérieur d'un espace. Le refroidissement des centres de données est l'un des processus les plus énergivores dans ces installations. De façon générale, les systèmes de refroidissement et de ventilation représentent entre 30 % et 55 % de la consommation d'énergie des centres de données et constituent donc un domaine d'amélioration important.

Figure 11 : Composants de refroidissement d'un centre de données



Source : <https://dc.mynetworkinsights.com/data-center-cooling-infrastructure/>

1.8.2 Actions spécifiques et impacts potentiels

Selon l'Uptime Institute, le processus de refroidissement des centres de données peut être subdivisé en deux catégories : le refroidissement des serveurs (ou de l'équipement informatique) et le refroidissement de l'espace. Pour déterminer les actions appropriées et leurs effets potentiels, il est nécessaire d'examiner les stratégies de refroidissement actuellement utilisées pour chaque groupe et les pratiques susceptibles d'améliorer leur efficacité. Chacune de ces stratégies est examinée séparément ci-dessous.²¹

²¹ Il convient de noter que de nombreuses stratégies de refroidissement peuvent être utilisées. La discussion ci-dessous porte sur les stratégies de refroidissement les plus courantes dans les centres de données.

1.8.3 Refroidissement des serveurs

Les équipements de technologie de l'information génèrent de la chaleur, car les composants électroniques qu'il contient utilisent de l'électricité pour fonctionner. Dans les équipements refroidis par air, cette chaleur est transférée des composants électriques à l'air qui entoure le serveur. Les ventilateurs de refroidissement du serveur aspirent l'air à travers les composants internes, ce qui représente la première étape du transfert de chaleur. Il convient de noter que les liquides peuvent remplir cette fonction plus efficacement que l'air; c'est pourquoi certains systèmes utilisent des liquides pour absorber et évacuer la chaleur de l'équipement. Toutefois, les systèmes refroidis par liquide nécessitent des installations de refroidissement plus complexes et sont moins couramment utilisés.

Les pratiques les plus importantes pour le refroidissement des serveurs et des équipements impliquent le confinement et l'orientation de l'air chauffé de sorte que l'air frais aspiré par le serveur ne soit pas mélangé à l'air chaud évacué par le serveur. Le confinement peut offrir plusieurs avantages, notamment :

- › Permet de rendre les températures de l'air d'admission plus constantes;
- › Permet d'augmenter la température de l'air fourni à l'espace des équipements de technologie de l'information, améliorant ainsi les possibilités d'efficacité;
- › Renvoie l'air à des températures plus élevées vers l'équipement de refroidissement, ce qui peut permettre aux unités CSI/CRAH de fonctionner plus efficacement;
- › Permet une plus grande densité d'équipements.

Les actions spécifiques à considérer pour le refroidissement des serveurs sont présentées à la Figure 12 ci-dessous. Elles contiennent des pratiques qui peuvent être adoptées lors de la conception, de la modernisation ou de l'exploitation des serveurs.

Figure 12 : Bonnes pratiques pour le refroidissement des serveurs

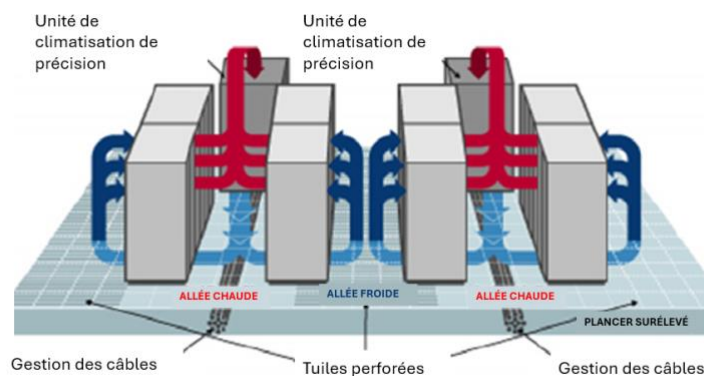


Concevoir des allées chaudes/froides

Les volumes d'air requis pour les équipements des salles de serveurs ayant augmenté, il est nécessaire de s'assurer que les équipements peuvent partager une direction de flux d'air à l'intérieur de l'armoire de serveurs, dans les armoires adjacentes et à travers les allées. La pratique des allées chaudes/froides permet d'aligner le flux d'air des équipements pour créer des « allées » entre les armoires qui sont alimentées en air froid à partir desquelles l'équipement tire l'air d'admission en conjonction avec des allées chaudes vers lesquelles tout l'équipement évacue l'air.

- › Dans un système de confinement des allées froides, l'air refroidi provenant des unités de traitement d'air est confiné, tandis que l'air chaud évacué des serveurs peut retourner librement vers les unités de traitement d'air. La plupart des environnements de confinement d'allées froides sont utilisés en conjonction avec un système de distribution d'air par sol surélevé. Il est également possible d'utiliser le confinement d'allées froides avec un autre système de distribution d'air, tel qu'une gaine aérienne. En général, le confinement d'allées froides fonctionne mieux dans les cas où la charge du système des équipements de technologie de l'information ne varie pas beaucoup.

Figure 13 : Exemple d'une pratique des allées chaudes/froides



Source : Babak Fakhim, PhD. Université de Sydney.

- › Dans un système de confinement des allées chaudes, l'air chaud évacué est confiné et renvoyé vers les appareils de traitement d'air directement par un plénum de retour au plafond, sans être mélangé à l'air ambiant. Dans un environnement de confinement des allées chaudes optimisé, le fonctionnement et les besoins de l'équipement déterminent la quantité d'air refroidi nécessaire. Comme l'air frais est utilisé et évacué de l'espace par les ventilateurs des serveurs, une pression d'air plus faible se traduit par un débit d'air plus important. Ainsi, la configuration d'une allée chaude permet une plus grande flexibilité dans la disposition, la densité et le chargement des équipements qu'un système d'allées froides.

Conception et rénovation - Air chaud ou froid confiné

En plus des allées chaudes et froides pour le confinement, il existe également des pratiques visant à contenir et à séparer l'air froid de l'air chaud de retour sur le plancher de la salle de données. Ces pratiques incluent :

- › Alimentation confinée au niveau des armoires;
- › Retour confiné dans la salle et alimentation de la salle;
- › Retour confiné au niveau des armoires, avec ou sans cheminées d'armoire.

Le confinement des flux d'air permet d'accroître l'efficacité du refroidissement et de réduire les risques. La demande variable des services signifie que le flux d'air et la chaleur dégagée par les appareils informatiques peuvent changer rapidement en raison de la gestion de l'énergie et des outils d'allocation de la charge de travail, et peuvent être mieux gérés grâce au confinement.

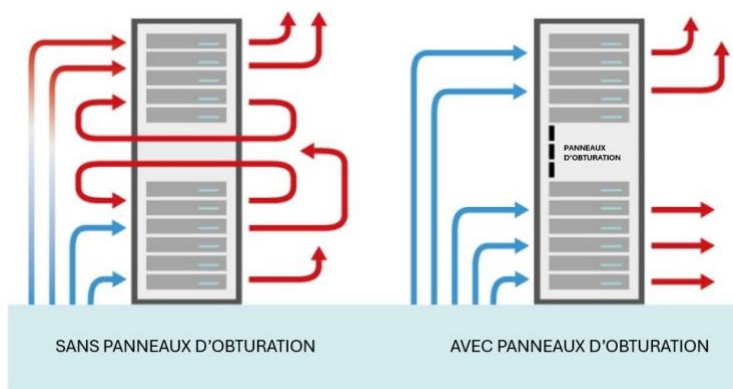
Gestion des flux d'air dans l'armoire - Plaques d'obturation et autres ouvertures

L'installation de plaques d'obturation ou de panneaux de fermeture pour couvrir les ouvertures des baies sans équipement, ainsi que pour combler d'autres interstices, permet de réduire le volume d'air chaud recirculant à travers les espaces des armoires. Cela diminue les cas de recirculation d'air chauffé, qui augmentent la température de l'air d'admission et réduisent l'efficacité énergétique.

L'installation de brosses d'étanchéité (bloqueurs de courants d'air) aide également à éliminer toutes les possibilités de fuite d'air dans chaque armoire. Les zones à traiter incluent :

- › Les ouvertures au niveau du plancher à la base des armoires;
- › Les espaces sur les côtés, les dessus et les dessous des armoires entre les équipements ou les rails de montage;
- › Les interstices autour du périmètre des armoires.

Figure 14 : Exemple de plaques obturatrices



Source : WWW.STULZ.DE

Veiller à ce que les portes des armoires soient suffisamment ventilées

Les armoires des équipements de technologie de l'information dotées de portes pleines devraient être remplacées par des portes perforées afin d'assurer un flux d'air de refroidissement adéquat lorsque la ventilation de refroidissement est nécessaire.²² Les portes pleines limitent la circulation de l'air, entraînant une recirculation à l'intérieur des armoires et augmentant les températures d'entrée de l'air. Selon la norme ISO/IEC 14763-2, une surface perforée d'au moins 66 % est nécessaire, et d'autres sources recommandent une perforation de 80 %.

Organiser la séparation des équipements

Les équipements (y compris les équipements informatiques, mécaniques et électriques) installés dans un centre de données dont les exigences environnementales et/ou la direction du flux d'air sont sensiblement différentes doivent être déployés dans des zones distinctes. Il est plus facile et préférable de prévoir des contrôles environnementaux et des zones distinctes pour les équipements ayant des exigences environnementales différentes. Cela permet de résoudre le problème des réglages de l'installation de

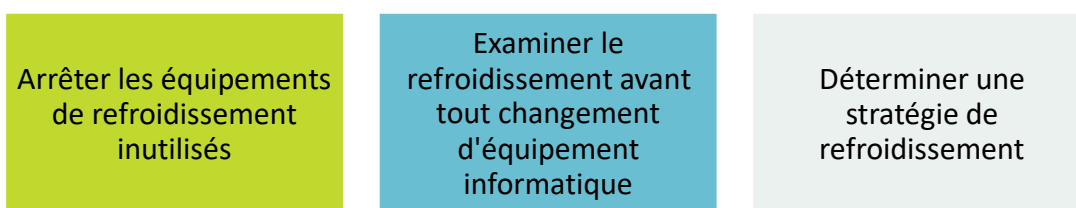
²² Sauf dans les cas où le refroidissement se fait dans l'armoire.

refroidissement du centre de données qui sont limités par l'équipement dont la plage environnementale est la plus restrictive, ce qui restreint l'efficacité de l'ensemble du centre de données.

1.8.4 Refroidissement de l'espace

Dans les centres de données refroidis par air, l'air chaud extrait de l'équipement peut se mélanger à l'air de l'espace avant d'être renvoyé dans le système de refroidissement. Généralement, le refroidissement et la circulation sont assurés par une unité CSI ou CRAH.²³ L'air chauffé libère une charge thermique à l'intérieur de l'unité CSI/CRAH qui élimine la chaleur et la restitue ailleurs. Dans les anciennes conceptions à courant continu, les unités CSI/CRAH renvoient l'air refroidi dans des plénums de plancher surélevés qui renvoient l'air refroidi dans l'espace des ETI, pour ensuite répéter le processus. Aujourd'hui, une telle conception de plancher surélevé représente un défi à elle seule, car elle nécessite des améliorations supplémentaires pour répondre à la demande causée par l'augmentation de la chaleur des ETI plus récents et l'efficacité des conceptions plus récentes et plus denses des centres de données. Les bonnes pratiques en matière de refroidissement de l'espace comprennent l'installation et l'exploitation d'équipements de refroidissement modulables ou modulaires afin de permettre l'arrêt des équipements inutiles. Les actions spécifiques à considérer pour le refroidissement de l'espace sont présentées à la Figure 15 ci-dessous.

Figure 15 : Bonnes pratiques pour le refroidissement



Arrêter les équipements de refroidissement inutilisés

Lorsqu'un centre de données n'est pas encore entièrement peuplé ou lorsque l'espace a été libéré pour la consolidation, il est recommandé que les unités CSI/CRAH à ventilateur à vitesse fixe soient éteintes dans les zones vides. Toutefois, cette pratique ne doit pas être appliquée dans les cas où les unités CSI/CRAH sont plus efficaces, sont équipées de variateurs de vitesse et peuvent être exploitées plus efficacement à des charges plus faibles.

Examiner le refroidissement avant tout changement d'équipement informatique

En fonction des types d'équipement et des exigences, les changements d'équipement informatique peuvent affecter de manière significative les besoins en refroidissement. Par conséquent, la disponibilité du refroidissement, y compris les possibilités d'optimisation du refroidissement, doit être examinée avant tout changement d'équipement informatique.

Déterminer une stratégie de refroidissement

Les opérateurs de centre de données et les gestionnaires des centres de distribution devraient examiner périodiquement les équipements informatiques et les systèmes de déploiement du refroidissement en

²³ La différence entre une unité CRAC et une unité CRAH est que la première utilise un réfrigérant et un compresseur, tandis que la seconde utilise de l'eau glacée et une vanne de régulation pour assurer le refroidissement.

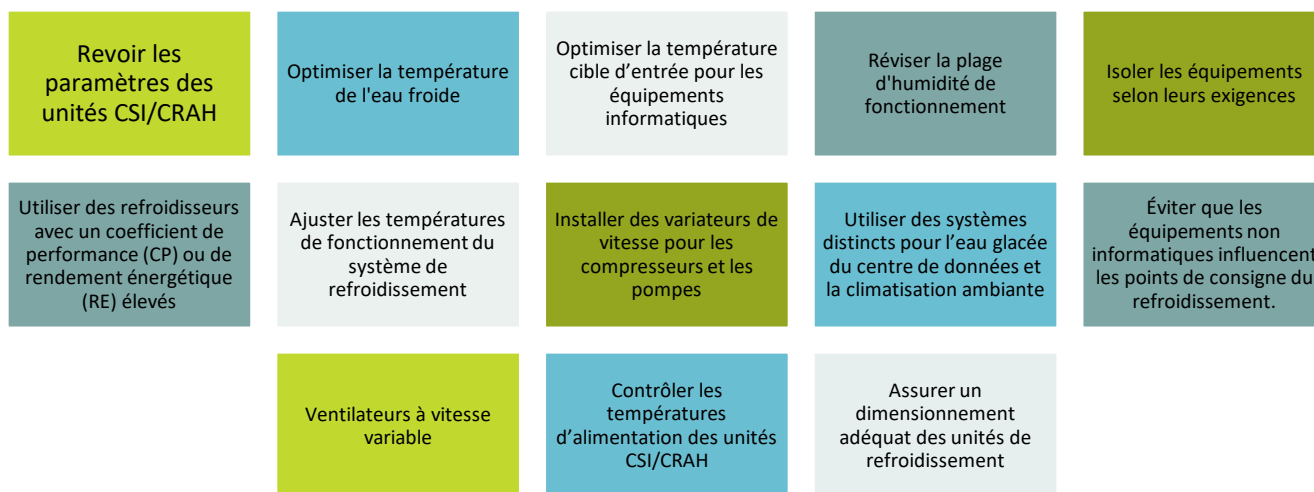
fonction d'une stratégie définie afin d'évaluer les performances de refroidissement, de déterminer les possibilités d'amélioration et d'apporter les corrections nécessaires.

1.8.5 Installation de réfrigération

Les installations de réfrigération représentent une part importante de l'énergie utilisée pour le refroidissement des centres de données. Ce sont également les secteurs des centres de données où les technologies et les équipements varient le plus. Quelle que soit la technologie, une option économique pour les installations de réfrigération est d'utiliser du refroidissement naturel ou réutilisé. Celui-ci tire parti des conditions ambiantes fraîches pour répondre à une partie ou à la totalité des besoins de refroidissement de l'installation, de sorte que la nécessité de toute autre forme de refroidissement telle que le refroidissement mécanique (y compris l'utilisation de compresseurs) est réduite, ce qui entraîne des économies d'énergie significatives. Le refroidissement naturel peut être installé dans de nombreuses installations existantes.

Dans les climats plus frais et plus secs (comme dans de nombreuses régions du Canada) et lorsque des points de consigne plus élevés sont utilisés, les possibilités d'utilisation du refroidissement naturel sont plus nombreuses. Si la taille d'un système de refroidissement peut être réduite (ou éliminée), les coûts d'exploitation et d'investissement sont réduits, y compris ceux de l'infrastructure électrique nécessaire. Les technologies de refroidissement naturel devraient être prises en compte dans toutes les nouvelles conceptions/constructions, les rénovations et les mises à niveau. Les pratiques propres aux installations de refroidissement sont présentées à la Figure 16 ci-dessous.

Figure 16 : Bonnes pratiques pour les installations de réfrigération



Reviser les paramètres des unités CSI/CRAH

Pour éviter que les unités de refroidissement ne fonctionnent l'une contre l'autre dans les zones occupées, il est nécessaire de s'assurer que les unités CSI/CRAH ont des réglages de température et d'humidité relative appropriés et cohérents et qu'elles sont correctement calibrées. De nombreuses unités CSI/CRAH ont désormais la possibilité de relier leurs commandes et de fonctionner lorsqu'elles sont installées dans la même zone. Il est donc nécessaire d'éviter l'introduction de nouveaux modes de défaillance potentiels ou de points de défaillance uniques.



Réviser et optimiser la température de l'eau froide

Les points de consigne de la température de l'eau froide des installations de réfrigération doivent être revus et augmentés lorsque possible afin de maximiser l'utilisation du refroidissement naturel et de réduire la consommation d'énergie des compresseurs. Les effets saisonniers doivent également être pris en compte lors de cet examen. L'augmentation de la différence de température de l'eau peut réduire le débit d'eau et entraîner une réduction de la consommation d'énergie des pompes. Il convient de noter que les modifications du point de consigne de l'eau doivent être effectuées en tandem avec les modifications du point de consigne du débit d'air afin d'éviter de réduire la capacité des systèmes. Les températures d'évaporation des systèmes à détente directe (DX) doivent également être revues. Enfin, l'utilisation de vannes d'expansion électroniques permet un meilleur contrôle des températures et autorise des températures d'évaporation plus élevées (par rapport aux vannes d'expansion thermostatiques).

Réviser et fixer la température d'admission cible de l'équipement informatique

Les centres de données doivent être conçus et exploités avec la plus grande efficacité pour fournir de l'air d'admission aux équipements informatiques sur la base de la classe A2 de l'ASHRAE, qui stipule une plage admissible pour les centres de données. Les centres de données fonctionnant dans cette plage réalisent des économies d'énergie en réduisant ou en éliminant le surrefroidissement.

Réviser et étendre la plage d'humidité de travail

Les centres de données conçus dans la plage de la classe A2 de l'ASHRAE devraient revoir et réduire les points de consigne d'humidité inférieure (par rapport aux centres de données ne faisant pas partie de la classe A2) afin de diminuer la demande d'énergie liée à l'humidification, le cas échéant. Parallèlement, les points de consigne supérieurs de l'étage de données peuvent être augmentés dans la plage d'humidité A2, en fonction des charges de déshumidification au sein d'une installation.

Maintenir des zones environnementales distinctes

Il est nécessaire d'éviter de placer l'installation de refroidissement du centre de données dans la plage la plus extrême et ainsi réduire ou éliminer les possibilités d'efficacité pour le reste de l'installation. Si des équipements informatiques ayant des plages de température ou d'humidité plus restrictives sont nécessaires, ces équipements doivent être identifiés et conservés dans des zones avec des contrôles environnementaux distincts. Ils doivent également utiliser des systèmes de refroidissement distincts lorsque possible afin de faciliter l'optimisation de l'efficacité du refroidissement dans chaque zone. Voici quelques exemples :

- › Les unités d'ASI nécessitant des contrôles environnementaux plus stricts pour maintenir la capacité et la durée de vie des batteries;
- › Bandothèques ou disques nécessitant des contrôles environnementaux plus rigoureux pour répondre aux critères d'archivage;
- › Garanties exigeant des conditions environnementales strictes pour certains équipements spécifiques.



Utiliser des refroidisseurs avec un coefficient de performance (CP) ou de rendement énergétique (RE) élevés

Lors de la conception et de l'acquisition de nouvelles installations, il est essentiel de prioriser la sélection de systèmes de réfrigération à coefficients de performance (*Coefficient of Performance* en anglais) élevés. Il convient également de choisir des systèmes de refroidissement offrant un bon rendement énergétique (*Energy Efficiency Ratio* en anglais), sur toute leur plage de fonctionnement probable. Enfin, il est important d'adapter leurs capacités aux besoins de refroidissement réels.

Examiner les températures de fonctionnement du système de refroidissement

Examiner périodiquement les possibilités de réduction de la température de condensation et d'augmentation de la température d'évaporation des systèmes de refroidissement. Réduire la différence entre ces températures signifie que le cycle de refroidissement nécessite moins de travail, ce qui permet de diminuer la consommation d'énergie et d'améliorer l'efficacité.

Installer des variateurs de vitesse pour les compresseurs et les pompes

Les moteurs à commutation électrique sont nettement plus écoénergétiques que les moteurs à courant alternatif traditionnels sur une large gamme de vitesses et permettent un contrôle variable de la vitesse. L'utilisation de ces moteurs réduit la consommation d'énergie des compresseurs, des pompes et des ventilateurs dans les conditions de charge partielle dans lesquelles ils ont tendance à fonctionner. Il convient d'envisager l'utilisation d'équipements de contrôle de la vitesse variable lors de la construction ou de la rénovation d'installations et d'inclure la possibilité de contrôler correctement la vitesse en fonction de la demande des systèmes.

Séparer le système d'eau réfrigérée du centre de données du système de refroidissement du confort

Dans les bâtiments dont les systèmes de refroidissement sont principalement conçus pour évacuer la chaleur des espaces techniques et des équipements informatiques, les systèmes d'eau froide doivent être séparés de l'eau utilisée pour le refroidissement destiné au confort humain dans d'autres parties du bâtiment. En effet, la température requise pour obtenir un refroidissement latent pour le refroidissement de confort est nettement inférieure à celle requise pour le refroidissement sensible d'un centre de données. Combiner ces deux utilisations compromettra l'efficacité du système de refroidissement du centre de données. Il est recommandé d'envisager l'utilisation de pompes à chaleur pour assurer le refroidissement ou le chauffage pour le confort des bureaux.

L'équipement non informatique ne doit pas dicter les points de consigne du système de refroidissement

Dans les espaces conçus principalement pour les équipements informatiques, les autres équipements qui partagent l'espace et nécessitent des plages de contrôle de la température ou de l'humidité plus restrictives que les équipements informatiques doivent être séparés, afin que leurs exigences ne soient pas utilisées pour dicter les points de consigne du système de refroidissement responsable des équipements informatiques (voir la pratique « Isoler les équipements selon leurs exigences » ci-dessus).



Ventilateurs à vitesse variable

Les unités de climatisation/traitement de l'air à l'intérieur d'une salle informatique représentent le deuxième composant principal de la plupart des systèmes de refroidissement. De nombreuses anciennes unités CSI/CRAH utilisent des ventilateurs à vitesse fixe qui consomment beaucoup d'énergie et rendent difficile la gestion de la température de la salle informatique. Les ventilateurs à vitesse variable sont mieux adaptés à cet usage, en particulier lorsque le système de refroidissement est très redondant, pendant les périodes de faible utilisation de l'installation, ou pour des niveaux de charge informatique très variables. La commande de ces ventilateurs peut être dictée par des facteurs tels que la température de l'air d'alimentation ou de retour ou la pression du plénum d'air réfrigéré.

Contrôler les températures d'alimentation des unités CSI/CRAH

Dans les installations plus anciennes, de nombreuses unités CSI/CRAH sont contrôlées par la température de retour. Cette pratique n'est plus considérée comme appropriée. Une bonne pratique consiste à contrôler la température d'alimentation, ce qui garantit une température d'alimentation uniforme, indépendamment de la charge de chaque unité CSI/CRAH.

Assurer un dimensionnement adéquat des unités de refroidissement

Les volumes d'air requis par les équipements informatiques des centres de données peuvent varier en fonction de l'utilisation et dépendent à la fois de la charge informatique (kW) et du différentiel de température des équipements informatiques. Pour dimensionner correctement les débits de conception des unités de refroidissement, tous ces facteurs doivent être pris en compte. L'utilisation future probable et la dérivation doivent également être considérées. Si la température de l'équipement informatique est surestimée, il en résultera un sous-dimensionnement des volumes d'air des CSI/CRAH et des problèmes potentiels de gestion de l'air.²⁴ Inversement, si le différentiel de température est sous-estimé, les volumes d'air des CSI/CRAH seront surdimensionnés, ce qui rendra plus probables un fonctionnement inefficace à faible charge partielle et une dérivation de l'air.²⁵

1.9 Résilience

1.9.1 Importance

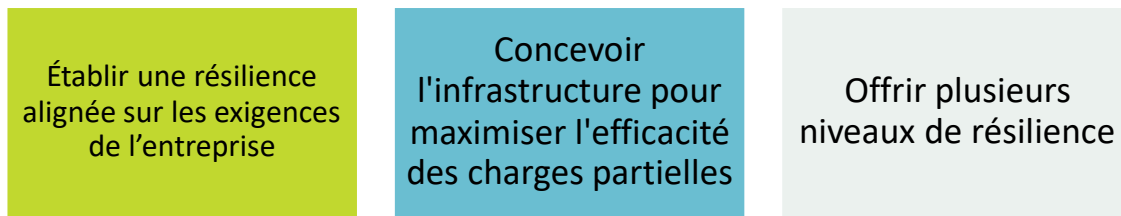
Il est important d'introduire la résilience aux processus des centres de données pour garantir une prestation de services ininterrompue et atténuer les risques associés au temps d'arrêt. Les stratégies de résilience adaptées aux besoins des entreprises permettent ou améliorent la capacité des centres de données à rester opérationnels et à se remettre rapidement d'événements inattendus, qu'il s'agisse de perturbations d'origine humaine ou naturelle. Cela permet non seulement d'optimiser l'affectation des ressources et de minimiser les dépenses d'investissement, mais aussi d'améliorer l'efficacité et la flexibilité des processus. Les actions spécifiques à considérer sont présentées dans la Figure 17 ci-dessous.

²⁴ Le débit d'air est inversement proportionnel au delta T pour une même charge.

²⁵ De nombreuses unités sont surdimensionnées.



Figure 17 : Bonnes pratiques en matière de résilience



1.9.2 Actions spécifiques et effets potentiels

Établir une résilience alignée sur les exigences de l'entreprise

Mettre en œuvre des stratégies de résilience adaptées aux besoins de l'entreprise améliore l'efficacité opérationnelle, la rentabilité et la flexibilité. Seul le niveau de résilience justifié par les besoins de l'entreprise doit être mis en place. Par exemple, une infrastructure 2N (redondance à 100 %) doit être soigneusement adaptée aux besoins de l'entreprise.

L'alignement des niveaux de résilience sur les besoins de l'entreprise permet de réduire les investissements inutiles dans des infrastructures surdimensionnées, d'optimiser l'affectation des ressources et de minimiser les coûts. Éviter les redondances inutiles améliore l'efficacité énergétique en réduisant la charge opérationnelle des systèmes non critiques.

Concevoir l'infrastructure pour maximiser l'efficacité des charges partielles

Concevoir une infrastructure pour maximiser l'efficacité des charges partielles implique de configurer stratégiquement les systèmes pour qu'ils fonctionnent efficacement même pendant les périodes de faible demande, ce qui permet de réaliser d'importantes économies d'énergie et d'obtenir des avantages opérationnels. Cela s'applique aux systèmes de refroidissement, aux systèmes de distribution électrique, aux dispositifs de stockage d'énergie, etc.

La consommation d'énergie peut être réduite en minimisant l'utilisation des équipements pendant les périodes de faible demande, ce qui permet de diminuer les coûts d'exploitation et d'améliorer la durabilité. Une conception efficace de l'infrastructure améliore la fiabilité du système en minimisant l'usure des composants, réduisant ainsi le risque de défaillance de l'équipement et les temps d'arrêt.

Offrir plusieurs niveaux de résilience

Mettre en œuvre des niveaux de résilience adaptés dans les centres de données, les équipements informatiques, les logiciels et les infrastructures réseau, afin de répondre aux exigences de résilience et de disponibilité des services dictées par la demande commerciale. Si des niveaux élevés de résilience sont essentiels pour assurer un fonctionnement continu, il est important de prendre en compte les implications de ceux-ci sur le plan de l'efficacité énergétique. Il est possible de construire un seul centre de données pour fournir plusieurs niveaux de résilience en matière d'alimentation et de refroidissement à différentes surfaces.



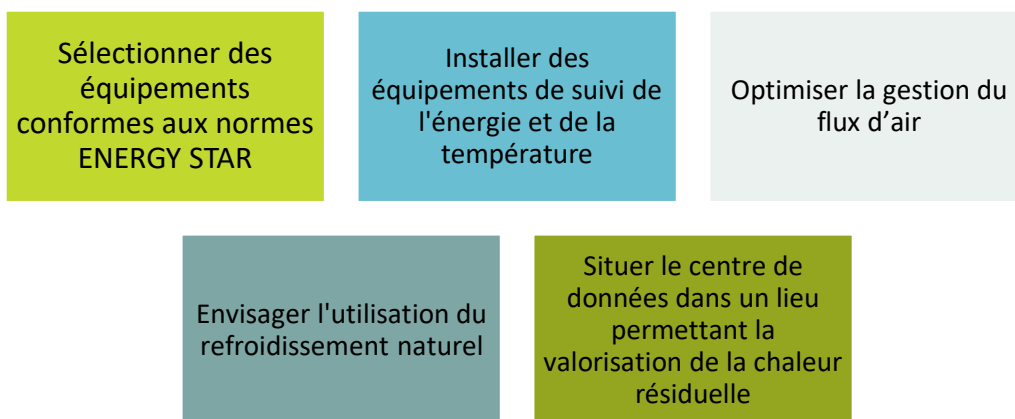
Offrir plusieurs niveaux de résilience dans un seul centre de données permet une plus grande personnalisation afin de répondre aux différents besoins des entreprises et d'améliorer la satisfaction et la fidélisation des clients. En outre, la fourniture de fonctions de résilience optionnelles peut générer des flux de revenus supplémentaires pour les fournisseurs de colocation de centres de données, tout en répondant aux besoins spécifiques de différents segments de clientèle. La conception de niveaux de résilience appropriés permet également d'améliorer l'efficacité énergétique en évitant le surapprovisionnement, ce qui se traduit par des économies et des avantages pour l'environnement.

1.10 Pratiques générales

1.10.1 Importance

Cette sous-section décrit les pratiques qui concernent les centres de données d'une manière plus générale et qui peuvent s'appliquer à plusieurs aspects. Les actions spécifiques à considérer sont présentées à la Figure 18 ci-dessous.

Figure 18 : Bonnes pratiques générales



1.10.2 Actions spécifiques et effets potentiels

Sélectionner des équipements conformes aux normes ENERGY STAR

Il convient de choisir les équipements de centre de données les plus écoénergétiques possible. Se référer aux programmes ENERGY STAR pour la sélection des serveurs lorsqu'ils sont disponibles pour des classes d'équipement spécifiques. Les *exigences du programme ENERGY STAR® pour le stockage dans les centres de données*, les *exigences du programme ENERGY STAR® pour les serveurs informatiques* et les *alimentations sans interruption certifiées ENERGY STAR* peuvent être consultées. Les opérateurs de centres de données doivent déterminer les niveaux d'efficacité énergétique du matériel par une analyse avancée et choisir l'équipement le plus efficace répondant à leurs besoins.

En donnant la priorité à l'efficacité énergétique dans la sélection de tous les équipements des centres de données, les opérateurs de centres de données minimisent la consommation d'énergie et maximisent l'utilisation des ressources.



Installer des équipements de suivi de l'énergie et de la température

Choisir des équipements dotés de capacités de mesure locale directe de la consommation d'énergie et d'indication de la température. Utiliser des méthodes de divulgation standard telles que IPMI, DMTF Redfish et SMASH, le cas échéant.

L'objectif de cette pratique est d'assurer la surveillance énergétique et environnementale des centres de données dans l'ensemble de l'infrastructure, avec des niveaux de granularité croissants.

Optimiser la gestion du flux d'air

Lorsque le mouvement de l'air est utilisé pour refroidir l'équipement informatique, il faut veiller à ce que la hauteur du plafond soit suffisante pour garantir la meilleure utilisation et l'efficacité des technologies de refroidissement par air. Une hauteur de plafond insuffisante peut nuire à l'efficacité des technologies de refroidissement de l'air, telles que les planchers surélevés, les plafonds suspendus, le confinement des allées ou les conduits. Toutes les ouvertures indésirables dans un plancher surélevé doivent être fermées et des rangées ininterrompues d'armoires doivent être maintenues pour empêcher la recirculation de l'air et minimiser le risque de mélange des flux d'air chaud et d'air froid. En outre, l'optimisation de l'emplacement et des facteurs d'ouverture des tuiles ventilées réduit les dérivations et améliore l'efficacité du refroidissement.

Envisager l'utilisation du refroidissement naturel

Le centre de données devrait envisager et adopter des méthodes de refroidissement naturel. Ce procédé utilise des ressources naturelles, comme l'air extérieur ou l'eau, pour refroidir les équipements informatiques sans recourir à des systèmes de réfrigération mécanique. L'aménagement physique du bâtiment ne doit pas entraver ou limiter l'installation de systèmes de refroidissement naturel ou d'équipements équipés d'un mode économique exploitant ce principe.

L'intégration de méthodes de refroidissement naturel offre des économies d'énergie considérables et réduit les coûts d'exploitation. Dans un climat tempéré comme celui du Canada, le potentiel pour maximiser l'utilisation du refroidissement naturel est particulièrement élevé.

Situer le centre de données dans un lieu permettant la valorisation de la chaleur résiduelle

Positionner stratégiquement le centre de données à un endroit où la chaleur résiduelle générée par l'installation peut être réutilisée efficacement. Par exemple, collaborer avec les communautés voisines pour envoyer la chaleur résiduelle vers un site extérieur qui en a besoin.

Cette pratique permet d'améliorer l'efficacité énergétique et de minimiser les répercussions sur l'environnement.

1.11 Résumé et recommandations

Une combinaison de tendances commerciales et technologiques est à l'origine de la croissance rapide des centres de données canadiens. Cette croissance continue de la demande de services des centres de données est tout à fait conforme aux tendances internationales. Par exemple, comme indiqué précédemment, l'IA et les cryptomonnaies – deux des domaines de croissance les plus intenses dans les services en ligne à l'échelle mondiale – sont hébergées dans des centres de données et augmentent la consommation d'énergie de ceux-ci.²⁶ Ensemble, ces deux technologies devraient doubler la consommation d'électricité des installations de centres de données d'ici 2026, pour atteindre plus de 1 000 térawattheures (TWh), soit à peu près l'équivalent de la consommation d'électricité du Japon.²⁷ L'AIE a également indiqué que des réglementations actualisées et des améliorations technologiques seront nécessaires pour modérer l'augmentation de la consommation d'énergie des centres de données.

Bien qu'il n'y ait pas encore d'indications concernant d'autres mesures gouvernementales sur les centres de données au Canada ou des tendances claires sur la façon dont le développement de la cryptomonnaie et de l'IA affecteront le marché canadien des centres de données, il est clair que l'énergie et les coûts d'autres services augmentent également avec le progrès économique. Par conséquent, les propriétaires, les opérateurs de centres de données et les utilisateurs de centres de données peuvent accroître leur efficacité globale, gérer les coûts et se préparer aux incertitudes en adoptant bon nombre des bonnes pratiques décrites dans le présent document, ce qui accroîtra leur compétitivité, optimisera leurs activités et réduira les risques futurs.

Perspectives

Depuis 2024, plusieurs gouvernements abordent les défis liés au respect des engagements de réduction des émissions et à l'augmentation de la demande d'énergie des centres de données. Par exemple, les centres de données de l'UE dont la demande de puissance informatique installée est d'au moins 500 kW sont tenus de rendre compte à la base de données de l'UE au le 15 septembre 2024, conformément à la directive sur l'efficacité énergétique, soit l'Energy Efficiency Directive (EED). Les États membres de l'UE peuvent également modifier certains aspects du système de déclaration, comme l'ajout de nouveaux points de données, l'élargissement du champ d'application des entités déclarantes ou la mise en place de leur propre plateforme nationale de déclaration, par exemple.²⁸

Les exigences de l'EED s'appliquent également aux bâtiments à usage mixte. Ainsi, en plus de fournir des rapports sur la section dédiée aux centres de données, les opérateurs de centres de données doivent installer des compteurs distincts pour chaque fonction ou secteur du bâtiment, comme les zones résidentielles, commerciales et les centres de données. Les bâtiments doivent adopter des systèmes intégrés de gestion de l'énergie qui permettent d'établir des rapports détaillés et précis sur la consommation d'énergie pour les différentes fonctions du bâtiment (les opérateurs de centre de données peuvent, par exemple, effectuer des mesures à l'aide d'un outil de DCIM). En ce qui concerne les centres de données de colocation, il est entendu qu'il est particulièrement difficile pour ce type d'opérateurs de rendre compte de la capacité des TI et du trafic de données, étant donné qu'ils ne possèdent pas ces informations. Quant à ces

²⁶ Électricité 2024 : Analyse et prévisions jusqu'en 2026. Agence internationale de l'énergie, janvier 2024. Paris, France.

²⁷ Par exemple, l'étude de l'AIE prévoit que les sites de moteurs de recherche comme Google pourraient voir leur demande d'électricité décupler lorsque l'IA sera pleinement installée dans leur plateforme, en comparant la demande moyenne d'électricité d'une recherche Google typique (0,3 Wh d'électricité) à ChatGPT d'OpenAI (2,9 Wh) par requête. Avec une moyenne de 9 milliards de recherches par jour, cela nécessiterait près de 10 TWh d'électricité supplémentaire par an.

²⁸ Les opérateurs de centres de données peuvent mettre en œuvre des outils d'efficacité de TI comme le DCIM (Gestion/Gestionnaire des infrastructures du centre de données) qui surveillent et optimisent le rendement de leur équipement de TI. Le DCIM peut agréger et rendre compte du PUE, de la consommation totale d'énergie avec des ventilations par sous-systèmes et même des émissions de carbone. Les opérateurs seront en mesure d'établir des bases de référence et de commencer à accumuler des rapports, et pourront utiliser ces derniers pour visualiser les inefficacités, la consommation inutile d'énergie et améliorer l'efficacité globale du système (europa.eu).



deux catégories, le règlement délégué prévoit que les opérateurs de colocation peuvent mettre en place un mécanisme de rapport interne anonyme pour recueillir des données auprès de leurs clients strictement à des fins de conformité.

À ce jour, l'UE a constaté un soutien global important de l'industrie pour ces règlements, avec peu ou pas d'opposition à ses exigences, à l'exception des demandes de prolongation ou de transition prolongée de la première période de déclaration, qui touche particulièrement les fournisseurs de services de colocation. Le secteur a également indiqué qu'il était favorable à l'inclusion des petits centres de données (c'est-à-dire les centres de données de moins de 500 kW), étant donné qu'ils peuvent être moins efficaces. L'Annexe II du présent document contient de plus amples informations sur l'EED et les exigences en matière d'établissement de rapports dans l'UE pour les bâtiments commerciaux. Des recommandations concernant les actions et les rapports sur les centres de données, basées sur ces développements, sont fournies ci-dessous.

Recommandations

Il est recommandé à tous les acteurs des centres de données, au Canada et ailleurs, de faire le premier pas, c'est-à-dire de mesurer et d'examiner les différents aspects de leurs activités à l'aide des outils fournis dans le présent document. Comme le dit l'adage, on ne peut contrôler que ce que l'on ne peut pas mesurer. Une fois les indicateurs obtenus, les résultats permettront de mettre en évidence les domaines d'excellence ainsi que les domaines nécessitant une attention particulière. La prochaine étape recommandée consiste à réunir tous les décideurs concernés et à consulter des experts dans tous les domaines pertinents afin de déterminer, de sélectionner et de mettre en œuvre les pratiques susceptibles de rentabiliser les activités des centres de données. Il convient de noter qu'un plan d'action efficace envisage la mise en œuvre de pratiques à court et à long terme. L'importance de l'efficacité énergétique dans les centres de données ne peut être surestimée, car ces installations consomment d'importantes quantités d'énergie, et l'optimisation de leur fonctionnement peut conduire à des économies substantielles et à des avantages environnementaux.

Les principales mesures et pratiques recommandées pour ceux qui souhaitent obtenir une vue d'ensemble de l'efficacité énergétique de leur centre de données sont présentées ci-dessous. Chaque mesure recommandée couvre un aspect différent de l'utilisation de l'énergie. Par exemple, la PUE est axée sur l'efficacité globale des centres de données, tandis que la densité de puissance concerne l'intensité de l'utilisation de l'énergie par rapport à l'espace occupé. Combinées à la CUE, à la WUE et à la surveillance du système de refroidissement, ces mesures permettent de mieux comprendre l'efficacité énergétique des centres de données. Le suivi de ces indicateurs permet non seulement d'améliorer l'efficacité énergétique des installations, mais aussi de renforcer la fiabilité et la durée de vie des équipements informatiques en maintenant des conditions environnementales stables. Les opérateurs de centres de données et les conseils d'administration devraient envisager d'adopter une combinaison de ces pratiques pour obtenir de meilleurs résultats.

- › **Densité de puissance** (kW/pi²) : Cette mesure permet de comprendre clairement la quantité d'énergie utilisée par rapport à la surface au sol du centre de données. En surveillant la densité de puissance, les opérateurs de centres de données peuvent déterminer les zones d'inefficacité et optimiser l'emplacement et l'utilisation de l'équipement informatique.
- › **Efficacité dans l'utilisation de la puissance** (PUE) : La PUE est une mesure largement reconnue utilisée pour comparer les performances des centres de données dans le temps. La PUE estime la quantité d'énergie utilisée pour le refroidissement, l'éclairage et d'autres fonctions non informatiques.

- 
- › **La performance carbone (CUE) et l'efficacité dans l'utilisation de l'eau (WUE) :** La CUE et la WUE sont des mesures qui servent à évaluer l'empreinte carbone des centres de données et les niveaux de consommation d'eau respectivement. Ces mesures sont essentielles pour comprendre les répercussions environnementales de l'exploitation des centres de données, en particulier dans les régions où la rareté de l'eau et les émissions de carbone sont préoccupantes.
 - › **Surveillance des systèmes de refroidissement :** Le système de refroidissement est l'un des composants les plus énergivores d'un centre de données, et son efficacité peut avoir un effet significatif sur la consommation globale d'énergie. Pour garantir des performances optimales, il est recommandé de surveiller en permanence les systèmes de refroidissement à l'aide de technologies. Parmi les options de surveillance, on trouve :
 - › Capteurs de température et d'humidité en temps réel : Ces capteurs peuvent être installés dans l'ensemble du centre de données pour fournir un retour d'information continue sur les conditions environnementales. Les données peuvent être utilisées pour ajuster les stratégies de refroidissement en temps réel, garantissant ainsi que le système de CVCA n'est ni surchargé ni sous-performant.
 - › Systèmes de contrôle intelligents : La mise en œuvre de systèmes de contrôle intelligents, tels que ceux qui utilisent des algorithmes d'apprentissage automatique, permet d'optimiser le refroidissement en fonction des charges réelles et des conditions environnementales. Ces systèmes ajustent dynamiquement le débit d'air, la température et les niveaux d'humidité, ce qui permet de réaliser d'importantes économies d'énergie.
 - › Imagerie thermique et modélisation de la mécanique des fluides numérique (MFN) : L'imagerie thermique régulière et la modélisation de la MFN permettent de déterminer les points chauds et les inefficacités dans la distribution du flux d'air. Ces outils permettent d'ajuster la disposition et le fonctionnement des systèmes de refroidissement, garantissant ainsi un refroidissement homogène de tous les équipements.
 - › Intégration des variateurs de vitesse dans les ventilateurs et les pompes : L'intégration de variateurs de vitesse dans les ventilateurs et les pompes permet au système de refroidissement d'ajuster sa puissance en fonction de la demande en temps réel, en adaptant la puissance de refroidissement aux besoins exacts du centre de données.

Enfin, bien que cela ne fasse pas partie des pratiques recommandées, les parties prenantes devraient envisager de collaborer avec d'autres organisations et parties prenantes afin de promouvoir les réussites, d'apprendre des autres et d'aider à faire progresser les connaissances en efficacité énergétique du secteur. Il est probable qu'en raison de la rapidité des progrès réalisés dans le secteur, certaines bonnes pratiques soient encore en cours de développement et ne soient pas encore mises en évidence ou partagées dans une quelconque documentation écrite.

2 Utilisateurs de colocation de centres de données

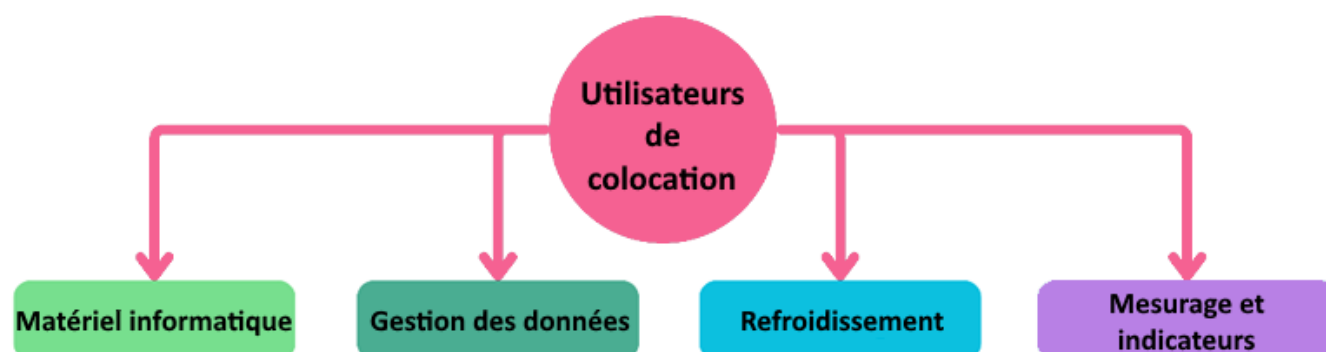
2.1 Aperçu des utilisateurs de colocation de centres de données

Les informations contenues dans cette section s'adressent aux utilisateurs de colocation de centres de données, c'est-à-dire aux clients qui installent et gèrent leur propre matériel et leurs propres services informatiques dans les centres de données. Ces clients contrôlent le matériel, la gestion des données et certaines mesures de refroidissement. En outre, des mesures peuvent être prises par ceux-ci pour garantir la bonne performance de l'équipement.

Dans certains cas, des organisations passent de la possession de leur propre infrastructure informatique à des services informatiques gérés et à la colocation, en particulier à l'informatique en nuage sécurisée avec des fournisseurs à grande échelle. Pour ces clients, le principal domaine d'amélioration est la manière dont ils gèrent leurs données.

On peut s'attendre à ce qu'une ou plusieurs des pratiques énumérées ci-dessous aient été adoptées par certains utilisateurs de colocation de centres de données. Cependant, l'adoption des bonnes pratiques étant l'un des aspects les moins connus du marché canadien des centres de données, les pratiques présentées ici sont celles qui seront les plus significatives en matière d'améliorations opérationnelles.

Figure 19 : Bonnes pratiques pour les utilisateurs de colocation de centres de données



2.2 Démarrage rapide et actions spécifiques à une catégorie

Les trois points ci-dessous présentent des mesures qui peuvent être mises en œuvre rapidement. Elles sont considérées comme les actions les plus efficaces à prendre par les utilisateurs de colocation de centres de données.

- › Installer des compteurs de consommation d'énergie pour les équipements de la TI;
- › Mettre en œuvre un plan global de gestion de l'environnement, de l'énergie et/ou des actifs;
- › Assurer la gestion des données.

2.3 Mesurage et indicateurs

2.3.1 Importance

Le mesurage dans un centre de données fait référence à la surveillance et à la mesure systématiques de la consommation d'énergie et d'autres ressources utilisées par l'équipement au sein d'une installation. Comme les utilisateurs de colocation de centre de données n'ont pas accès à tous les équipements du centre de données, le mesurage se limite principalement au matériel.

La mesure de la consommation d'énergie des équipements permet un diagnostic précis des problèmes et justifie les améliorations potentielles. Une compréhension plus détaillée des différentes mesures de performance offre des possibilités significatives de réduction de la consommation d'énergie et des coûts. Les actions spécifiques à considérer sont présentées à la Figure 20 ci-dessous.

Figure 20 : Bonnes pratiques de mesurage et indicateurs – Utilisateurs de colocation

Effectuer des rapports
périodiques sur les
indicateurs clés de
performance

Installer des
compteurs de
consommation
d'énergie pour la TI

2.3.2 Actions spécifiques et effets potentiels

Effectuer des rapports périodiques sur les indicateurs clés de performance

Il est recommandé de produire des rapports périodiques sur les ICP normalisés, tels que les valeurs d'économie d'énergie et d'utilisation des équipements informatiques, comme indiqué plus haut.

La mise en œuvre d'un système de rapports périodiques sur les indicateurs clés de performance permet de contrôler efficacement la consommation d'énergie et les incidences sur l'environnement, ce qui permet à son tour de déterminer les domaines à optimiser et de réaliser des économies potentielles tout en réduisant l'empreinte écologique.

Installer des compteurs de consommation d'énergie pour la TI

Mesurer l'énergie totale fournie aux systèmes informatiques à l'aide d'un équipement de mesure pour suivre la consommation d'énergie. L'énergie totale peut également inclure d'autres sources d'alimentation lorsque des armoires de serveurs sont alimentées par une énergie non protégée par un système d'alimentation sans coupure. Une console automatisée de rapports sur l'énergie et l'environnement peut être utilisée pour surveiller la consommation d'énergie et améliorer les capacités des systèmes informatiques.

2.4 Gestion des données

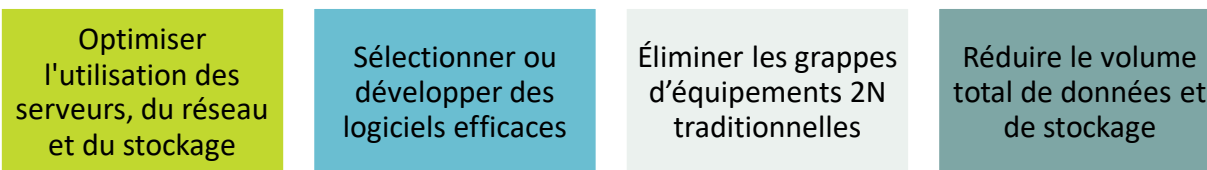
2.4.1 Importance

La gestion des données est la pratique qui consiste à collecter, organiser, protéger et stocker les données afin qu'elles puissent être traitées et utilisées de manière appropriée. La gestion des données est également une étape nécessaire pour une analyse efficace des données.



Les exigences en matière de gestion et de traitement des données peuvent varier en fonction du type d'organisation qui traite les données (par exemple, les gouvernements, les ONG, les entreprises ou les établissements d'enseignement), car chacune d'entre elles est soumise à des exigences sectorielles spécifiques. Les actions spécifiques à considérer sont présentées dans la Figure 21 ci-dessous.

Figure 21 : Bonnes pratiques pour la gestion des données – Utilisateurs de colocation



2.4.2 Actions spécifiques et effets potentiels

Optimiser l'utilisation des serveurs, du réseau et du stockage

Mesurer la proportion de la capacité totale du réseau utilisée, la capacité de stockage totale occupée et l'utilisation des processeurs. Cette mesure peut être regroupée soit globalement, soit par service/localisation. Un rapport de base peut être très instructif et devrait tenir compte de la consommation d'énergie. La définition de l'utilisation peut varier en fonction de facteurs tels que la capacité disponible et la capacité considérée comme utilisée.

La mise en œuvre de cette meilleure pratique dans un centre de données peut permettre d'optimiser l'utilisation des serveurs, du réseau et du stockage, garantissant ainsi une utilisation efficace des ressources et une réduction de la consommation d'énergie inutile. Il en résulte des économies, une amélioration des performances et une réduction des répercussions sur l'environnement.

Sélectionner ou développer des logiciels efficaces

Comme décrit précédemment, il est recommandé de faire de l'efficacité énergétique une priorité dans le processus de sélection ou de développement des logiciels. Cette pratique vise principalement à réduire la consommation d'énergie afin d'économiser de l'argent et de réduire les répercussions sur l'environnement.

Éliminer les grappes d'équipements 2N traditionnelles

L'élimination des grappes d'équipements 2N traditionnelles implique le remplacement des grappes matérielles de serveurs actifs/passifs par des approches de récupération plus rapides, comme décrit dans la sous-section 1.6 ci-dessus.

En adoptant cette stratégie, les organisations rationalisent leur infrastructure, réduisant ainsi la redondance et améliorant l'utilisation des ressources.

Réduire le volume total de données et de stockage

Les organisations devraient mettre en œuvre de solides politiques d'identification et de gestion des données visant à minimiser à la fois le volume total de données stockées et le nombre de copies de données, comme décrit dans la sous-section 1.6 ci-dessus.

Cette pratique permet de minimiser les frais généraux de stockage et d'améliorer l'utilisation des ressources, contribuant ainsi à un environnement de stockage plus durable et plus rentable.

2.5 Matériel informatique

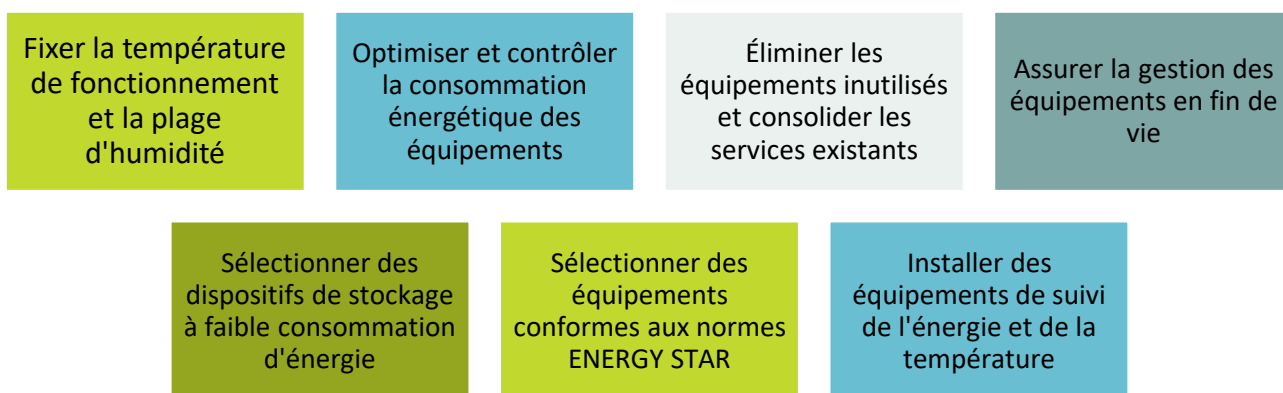
2.5.1 Importance

Dans un centre de données, le matériel informatique désigne les composants physiques qui constituent l'infrastructure nécessaire au stockage, au traitement et à la transmission des données. Les clients d'un centre de données de colocation qui sont libres de choisir certains équipements tels que les serveurs et les dispositifs de stockage doivent s'assurer qu'ils respectent les bonnes pratiques.

Lors du choix de l'équipement et de son fonctionnement, il est important de donner la priorité à la réduction de la consommation d'énergie. En outre, le cycle de vie complet de l'équipement doit être pris en considération. Les matériaux utilisés dans la conception, la fin de vie de l'équipement, et les méthodes d'élimination sont autant d'éléments qui affectent la consommation totale d'énergie de l'équipement, en plus des émissions de gaz à effet de serre. Les émissions émises en dehors de l'exploitation de l'équipement, c'est-à-dire les étapes du cycle de vie avant et après l'installation de l'équipement dans un centre de données, sont connues sous le nom d'émissions de portée 3. Ces émissions peuvent souvent dépasser celles de la phase d'utilisation proprement dite et ne doivent donc pas être négligées.

Faire un choix éclairé de l'équipement est important pour réduire non seulement la consommation d'énergie de l'équipement, mais aussi les émissions de portée 3. Des actions spécifiques à considérer sont décrites à la Figure 22 ci-dessous.

Figure 22 : Bonnes pratiques pour le matériel informatique – Utilisateurs de colocation



2.5.2 Actions spécifiques et effets potentiels

Fixer la température de fonctionnement et la plage d'humidité

Acheter des équipements capables de fonctionner dans les limites de la classe A2 de l'ASHRAE. Si cela n'est pas envisageable, il est possible d'acheter des équipements qui fonctionnent au minimum dans la classe A1 de l'ASHRAE. En outre, il convient de considérer des équipements fonctionnant dans une gamme plus large de niveaux de température et d'humidité d'admission, tels que définis dans la classe A4 de l'ASHRAE (qui est globalement équivalente à la classe 3.1 de l'ETSI EN 300 019-1-3).

En respectant les plages de température et d'humidité de fonctionnement, il est possible d'obtenir des performances optimales de l'équipement. En outre, les équipements qui fonctionnent dans une gamme plus large de températures d'entrée et de niveaux d'humidité tels que définis dans la classe A4 de l'ASHRAE permettent une plus grande flexibilité dans des conditions environnementales variables.

Gérer et contrôler la consommation énergétique des équipements

Au fur et à mesure que le matériel est déployé, modifier le processus de déploiement pour inclure l'activation des fonctions de gestion de l'énergie, comme décrit dans la sous-section 1.5 ci-dessus.

Le choix d'équipements dotés de fonctions intégrées de contrôle de l'énergie facilite la gestion externe de la consommation d'énergie.

Éliminer les équipements inutilisés et consolider les services existants

Il est recommandé de retirer et de mettre hors service tous les équipements inutiles tout en examinant régulièrement les équipements installés pour s'assurer qu'ils sont toujours nécessaires, comme décrit dans la sous-section 1.5 ci-dessus.

Cette pratique présente des avantages considérables, notamment des économies liées à la réduction de l'achat, de l'entretien et de la consommation d'énergie des équipements.

Assurer la gestion des équipements en fin de vie

Les équipements retirés doivent être éliminés conformément aux principes de l'économie circulaire afin de minimiser les répercussions sur l'environnement et de maximiser leur utilité. Dans le cadre du processus décisionnel, les équipements inutilisés doivent être évalués en priorité afin de déterminer s'ils peuvent être réutilisés, vendus ou recyclés. Les possibilités de réutilisation interne ou externe de l'équipement doivent ensuite être étudiées. Si l'équipement ne peut pas être réutilisé, veiller à ce qu'il soit recyclé correctement. Finalement, rechercher des centres de recyclage certifiés disposant des installations nécessaires pour traiter les composants électroniques en toute sécurité.

La gestion responsable des équipements en fin de vie favorise l'économie circulaire en permettant la réutilisation et le recyclage des ressources matérielles. Cette approche contribue également à réduire les émissions de portée 3 en minimisant les déchets électroniques et en encourageant l'utilisation durable des équipements.



Sélectionner des dispositifs de stockage à faible consommation d'énergie

Il est essentiel de donner la priorité aux dispositifs de stockage à faible consommation d'énergie qui englobent des facteurs tels que les performances atteintes, le volume de stockage par watt, les niveaux de protection des données, la disponibilité et la capacité de récupération, comme décrit dans la sous-section 1.5 ci-dessus.

Donner la priorité au matériel de stockage à faible consommation d'énergie permet de réduire les coûts opérationnels, de minimiser les répercussions sur l'environnement et de garantir l'alignement sur les exigences de performance et de protection des données, améliorant ainsi la durabilité globale et l'optimisation des ressources.

Sélectionner des équipements conformes aux normes ENERGY STAR

Le choix des équipements informatiques dans les centres de données doit être aussi efficace que possible sur le plan énergétique, en se référant aux programmes ENERGY STAR, comme décrit dans la sous-section 1.10 ci-dessus.

En donnant la priorité à l'efficacité énergétique dans la sélection de tous les équipements des centres de données, les opérateurs de centres de données minimisent la consommation d'énergie et maximisent l'utilisation des ressources.

Installer des équipements de suivi de l'énergie et de la température

Il est recommandé de choisir un équipement doté de capacités de mesure locale directe de la consommation d'énergie et d'indication de la température, comme décrit dans la sous-section 1.10 ci-dessus.

L'objectif de cette pratique est d'assurer la surveillance énergétique et environnementale des centres de données dans l'ensemble de l'infrastructure, avec des niveaux de granularité croissants.

2.6 Refroidissement

2.6.1 Importance

Il est essentiel d'évacuer la chaleur produite par les équipements informatiques des centres de données et de la transférer ailleurs, car les températures et les niveaux d'humidité élevés peuvent endommager les équipements informatiques et provoquer des pannes.

En général, l'évacuation de la chaleur pour le refroidissement du centre de données fait référence à l'équipement, aux outils, aux systèmes, aux techniques et aux processus qui fonctionnent ensemble pour maintenir des températures et des niveaux d'humidité idéaux dans une installation. Pour les utilisateurs de colocation de centres de données, les systèmes de refroidissement sont normalement contrôlés par l'opérateur du centre de données, de sorte que seules certaines pratiques concernant l'équipement informatique peuvent optimiser le refroidissement. Des actions spécifiques à considérer sont décrites à la Figure 23 ci-dessous.

Figure 23 : Bonnes pratiques de refroidissement – Utilisateurs de colocation

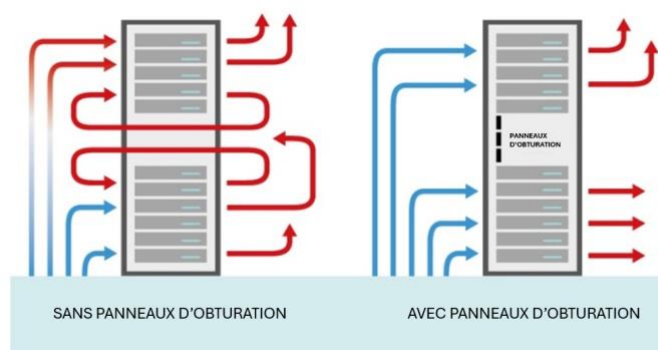


2.6.2 Actions spécifiques et effets potentiels

Gestion des flux d'air dans l'armoire - Plaques d'obturation et autres ouvertures

L'installation de plaques ou de panneaux d'obturation pour couvrir les ouvertures sur les baies où il n'y a pas d'équipement ainsi que d'autres espaces d'air réduit le volume d'air chaud qui recircule à travers les espaces dans les armoires de serveurs, comme décrit dans la sous-section 1.8 ci-dessus.

Figure 24 : Exemple de plaques d'obturation



Source : WWW.STULZ.DE

Assurer une ventilation adéquate sur les portes des armoires

Les armoires des équipements de technologie de l'information dotées de portes pleines devraient être remplacées par des portes perforées afin de garantir une circulation adéquate de l'air de refroidissement, comme décrit précédemment.

2.7 Résumé et recommandations

Comme indiqué précédemment, les propriétaires, les opérateurs et les utilisateurs de services de centres de données peuvent adopter de nombreuses bonnes pratiques présentées ici afin d'accroître leur efficacité globale et de faciliter la gestion des coûts. Ce faisant, ils seront plus compétitifs sur le plan financier et mieux préparés aux incertitudes et à d'éventuelles nouvelles réglementations, ce qui réduira les risques futurs.

Bien qu'il n'y ait pas encore d'indication sur d'autres actions gouvernementales concernant les centres de données au Canada, il est clair que l'énergie et les coûts des services augmentent avec les progrès économiques. Par conséquent, les utilisateurs de services de centres de données peuvent gérer les coûts et se préparer aux incertitudes en adoptant un grand nombre de bonnes pratiques décrites dans le présent document. Cela encouragera également leurs fournisseurs à accroître leur compétitivité, à optimiser leurs activités et donc à réduire les risques futurs pour les utilisateurs et les opérateurs de centre de données.

Depuis 2024, de nombreux gouvernements affinent leur approche pour relever les défis des engagements de réduction des émissions et répondre à la demande croissante d'énergie des centres de données. Il convient de noter que les centres de données situés dans l'UE et dont la demande de puissance informatique installée est d'au moins 500 kW sont tenus de rendre compte à la base de données de l'UE au 15 septembre 2024, comme l'exige la directive européenne sur l'efficacité énergétique. La section 1.11 et l'Annexe III contiennent de plus amples informations sur ces exigences et les paramètres de mesure utilisés. Il est recommandé aux utilisateurs de colocation de centres de données de mettre en place des mesures et d'examiner les différents aspects de leurs activités à l'aide des outils suggérés ici, en utilisant les indicateurs appropriés en fonction de leurs besoins et de la capacité disponible. Ils peuvent également travailler avec leurs fournisseurs de services pour comprendre leurs pratiques et leurs incidences sur l'environnement. Ce faisant, les utilisateurs de colocation de centre de données peuvent mettre en évidence des domaines d'excellence et d'autres qui requièrent une attention particulière.

Une autre étape clé recommandée aux utilisateurs de colocation de centre de données est d'inclure tous les décideurs concernés et de consulter des experts pour aider à déterminer, sélectionner et mettre en œuvre les pratiques qui peuvent être rentables à court et à long terme. Les parties prenantes devraient également envisager de collaborer avec d'autres organisations afin d'apprendre, de promouvoir et de partager les succès et les leçons tirées de l'expérience.



ANNEXE I

Bibliographie

AFCOM, 2018, State of the Data Centre Survey.

Airatwork, 2024. <https://airatwork.com/wp-content/uploads/The-Green-Grid-White-Paper-35-WUE-Usage-Guidelines.pdf>

Amazon Cloud Services, 2024. <https://aws.amazon.com/what-is/virtualization/#:~:text=Virtualization%20is%20technology%20that%20you,on%20a%20single%20physical%20machine.>

Andreja Velimirovic, 2021, "Data Centre Tiers Explained" : <https://phoenixnap.com/blog/data-centre-tiers-classification>.

Best Canada Energy, 2024. <https://bestcanada.energy>.

Bill Kosik, 2020, "What ASHRAE 90.4 does for data centre energy efficiency" : <https://www.csemag.com/articles/what-ashrae-90-4-does-for-data-centre-energy-efficiency/>.

Canadian Standards Association C510 (under development) Energy Efficiency Performance (Benchmark Energy Factor) of Data Communication Centres.

Cisco, 2020, Annual Internet Report : 2018-2023.

Consortium for Energy Efficiency, 2007, Data Centres & Servers Initiative Description.

Cushman & Wakefield, Data Centre Reports : Americas Second-Half 2020.

Cushman & Wakefield, Global Data Centre Market Report, 2020.

Data Centre Frontier, "Soaring Bitcoin Price Boosts Fortunes of Cryptocurrency Mining Firms" : <https://datacentrefrontier.com/soaring-bitcoin-price-boosts-fortunes-of-cryptocurrency-mining-firms/>.

Dave Meadows, 2020, "ASHRAE Standards for Efficient Data Centre Design" : <https://blog.stulz-usa.com/ashrae-regulations-data-centres#:~:text=In%20place%20of%20PUE%2C%20ASHRAE,electrical%20distribution%20system%20efficiencies%20separately.>

Dayarathna et Wen, 2016, Data Centre Energy Consumption Modeling : A Survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials.

ENERGY STAR Portfolio Manager Glossary : <https://portfoliomanager.energystar.gov/pm/glossary>.

ENERGY STAR, 2018, Portfolio Manager Technical Reference : Data Centre Estimates in the United States and Canada.

Engineering News Record, "Bitcoin Mining Helps Boost a Growing Data Centre Market", novembre 2020 : <https://www.enr.com/articles/50762-bitcoin-mining-helps-boost-a-growing-data-centre-market>.

European Code of Conduct for Energy Efficiency in Data Centres. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/energy-efficiency/energy-efficiency-products/code-conduct-ict/european-code-conduct-energy-efficiency-data-centres_en.



FS USA, 2024. https://www.fs.com/technical_documents.html

Green Horizon, 2024. [Green Horizonhttps://greenhorizon.no/glossary/cooling-efficiency-ratio-cer/#:~:text=Cooling%20Efficiency%20Ratio%20\(CER\)%20is,consumption%20of%20the%20cooling%20system](https://greenhorizon.no/glossary/cooling-efficiency-ratio-cer/#:~:text=Cooling%20Efficiency%20Ratio%20(CER)%20is,consumption%20of%20the%20cooling%20system)

Hydro-Québec, 2020, État d'Avancement 2020 du Plan d'Approvisionnement 2020-2029.

Hydro-Québec, 2020, "Secteur québécois des chaînes de blocs" : <https://www.hydroquebec.com/chaines-de-blocs/> .

Independent Electric System Operator, 2019, Achievable Potential Study.

International Energy Agency (IEA). 2024 <https://www.iea.org/energy-system/buildings/data-centres-and-data-transmission-networks>.

JLL Research Report: Data Centre Outlook : H1 2018.

MSP Corporation, 2024. Best Practice for Data Protection and Compliance in Canada. <https://www.mspcorp.ca/best-practices-for-data-protection-and-compliance-in-canada/>

Mark Blackburn, 2010, "WP# 34 - THE GREEN GRID DATA CENTRE COMPUTE EFFICIENCY METRIC : DCCE" : <https://www.thegreengrid.org/en/resources/library-and-tools/240-WP>.

Navius Research, 2024. https://www.naviusresearch.com/canada_energy_dashboard/

Natural Resources Canada, 2015, 2021, 2023. Canadian Market Analysis for Servers and Data Centres.

New York State Research and Development Authority, 2015, New York State Data Centre Market Characterization.

Rack Solutions. <https://www.racksolutions.com/news/tag/products/>

Shehabi et al., 2016, United States Data Centre Energy Usage Report.

Tchudi et al., 2003, High Performance Data Centres – A Research Roadmap.

Tschudi et al., 2010, "ERE : A Metric for Measuring the Benefit of Reuse Energy from a Data Centre", The Green Grid : <https://fhi.nl/app/uploads/sites/30/2014/04/4.InstallectGreenGridWhitepaper29ERE.pdf>.

Tschudi et al., 2003, High Performance Data Centres – A Research Roadmap.

US DOE Lawrence Berkeley National Laboratory, 2024. <https://datacenters.lbl.gov/resources/ere-metric-measuring-benefit-reuse>

US EPA, 2007, Report to Congress on Server and Data Centre Energy Efficiency.

US Green Building Council, 2024. <https://www.usgbc.org/leed>

ANNEXE II

Analyse comparative préliminaire du refroidissement et de la densité de puissance des centres de données canadiens

En 2021, le consensus entre les sources publiées et les experts interrogés dans le cadre de l'étude d'évaluation du marché de RNCan indique que l'équipement de TI représente généralement entre 65 % et 85 % de la consommation totale d'électricité des centres de données, et que l'équipement de refroidissement représente entre 15 % et 25 % de la consommation totale d'électricité des centres de données. Cette étude de RNCan a également révélé que la plupart des centres de données canadiens étaient refroidis par air à l'aide d'un système de refroidissement périmétrique CSI/CRAH ou d'un système de refroidissement distribué à couplage étroit. Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques des systèmes de refroidissement en fonction de la DP des centres de données en 2021. Ce repère préliminaire de densité de puissance peut être utilisé par les installations pour comparer leur propre densité de puissance à celle d'autres centres de données exploités au Canada.

Tableau 2 : Caractéristiques des systèmes de refroidissement par densité de puissance (2021)

Densité de puissance	kW/m ²	Caractéristiques du système mécanique
Moyenne	< 2,15	CSI/CRAH
Haute	2,15 – 5,4	Refroidissement distribué en circuit fermé
Extrême	> 5,4	Refroidissement distribué en circuit fermé



ANNEXE III

Directive européenne sur l'efficacité énergétique et exigences relatives aux centres de données

Les opérateurs de centres de données de l'UE dont la puissance installée est d'au moins 500 kW doivent soumettre un rapport à la base de données européenne au 15 septembre 2024. Les rapports seront soumis directement à la **future base de données européenne ou à leur plateforme nationale** (si leur pays l'exige).

Calendrier de l'EED pour les centres de données de l'UE

- › **Mai 2024 – Publication du règlement délégué.** Le règlement délégué établit le système d'établissement de rapports et énumère les points de données à collecter et les indicateurs clés de performance associés. En outre, le règlement délégué établit légalement la base de données européenne qui collectera les informations et en publiera certaines à deux échelles d'agrégation : l'échelle de l'UE et l'échelle des pays. Le règlement délégué est entré en vigueur 20 jours après sa publication (6 juin 2024).
- › **Septembre 2024 – Rapports.** Depuis septembre 2024, d'ici mai 2025 et chaque année par la suite, les opérateurs de centres de données devront communiquer à la base de données européenne les informations et les indicateurs clés de performance concernant le centre de données qu'ils exploitent.
- › **À venir :**
 - › **Transposition de l'EED en droit national.** La EED doit être transposée dans le système juridique national des États membres au moyen des instruments juridiques de leur choix. Lors de la transposition de l'EED, les États membres peuvent également modifier certains aspects du système de déclaration, comme ajouter de nouveaux points de données, élargir le champ d'application des entités déclarantes ou la mettre en place leur propre plateforme nationale de déclaration, par exemple.
 - › **Les données soumises** seront publiées de manière agrégée dans l'UE et les États membres, et seront évaluées en 2025. À l'issue de cette évaluation, la Commission européenne pourra proposer d'autres mesures visant à améliorer le développement durable de l'industrie, telles que des normes de performance minimales ou un système d'étiquetage.

Soutien à la mise en œuvre des centres de données:

La Commission européenne a publié des rapports de tâches (A, B, C) dans le cadre du règlement pour soutenir la mise en œuvre des centres de données :

- › [Rapport de la tâche A – Options pour un système de déclaration pour les centres de données](#) (octobre 2023). Le rapport fournit une vue d'ensemble des centres de données et présente les options pour les exigences de déclaration. L'objectif de ce rapport est de fournir une compréhension de base de la situation actuelle de la consommation d'énergie des centres de données.
- › [Rapport de la tâche B – Systèmes d'étiquetage et de normes de performance minimales pour les centres de données](#) (décembre 2023). Ce rapport se concentre sur le « développement de mesures d'efficacité énergétique » et les bonnes pratiques. Le rapport présente et évalue les mesures et technologies provisoires qui peuvent améliorer l'efficacité énergétique dans les centres de données, y compris les recommandations sur les technologies économes en énergie, les améliorations de la conception, et les pratiques opérationnelles qui peuvent aider à réduire l'empreinte énergétique des centres de données.

- 
- › [Rapport de la tâche C – Référentiel de l'UE pour l'obligation de déclaration des centres de données](#) (décembre 2023). Ce rapport comprend les « stratégies d'évaluation et de mise en œuvre » des mesures proposées dans le rapport de la tâche B. Il comprend des lignes directrices et des cadres détaillés pour la mise en œuvre des exigences en matière de déclaration (c'est-à-dire les grandes lignes/le modèle des données d'entrée sur la plateforme qui sera utilisée par les centres de données).

Autres ressources

- › Les opérateurs de centres de données peuvent mettre en œuvre des outils d'efficacité informatique tels que le DCIM (*Data Centre Infrastructure Monitoring*) qui surveille et optimise les performances de leurs équipements informatiques. Le DCIM peut agréger et rendre compte de la PUE, de la consommation totale d'énergie avec des ventilations par sous-systèmes et même des émissions de carbone. Les opérateurs de centre de données pourront définir des valeurs de référence et commencer à obtenir des rapports qu'ils pourront utiliser pour visualiser les inefficacités, la consommation d'énergie inutile et améliorer l'efficacité globale du système. Voir la Directive sur l'efficacité énergétique (europa.eu).

L'EED pour les bâtiments à usage mixte

Le rapport sur l'EED s'applique également aux bâtiments à usage mixte – les exigences en matière de rapport ne s'appliquent qu'à la section centre de données du bâtiment. Les bâtiments doivent se conformer aux exigences de déclaration en procédant comme suit :

- › **Comptage et allocation séparés** : Les bâtiments à usage mixte devraient idéalement disposer de compteurs séparés pour les différentes fonctions ou secteurs du bâtiment (par exemple, les zones résidentielles, commerciales et les centres de données). Les centres de données, qui sont généralement de gros consommateurs d'énergie, devraient faire l'objet d'un suivi de leur consommation d'énergie distinct de celui des autres utilisations du bâtiment.
- › **Systèmes de rapports intégrés** : Pour faciliter la mise en conformité, de nombreux bâtiments adoptent des systèmes intégrés de gestion de l'énergie qui permettent d'établir des rapports détaillés et précis sur la consommation d'énergie pour les différentes fonctions du bâtiment (par exemple, l'outil DCIM).

Exemptions

L'indicateur clé de performance sur l'énergie et le développement durable :

- › Pour la première période de déclaration, si un opérateur de centre de données n'est pas en mesure de suivre et de rassembler un ou plusieurs des indicateurs clés de performance visés à l'annexe II, points 1 d), 1 e), 1 h) à l) et 1 o) à r), pour des raisons techniques, il peut omettre cette information et fournir une explication des raisons de cette omission.

L'indicateur clé de performance sur l'équipement des capacités TI :

- › La capacité TI des serveurs/équipements de stockage est déclarée, au minimum, pour tous les nouveaux services/appareils installés dans le centre de données déclarant après l'entrée en vigueur du présent règlement délégué.
- › §2 : De même, comme la première année, seuls les équipements installés après l'entrée en vigueur du règlement délégué (Q2 2024, tbc) doivent être déclarés. Par conséquent, seul le second semestre de l'année 2024 est couvert.

- 
- › ART. 3.2 DA : Pour les deux premières périodes de déclaration, si un opérateur de centre de données de colocation n'est pas en mesure de surveiller et de recueillir les données nécessaires pour suffisamment calculer les indicateurs clés de performance visés aux points 2 a) et 2 b) de l'annexe II, il estime et indique le pourcentage de la surface de la salle informatique du centre de données que couvrent les informations communiquées à la base de données européenne.

Centres de données de colocation:

- › Il est particulièrement difficile pour les opérateurs de centres de données de colocation de rendre compte de la capacité des TI et du trafic de données, car ils ne disposent pas de ces informations. Pour ces deux catégories, le **règlement délégué prévoit que les opérateurs de centres de données de colocation peuvent mettre en place un mécanisme de rapport interne anonyme**, afin de recueillir des données auprès de leurs clients.

Références

- 1) [The EU Energy Efficiency Directive and its impact on CIOs, data centre owners and operators \(en anglais\)](#)
- 2) [Energy Efficiency Directive \(en anglais\)](#)
- 3) [Centres de données en Europe – système de déclaration](#)
- 4) [Commission adopts EU-wide scheme for rating sustainability of data centres \(en anglais\)](#)

ANNEXE IV

Définition du centre de données

Le tableau ci-dessous fournit des définitions du terme « centre de données » provenant d'une série d'autorités et d'institutions de recherche. Il existe un consensus dans la littérature concernant la finalité des centres de données et des équipements informatiques connexes. En outre, plusieurs sources publiées depuis 2015 ne considèrent pas comme des centres de données les espaces qui comprennent des équipements informatiques, mais qui n'ont pas été conçus ou équipés principalement pour le traitement, le stockage et la communication des données, comme la plupart des armoires et des salles de serveurs dans des types d'espaces plus vastes.

Définition	
US EPA, Report to Congress on Server and Data Centre Energy Efficiency (Rapport au Congrès sur l'efficacité énergétique des serveurs et des centres de données), 2007	« Un centre de données contient principalement des équipements électroniques utilisés pour le traitement des données (serveurs), le stockage des données (équipements de stockage) et les communications (équipements de réseau). Collectivement, ces équipements traitent, stockent et transmettent des informations numériques et sont connus sous le nom d'équipements de technologie de l'information (TI). Les centres de données contiennent aussi généralement des équipements spécialisés de conversion et de sauvegarde de l'énergie pour maintenir une alimentation fiable et de haute qualité, ainsi que des équipements de contrôle de l'environnement pour maintenir une température et une humidité adéquates pour l'équipement informatique. »
Telecommunications Industry Association, Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centres, 2005.	« Centre de données : un bâtiment ou une partie d'un bâtiment dont la fonction principale est d'abriter une salle informatique et ses zones de soutien. »
Lawrence Berkeley National Laboratory, High Performance Data Centres – A Research Roadmap, 2003	« ... nous utilisons généralement le terme centre de données pour désigner une installation qui contient des équipements concentrés pour remplir une ou plusieurs des fonctions suivantes : stocker, gérer, traiter et échanger des données et des informations numériques. Nous ne considérons pas comme centres de données les espaces qui abritent principalement des ordinateurs de bureau, y compris des postes de travail individuels, des serveurs associés à des postes de travail ou de petites salles de serveurs. »
Commission européenne, Code de conduite des centres de données, version 0.7, 2008	Le terme « centres de données » englobe tous les bâtiments, installations, bureaux et pièces qui contiennent des serveurs d'entreprise, des équipements de communication entre serveurs, des équipements de refroidissement et des équipements électriques, et qui fournissent une forme ou une autre de service de données (par exemple, des installations critiques à grande échelle jusqu'à de petites salles de serveurs situées dans des immeubles de bureaux).

Définition

Glossaire du gestionnaire de portefeuille
ENERGY STAR

Le terme « centre de données » désigne les bâtiments spécifiquement conçus et équipés pour répondre aux besoins d'équipements informatiques à haute densité, tels que les baies de serveurs, utilisés pour le stockage et le traitement des données. De façon générale, ces installations nécessitent des alimentations électriques sans interruption et des systèmes de refroidissement dédiés. Les fonctions des centres de données peuvent inclure des services d'entreprise traditionnels, des services d'entreprise à la demande, des calculs à haute performance, des installations Internet et/ou des installations d'hébergement.

Les centres de données sont souvent des centres informatiques autonomes et critiques. Lorsqu'un centre de données est situé dans un bâtiment plus grand, il dispose généralement de ses propres systèmes d'alimentation et de refroidissement et nécessite une puissance constante de 75 kW ou plus. Le centre de données est destiné à des fonctions informatiques et de serveurs sophistiquées; il ne doit pas être utilisé pour représenter une armoire de serveurs ou une zone de formation informatique.

Association canadienne de normalisation,
norme C510 (en cours de préparation)
Performance énergétique des centres de
communication de données, 2020

« Les centres de données entrant dans le champ d'application de cette norme comprennent les centres de données dont la charge informatique minimale est de 100 kW et qui sont généralement utilisés dans les entreprises, les administrations, les institutions (hôpitaux et universités) et d'autres installations où l'organisation a une influence sur l'équipement et un intérêt direct dans la consommation d'énergie du centre de données. Il peut s'agir de centres de données gérés par des tiers lorsque les conditions susmentionnées sont remplies ».



2475, boul. Laurier, bureau 250
Québec, QC G1T 1C4 Canada
Téléphone : 418-692-2592 | Télécopieur : 418-692-4899

econoler.com

