

Livre blanc

Indicateurs fondamentaux de la durabilité des centres de données

Alors que la transformation numérique continue d'accélérer à travers le monde, la demande croissante en centres de données conduit inévitablement à une augmentation de la consommation d'énergie, des émissions de carbone et de l'utilisation de l'eau. Parallèlement, la sensibilisation mondiale à la durabilité est en hausse, ce qui a conduit à l'émergence de cadres réglementaires clés, tels que la Directive européenne sur l'efficacité énergétique (EEE), le Title 24 de la Californie aux États-Unis, le Schéma d'efficacité énergétique des centres de données (DCS) de Singapour, le Système national de notation de l'environnement construit (NABERS) de l'Australie et les Divulgations sur les risques climatiques de la SEC aux États-Unis. Ces directives, conçues pour gérer les impacts environnementaux, ont souligné l'importance de la durabilité dans la gestion des centres de données. Ce livre blanc explore les mesures de durabilité essentielles des centres de données telles que définies par divers organismes de réglementation, cherchant à doter les lecteurs d'une compréhension complète de la durabilité des centres de données à la lumière de ces directives internationales. Il se penche sur des métriques telles que la température Delta moyenne, l'efficacité de refroidissement, la consommation d'énergie, le coefficient d'efficacité énergétique (PUE), le total des émissions de CO₂, le coefficient d'utilisation du carbone (CUE), l'utilisation des serveurs, et le coefficient d'efficacité de l'utilisation de l'eau (WUE). En comprenant et en appliquant ces mesures, les centres de données peuvent optimiser leurs performances tout en réduisant leur impact environnemental de manière efficace et conforme.



Nlyte Software fait partie de Carrier Global Corporation, le principal fournisseur mondial de solutions pour des bâtiments sains, sûrs, durables et intelligents, ainsi que de solutions pour la chaîne du froid.

©2023 Carrier. Tous droits réservés. Toutes les marques commerciales utilisées ici sont la propriété de leurs propriétaires respectifs.

Table des matières

Introduction	3
Température Delta Moyenne.....	3
Efficacité du refroidissement.....	4
Consommation d'énergie	5
Efficacité énergétique (PUE).....	8
Total des Émissions de CO ₂	9
Efficacité de l'utilisation du carbone (CUE).....	11
Interprétation du CUE	12
Utilisation des serveurs	12
Efficacité de la consommation d'eau (WUE)	13
Comment Calculer l'EUE ?.....	14
Résumé.....	14
Réglementations Référencées Concernant la Durabilité des Centres de Données	17
Directive européenne relative à l'efficacité énergétique (DEE).....	17
Divulgaration des Risques Climatiques de la SEC aux États-Unis	18
Titre 24 de Californie aux États-Unis	19
Schéma d'Efficacité Énergétique des Centres de Données de Singapour (DCS).....	20
Système National de Notation de l'Environnement Construit (NABERS) de l'Australie.....	21
L'Association Green Grid	23
Sources Citées	25
Tableau des sigles et acronymes	26

Introduction

Dans le paysage en évolution de la gestion des centres de données, un accent de plus en plus grand est mis sur l'intersection entre la durabilité et la conformité aux réglementations gouvernementales. Alors que le rythme de la transformation numérique continue d'accélérer, il alimente une demande croissante en centres de données, entraînant une consommation accrue d'énergie, des émissions de carbone plus élevées et une utilisation accrue de l'eau. Cependant, face à ces défis, diverses directives gouvernementales à travers le monde, telles que la Directive sur l'efficacité énergétique de l'UE (DEE), le Title 24 de Californie aux États-Unis, le Schéma d'efficacité énergétique des centres de données de Singapour (DCS), le Système national de notation de l'environnement construit de l'Australie (NABERS) et les Divulgations sur les risques climatiques de la SEC aux États-Unis, sont devenues des cadres réglementaires clés conçus pour gérer ces impacts environnementaux.

Le respect de ces réglementations est bien plus qu'une simple question de conformité : cela présente une opportunité d'élever la durabilité des centres de données à de nouveaux sommets. Ce livre blanc offre un aperçu complet de ces mesures cruciales provenant de divers organismes de réglementation, visant à doter le lecteur d'une compréhension solide de la durabilité des centres de données dans le contexte de ces directives internationales. Les informations fournies ici aideront non seulement à optimiser les performances, mais également à réduire l'impact environnemental de manière conforme et efficace.

Température Delta Moyenne

La température delta moyenne (ΔT) est la différence de température entre deux capteurs, qui varie en fonction de la position, notamment de la position verticale, et du temps. À mesure que l'équipement informatique consomme de l'énergie, cette énergie en kilowatts (kW) est convertie en chaleur, absorbée dans le flux d'air ambiant. Comprendre la ΔT moyenne sur les dispositifs de refroidissement critiques est essentiel pour comprendre l'efficacité de l'infrastructure de refroidissement actuelle et de la configuration du flux d'air.

La mesure de la température delta moyenne (ΔT) revêt une importance cruciale pour la durabilité des centres de données pour plusieurs raisons :

1. **Efficacité Énergétique** : En surveillant la différence de température entre l'entrée et la sortie de l'équipement informatique, vous pouvez évaluer l'efficacité du refroidissement de cet équipement. Une ΔT élevée des valeurs indiquant un échange de chaleur efficace et un refroidissement efficace, ce qui a un impact direct sur l'efficacité énergétique. Lorsque le refroidissement est optimisé, les centres de données consomment moins d'énergie, rendant les

Livre blanc : Indicateurs fondamentaux de la durabilité des centres de données opérations plus durables.

2. Performance Thermique : ΔT aide à identifier les points chauds potentiels au sein du centre de données. Les points chauds peuvent entraîner des défaillances d'équipement, ce qui impacte non seulement le temps de disponibilité et les performances, mais peut également entraîner une utilisation excessive d'énergie si les systèmes de refroidissement sont augmentés en réponse. En identifiant et en traitant les points chauds, les centres de données peuvent améliorer leur performance thermique globale, ce qui favorise la durabilité accrue.
3. Gestion de l'Infrastructure de Refroidissement : Comprendre la ΔT moyenne sur les dispositifs de refroidissement critiques peut fournir des informations sur l'efficacité actuelle de l'infrastructure de refroidissement. Si la ΔT est inférieure à la spécification de conception, cela pourrait suggérer que les unités de refroidissement ne fonctionnent pas efficacement ou que les flux d'air sont mal configurés. La correction de ces problèmes peut entraîner des économies d'énergie significatives et une durabilité améliorée.
4. Planification de la Capacité : ΔT peut fournir des informations précieuses pour la planification de la capacité. Savoir combien de chaleur est générée et doit être dissipée peut aider à prendre des décisions sur les besoins en capacité de refroidissement et les mises à niveau de l'infrastructure. Une planification adéquate de la capacité peut éviter la sur-provision, une pratique courante qui conduit souvent au gaspillage d'énergie et à des coûts d'exploitation plus élevés.

Efficacité du refroidissement

L'Efficacité de Refroidissement évalue la quantité d'énergie nécessaire pour refroidir les ressources informatiques. Elle utilise les données de capacité de refroidissement et de puissance de refroidissement pour déterminer la quantité d'énergie nécessaire pour refroidir l'infrastructure informatique.

1. Émissions de Gaz à Effet de Serre : Plus un centre de données consomme d'énergie pour le refroidissement, plus il contribue potentiellement aux émissions de gaz à effet de serre dans l'environnement, en particulier si l'énergie provient de sources fossiles. En améliorant l'efficacité du refroidissement, un centre de données peut réduire son empreinte carbone et contribuer moins au réchauffement climatique global, renforçant ainsi ses références en matière de durabilité.
2. Utilisation de l'Eau : De nombreuses solutions de refroidissement des centres de données reposent sur l'eau pour le transfert de chaleur. Des systèmes inefficaces pourraient entraîner une

Livre blanc : Indicateurs fondamentaux de la durabilité des centres de données
consommation excessive d'eau. En améliorant l'efficacité du refroidissement, les centres de données peuvent également réduire leur consommation d'eau, contribuant ainsi à la préservation de l'eau et donc à la durabilité environnementale globale.

3. **Durée de Vie de l'Équipement** : La surchauffe peut endommager l'équipement informatique et réduire sa durée de vie, ce qui entraîne un remplacement plus fréquent et une augmentation des déchets électroniques. Les systèmes de refroidissement efficaces garantissent que l'équipement informatique fonctionne dans des plages de température optimales, prolongeant ainsi la durée de vie de l'équipement et réduisant les déchets électroniques.
4. **Performance et Fiabilité** : Un refroidissement inefficace peut entraîner une surchauffe, ce qui peut provoquer des problèmes de performance voire des défaillances de l'équipement informatique. En optimisant l'efficacité du refroidissement, les centres de données peuvent améliorer la fiabilité et les performances de l'équipement informatique, assurant une prestation de service continue et réduisant la probabilité d'interruptions coûteuses.

Les formules courantes en tonnes impériales (lorsque l'eau est mesurée en gallons et la température en Fahrenheit) et en unités SI (mesurant la consommation d'eau en litres et la température en Celsius) sont respectivement les suivantes :

Formule Courante : Tonnes (charge de réfrigération) = $\{GPM \times (CHWRT - CHWST)\} / 24$

Où :

- GPM = gallons par minute d'eau glacée quittant l'installation d'eau glacée et livrée à l'installation.
- CHWRT = température de retour de l'eau glacée.
- CHWST = température de fourniture de l'eau glacée.

24 est une constante de conversion.

Formule Courante : Calcul en unités SI : $\{(\text{litres par seconde} \times (CHWRT \text{ } ^\circ\text{C} - CHWST \text{ } ^\circ\text{C})) \times 1.19$

Consommation d'énergie

La Consommation d'Énergie est la quantité d'énergie nécessaire pour faire fonctionner le centre de données, un aspect crucial pour maintenir la capacité de l'infrastructure. Elle comprend l'énergie associée

à tous les équipements informatiques

La Consommation d'Énergie est une mesure fondamentale pour la durabilité des centres de données, car elle sert de pierre angulaire pour plusieurs autres mesures de durabilité et est intégrale à la conformité réglementaire.

1. Clé pour d'Autres Mesures de Durabilité : La consommation d'énergie d'un centre de données est au cœur de nombreuses autres mesures de durabilité, notamment :
 - Coefficient d'Utilisation de la Puissance (PUE) : Cette métrique largement utilisée est un rapport entre l'énergie totale utilisée par le centre de données et l'énergie consommée par l'équipement informatique. Par conséquent, avoir une compréhension précise de la consommation d'énergie totale est crucial pour calculer le PUE.
 - Coefficient d'Utilisation du Carbone (CUE) : Cette métrique calcule les émissions de carbone du centre de données par kilowatt-heure d'utilisation d'énergie informatique. Les données de consommation d'énergie sont essentielles pour déterminer le CUE.

Efficacité de la Réutilisation de l'Énergie (ERE) : L'ERE mesure la proportion d'énergie qui est réutilisée à l'extérieur du centre de données. Pour calculer l'ERE, il faut savoir combien d'énergie le centre de données consomme.

2. Conformité Réglementaire : Les gouvernements du monde entier accordent une attention croissante à l'impact environnemental des centres de données, les réglementations se concentrant souvent sur la consommation et l'efficacité énergétiques. Mesurer et déclarer avec précision la consommation d'énergie est essentiel pour que les centres de données se conforment à ces exigences réglementaires. Voici quelques exemples :
 - Directive sur l'Efficacité Énergétique - Union Européenne : La Directive sur l'Efficacité Énergétique 2012/27/UE (Union, 25 octobre 2012) établit un cadre commun de mesures pour la promotion de l'efficacité énergétique au sein de l'Union européenne. Elle exige des audits énergétiques obligatoires pour les grandes entreprises, y compris les centres de données, afin d'identifier les opportunités de réduire la consommation d'énergie.

- L'Association Green Grid : Bien qu'elle ne soit pas un organisme réglementaire gouvernemental, l'Association Green Grid (Association, 26 février 2007), un consortium industriel dédié à l'avancement de l'efficacité énergétique dans les centres de données, a établi des normes sectorielles pour l'efficacité énergétique et fournit des directives pour mesurer et améliorer la consommation d'énergie. De nombreuses entreprises adhèrent volontairement à ces lignes directrices et, dans certains cas, elles ont servi de modèle pour les réglementations. Cela encourage l'utilisation de la métrique du Coefficient d'Utilisation de la Puissance (PUE) pour mesurer l'efficacité énergétique.
- California Title 24 - États-Unis : Le Title 24 fait partie du Code de réglementation de la Californie (Commission, 1er janvier 2023) qui établit des normes d'efficacité énergétique pour les bâtiments, y compris les centres de données. Il exige la déclaration régulière de la consommation d'énergie et le respect des normes d'efficacité énergétique.
- Data Centre Energy Efficiency Scheme (DCS) - Singapour : Ce programme de l'Autorité du développement des médias et de l'infocomm (IMDA) (IMDA, 8 juin 2023) encourage les opérateurs de centres de données à Singapour à adopter des technologies et des pratiques plus économes en énergie. Il classe les centres de données en fonction de leur efficacité énergétique, pour laquelle la mesure de la consommation d'énergie est nécessaire.
- NABERS - Australie : Le Système national de notation de l'environnement construit en Australie (NABERS) (NABERS, 8 mars 2003) comprend une notation spécifique pour l'efficacité énergétique des centres de données. Ce système exige une mesure détaillée de la consommation d'énergie pour fournir une note qui reflète les performances énergétiques du centre de données.
- ISO 50001 - International : L'ISO 50001 (ISO, 15 septembre 2018) est une norme internationale pour les systèmes de gestion de l'énergie. Elle fournit un cadre aux centres de données pour établir les systèmes et les processus nécessaires pour améliorer les performances énergétiques, y compris l'efficacité énergétique, l'utilisation et la consommation.

Ce ne sont que quelques exemples de réglementations qui exigent que les centres de données mesurent et déclarent leur consommation d'énergie. Compte tenu de l'accent croissant sur la durabilité à l'échelle mondiale, de telles exigences deviennent de plus en plus courantes et rigoureuses.

En mesurant avec précision la consommation d'énergie, les centres de données peuvent identifier les

Livre blanc : Indicateurs fondamentaux de la durabilité des centres de données inefficacités, trouver des opportunités d'amélioration, calculer avec précision d'autres mesures de durabilité et s'assurer qu'ils sont en conformité avec les réglementations pertinentes.

Formule Courante : **Somme en MWh**

Efficacité énergétique (PUE)

L'efficacité énergétique, ou PUE (*Power Usage Effectiveness*), est une mesure qui évalue la quantité totale d'énergie consommée par votre centre de données. Le PUE a été développé par le Green Grid et introduit en 2006 pour calculer l'efficacité énergétique des centres de données. Il s'agit de l'indicateur standard sur lequel l'industrie des centres de données continue de s'appuyer.

Les centres de données consomment une quantité massive d'énergie. Aux États-Unis seulement, les centres de données représentent 2 % de la consommation totale d'électricité. Ce chiffre ne fera qu'augmenter à mesure que la demande en puissance de traitement augmentera.

Les serveurs sous-utilisés gaspillent non seulement des ressources, mais occupent également un espace précieux au sol. De même, le matériel qui consomme plus d'énergie que nécessaire impose une charge plus lourde aux systèmes de refroidissement. Dans les deux cas, vous avez des actifs qui fournissent moins de valeur qu'ils ne le devraient et font augmenter les coûts. Résoudre ces problèmes est essentiel pour garantir que votre centre de données fonctionne de manière aussi efficace que possible.

Le calcul du PUE est effectué en divisant la puissance totale des installations par la consommation d'énergie de l'équipement informatique. La puissance totale des installations fait référence à la quantité d'énergie que l'installation utilise. Cela inclut tout le matériel à l'intérieur du centre de données, ainsi que les systèmes de refroidissement, les composants de distribution d'énergie et les systèmes d'éclairage. L'utilisation de l'équipement informatique fait référence à la quantité d'énergie utilisée pour alimenter l'équipement de stockage et de mise en réseau. L'équipement de contrôle comme les postes de travail et les écrans est également inclus.

Prenons un exemple. Un centre de données consomme 100 000 kilowatts d'énergie totale et l'équipement informatique utilise 55 000 kilowatts d'énergie. Selon la formule ci-dessus, cela nous donne

Livre blanc : Indicateurs fondamentaux de la durabilité des centres de données
un PUE de 1,81 pour ce centre de données.

Plus le nombre se rapproche de 1, plus le centre de données est efficace. Le PUE informe la direction du centre de données sur la proximité de leurs objectifs d'efficacité. Mesurer le PUE au fil du temps peut aider à déterminer les initiatives d'économie d'énergie les plus efficaces.

Un centre de données ayant un score de PUE élevé consomme plus d'énergie qu'il ne le devrait, ce qui signifie qu'il est moins efficace et coûte plus cher

Formule courante : Quantité totale d'énergie utilisée / consommation d'énergie des équipements informatiques.

Total des Émissions de CO₂

La mesure totale de CO₂ est une estimation des émissions totales de gaz à effet de serre produites par un centre de données. Elle est généralement mesurée en tonnes métriques équivalentes de dioxyde de carbone (CO₂e), une unité standard pour mesurer les empreintes carbone. Cette mesure inclut les émissions directes liées à la combustion de combustibles fossiles (émissions de portée 1), les émissions indirectes liées à l'électricité achetée (émissions de portée 2), ainsi que d'autres émissions indirectes, telles que celles résultant de l'extraction et de la production de matériaux et de combustibles achetés, d'activités liées au transport et d'émissions provenant d'activités externalisées (émissions de portée 3).

Bien que les émissions de portée 1 et de portée 2 puissent être relativement simples à calculer, les émissions de portée 3 nécessitent une collecte de données et un calcul plus détaillé, car elles tiennent compte de toutes les autres émissions indirectes qui se produisent dans la chaîne de valeur d'une entreprise.

Comprendre la mesure totale de CO₂ est crucial pour plusieurs raisons. Tout d'abord, elle offre un aperçu clair de l'impact environnemental des opérations d'un centre de données. En comprenant la quantité de dioxyde de carbone dont un centre de données est responsable, les exploitants peuvent prioriser les efforts pour réduire les principales sources d'émissions.

Deuxièmement, mesurer le CO₂ total permet aux centres de données de suivre leurs progrès vers les objectifs de durabilité. Avec une pression croissante des gouvernements, des investisseurs, des clients et

Livre blanc : Indicateurs fondamentaux de la durabilité des centres de données de la société en général pour réduire les empreintes carbone, les centres de données peuvent utiliser cette mesure comme indicateur clé de performance (ICP) dans leurs rapports de durabilité.

En quantifiant finalement leurs empreintes carbone, les centres de données peuvent identifier des opportunités d'économies de coûts. Les mesures d'efficacité énergétique qui réduisent les émissions de carbone réduisent souvent également les coûts énergétiques, ce qui crée une situation gagnant-gagnant à la fois pour l'environnement et la rentabilité.

Le calcul de la mesure totale de CO2 implique la collecte de données détaillées sur la consommation d'énergie et d'autres sources d'émissions. Voici une version simplifiée de la manière dont ce calcul peut être effectué :

Émissions de Portée 1 : Pour calculer les émissions de portée 1 (WBCSD, 2004), vous devez d'abord identifier toutes les sources d'émissions directes dans votre centre de données, telles que les générateurs ou les systèmes de refroidissement qui brûlent des combustibles fossiles. Ensuite, vous devez mesurer ou estimer la quantité de carburant utilisée par chacune de ces sources sur une période donnée. Enfin, vous multipliez la quantité de carburant utilisée par son facteur d'émission spécifique, qui est une valeur représentant la quantité de CO2e libérée par unité de carburant brûlé.

Émissions de Portée 2 : Les émissions de portée 2 (WBCSD, 2004) résultent de l'électricité utilisée par le centre de données. Pour calculer ces émissions, vous devez multiplier la quantité d'électricité consommée sur une période donnée par le facteur d'émission de votre fournisseur d'électricité, qui devrait être disponible dans son rapport annuel de durabilité ou sur son site Web.

Émissions de Portée 3 : Les émissions de portée 3 (WBCSD, 2004) sont les plus complexes à calculer, car elles nécessitent une compréhension détaillée de votre chaîne d'approvisionnement et du cycle de vie de vos produits. Une méthode courante consiste à utiliser des techniques d'analyse du cycle de vie pour estimer les émissions associées à chaque étape de la vie du produit, de la production à l'élimination en fin de vie.

Il est important de se souvenir qu'il s'agit d'une explication simplifiée du processus de calcul, et les calculs réels peuvent être assez complexes. Divers outils et méthodologies, tels que le Protocole sur les Gaz à

Effet de Serre (WBCSD, 2004), ont été développés pour aider les entreprises à quantifier précisément leurs émissions. Ils offrent des lignes directrices complètes et des calculateurs qui tiennent compte des subtilités de diverses sources d'émissions, qu'elles soient directes ou indirectes. En utilisant ces outils, les centres de données peuvent non seulement rationaliser le processus de calcul de leur mesure totale de CO₂, mais également le rendre plus précis et fiable.

Formule Courante : Sommation des émissions "équivalentes à CO₂". Unités : kt(CO₂e)

Efficacité de l'utilisation du carbone (CUE)

Carbon Usage Effectiveness (CUE), également appelé efficacité de l'utilisation du carbone, est une mesure de performance qui permet de déterminer la quantité d'émissions de gaz à effet de serre (GES) produite par unité d'énergie informatique consommée dans un centre de données. Il s'agit d'un moyen efficace de mesurer l'empreinte carbone et donc l'impact environnemental des opérations d'un centre de données.

L'indicateur CUE a été introduit par The Green Grid (Association, 26 février 2007), un consortium mondial dédié à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans les centres de données et les écosystèmes informatiques professionnels. Cet indicateur complète la mesure de l'efficacité énergétique (PUE), une autre création de The Green Grid qui indique l'efficacité énergétique d'un centre de données.

Le CUE est un ratio entre les émissions totales de CO₂ (kg) et l'énergie informatique totale (kWh). Ce ratio donne une idée précise des émissions de carbone associées à la charge informatique d'un centre de données.

Les émissions totales de CO₂ sont calculées en fonction de la source d'énergie et de la quantité consommée. Les différentes sources d'énergie (charbon, gaz, pétrole, énergies renouvelables, etc.) ont des facteurs d'émission de carbone distincts, qui doivent être pris en compte lors du calcul des émissions totales. Ces facteurs sont souvent exprimés en quantité de CO₂ émise par unité d'énergie produite et peuvent être trouvés dans des bases de données publiques ou fournies par les compagnies d'électricité.

L'énergie informatique totale représente l'énergie consommée par les équipements informatiques à

l'intérieur du centre de données, notamment les serveurs, les dispositifs de stockage et les équipements de réseau.

Interprétation du CUE

Un CUE plus bas indique une empreinte carbone réduite, ce qui signifie que le centre de données est plus efficace sur le plan carbone. La valeur minimale du CUE peut être de 0, ce qui indique un centre de données fonctionnant entièrement avec des sources d'énergie exemptes de carbone.

Il est important de noter que le CUE peut varier considérablement en fonction des sources d'énergie sur lesquelles s'appuie un centre de données. Un centre de données alimenté par des énergies renouvelables aura généralement un CUE plus bas par rapport à un centre alimenté par des combustibles fossiles, même s'ils ont le même PUE.

Formule Courante : Émissions Totales Équivalentes de CO₂ / Énergie de l'Équipement Informatique en kWh
Unités : kg(CO₂e) / kWh

Utilisation des serveurs

L'utilisation des serveurs est une mesure essentielle pour la durabilité des centres de données pour plusieurs raisons :

1. **Efficacité Énergétique** : Les serveurs sous-utilisés consomment de l'énergie sans fournir une production computationnelle proportionnelle, ce qui conduit à un gaspillage d'énergie. En maximisant l'utilisation des serveurs, les centres de données peuvent obtenir la puissance de calcul maximale par unité d'énergie consommée, améliorant ainsi leur efficacité énergétique et leur durabilité globale.
2. **Réduction des Déchets Électroniques** : Une utilisation élevée des serveurs réduit le besoin de serveurs supplémentaires, ce qui réduit également la quantité de déchets électroniques lorsque ces serveurs atteignent leur fin de vie. Cela contribue à la durabilité environnementale globale.
3. **Efficacité des Coûts** : Une utilisation plus élevée des serveurs peut entraîner d'importantes économies de coûts. Elle peut réduire le besoin de matériel supplémentaire, ce qui diminue les dépenses en capital. Les coûts opérationnels, tels que l'énergie pour l'alimentation et le refroidissement, peuvent également être réduits, contribuant à une structure de coûts plus durable.

Efficacité de l'Espace : Les centres de données disposent d'une quantité limitée d'espace. Maximiser l'utilisation des serveurs permet aux centres de données de tirer le meilleur parti de cette ressource limitée, réduisant ainsi le besoin d'expansion physique et l'impact environnemental associé à la construction.

Optimisation des Performances : La surveillance de l'utilisation des serveurs peut aider à identifier des inefficacités dans l'allocation des ressources et les performances des applications. Cela peut orienter les ajustements nécessaires pour améliorer l'efficacité opérationnelle et la qualité du service.

Conformité Réglementaire : À mesure que les gouvernements et les industries adoptent des pratiques plus respectueuses de l'environnement, il pourrait y avoir des exigences réglementaires ou des incitations liées à l'utilisation efficace des ressources, y compris l'utilisation des serveurs.

Prolongation de la Durée de Vie du Centre de Données : En optimisant l'utilisation des serveurs, la durée de vie d'un centre de données peut être prolongée car il peut prendre en charge une demande de calcul plus importante au fil du temps sans avoir besoin de ressources supplémentaires substantielles.

L'utilisation des serveurs est déterminée en mesurant l'utilisation du CPU. Des taux d'utilisation du CPU excessivement bas ou élevés peuvent indiquer des problèmes.

Formule Courante : Utilisation moyenne du CPU de tous les serveurs actifs Unités : %

Efficacité de la consommation d'eau (WUE)

The Green Grid (Association, February 26, 2007), un consortium mondial dédié à la promotion de l'efficacité des ressources dans les technologies de l'information et les centres de données, a introduit le concept de Water Usage Effectiveness (WUE) en 2011. Le WUE est un indicateur de performance pour l'eau utilisée par un centre de données. Il mesure spécifiquement le surcoût ou l'efficacité de l'utilisation de l'eau par une installation.

Cette mesure devient de plus en plus importante à mesure que la pénurie d'eau devient une préoccupation majeure dans le monde. Pour de nombreuses régions, le refroidissement des grands centres de données nécessite d'énormes quantités d'eau, aggravant le stress hydrique existant. En mesurant et en gérant efficacement le WUE, les opérateurs de centres de données peuvent prendre des décisions plus éclairées sur l'utilisation de l'eau et réduire leur empreinte environnementale.

L'importance de l'Efficacité d'Utilisation d'Eau (EUE) dans la Durabilité des Centres de Données

Améliorer l'EUE est crucial pour les objectifs de durabilité d'un centre de données, et ce pour plusieurs raisons.

Conservation de l'Eau : L'eau est une ressource précieuse, et son utilisation doit être réduite autant que possible. En surveillant et en cherchant à améliorer l'EUE, les centres de données peuvent contribuer à d'importantes économies d'eau.

Efficacité Énergétique : Réduire l'EUE implique souvent d'améliorer l'efficacité du refroidissement, ce qui réduit également la consommation d'énergie. Ce double avantage peut entraîner d'importantes économies de coûts et réduire l'empreinte environnementale du centre de données.

Conformité et Réputation : De plus en plus, les entreprises sont tenues responsables de leur impact environnemental. Une bonne EUE peut aider un centre de données à se conformer aux réglementations, à obtenir des certifications vertes et à améliorer sa réputation auprès des clients qui accordent de l'importance à la durabilité.

Comment Calculer l'EUE ?

Le calcul de l'EUE est simple. Il s'agit du rapport entre l'utilisation annuelle d'eau sur site en litres et la consommation d'énergie de l'équipement informatique en kilowattheures (kWh) pendant la même période.

"L'utilisation totale d'eau sur site" inclut toute l'eau utilisée dans le fonctionnement du centre de données, y compris les tours de refroidissement, l'humidification et les processus opérationnels des installations. L'énergie de l'équipement informatique fait référence à l'énergie consommée par les équipements informatiques et de stockage, le matériel de mise en réseau et d'autres matériels liés à l'informatique.

Formule Courante : Eau en litres / kWh

Unité : L / kWh

Des valeurs d'EUE plus faibles indiquent une plus grande efficacité d'utilisation de l'eau. Un scénario idéal aurait une EUE proche de zéro, indiquant une utilisation d'eau négligeable ou nulle.

Résumé

Le développement durable des centres de données est une préoccupation urgente, étant donné l'empreinte environnementale significative de ces installations. À mesure que la demande de stockage et de traitement de

données continue d'exploser, la nécessité de mesures complètes pour évaluer et améliorer la durabilité des centres de données ne cesse de croître également. Dans cet article, nous avons exploré plusieurs indicateurs clés qui offrent des informations précieuses sur l'impact environnemental d'un centre de données, en examinant leur signification, leur pertinence et leur mode de calcul.

La variation moyenne de température (ΔT) représente la différence de température entre deux capteurs à l'intérieur du centre de données, reflétant l'efficacité de l'infrastructure de refroidissement et de la configuration du flux d'air. Une valeur de ΔT plus élevée indique un échange de chaleur efficace, soulignant ainsi une meilleure efficacité énergétique, des performances thermiques améliorées et une gestion efficace de l'infrastructure de refroidissement. Cette mesure contribue également à une planification précise de la capacité, réduisant le gaspillage d'énergie et les coûts opérationnels.

L'efficacité du refroidissement est une autre mesure essentielle, évaluant l'énergie nécessaire pour refroidir les ressources informatiques. Un système de refroidissement efficace optimise l'utilisation de l'énergie, réduit les émissions de gaz à effet de serre et la consommation d'eau, prolonge la durée de vie de l'équipement et renforce les performances et la fiabilité. Les formules pour calculer l'efficacité du refroidissement sont présentées à la fois pour les unités impériales (pour les mesures en gallons et en Fahrenheit) et pour les unités SI (pour les mesures en litres et en Celsius).

La consommation d'énergie indique la puissance nécessaire pour faire fonctionner le centre de données, englobant l'énergie utilisée par tout l'équipement informatique, les composants de distribution d'énergie, les composants du système de refroidissement et autres charges auxiliaires. Cette mesure constitue la base de plusieurs autres indicateurs de durabilité tels que l'efficacité d'utilisation de l'énergie (PUE), l'efficacité d'utilisation du carbone (CUE) et l'efficacité de réutilisation de l'énergie (ERE). Une mesure précise de la consommation d'énergie garantit la conformité aux exigences réglementaires et aide à identifier les inefficacités opérationnelles et les domaines à améliorer.

L'Indice d'Utilisation de l'Énergie (PUE) reflète la consommation totale d'énergie de l'installation par rapport à l'énergie consommée par l'équipement informatique, fournissant un indicateur clair de l'efficacité énergétique d'un centre de données. Des valeurs de PUE plus basses signifient une plus grande efficacité dans l'utilisation des ressources qui soutiennent l'espace informatique, réduisant ainsi le gaspillage d'énergie et abaissant les coûts. L'estimation totale de CO₂ mesure les émissions de gaz à effet de serre générées par un centre de données, englobant les émissions directes issues de la combustion de combustibles fossiles (Portée 1), les émissions indirectes provenant de l'électricité achetée (Portée 2) et d'autres émissions indirectes (Portée 3). Cette mesure offre des perspectives sur l'impact environnemental du centre de données, les progrès vers les objectifs de

durabilité et identifie des opportunités d'économies.

L'Indice d'Utilisation du Carbone (CUE) mesure les émissions de gaz à effet de serre par unité d'énergie informatique consommée, indiquant l'empreinte carbone des opérations du centre de données. Des valeurs de CUE plus basses indiquent une empreinte carbone réduite et donc un centre de données plus efficace en termes de carbone.

L'utilisation des Serveurs mesure l'utilisation du processeur (CPU), dont l'équilibre est crucial pour des performances optimales et une gestion des coûts. Une utilisation optimale des serveurs améliore l'efficacité énergétique, réduit les déchets électroniques, améliore l'efficacité des coûts, optimise l'utilisation de l'espace et contribue à la conformité réglementaire.

L'Indice d'Utilisation de l'Eau (WUE) analyse l'efficacité de l'utilisation de l'eau pour soutenir et refroidir l'infrastructure informatique. À mesure que la rareté de l'eau devient une préoccupation croissante, la surveillance du WUE aide les centres de données à prendre des décisions éclairées concernant l'utilisation de l'eau et à réduire leur empreinte environnementale. Il joue un rôle crucial dans la conservation de l'eau, l'efficacité énergétique, la conformité aux réglementations et l'amélioration de la réputation d'un centre de données.

En conclusion, ces mesures fondamentales de durabilité offrent un aperçu complet de l'empreinte environnementale d'un centre de données, informant les stratégies d'amélioration. La mise en œuvre de ces mesures est non seulement une nécessité éthique, mais aussi un moyen d'optimiser les performances opérationnelles, de réduire les coûts et de répondre aux exigences réglementaires, en progressant vers des centres de données plus verts et plus durables.

Réglementations Référencées Concernant la Durabilité des Centres de Données

Directive européenne relative à l'efficacité énergétique (DEE)

https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive_fr

La Directive européenne sur l'efficacité énergétique (DEE) est une directive de l'Union européenne qui impose des améliorations en matière d'efficacité énergétique au sein de l'Union européenne. La révision de la DEE est encore en cours de négociation entre le Parlement européen et le Conseil de l'Union européenne. Cependant, sa finalisation est attendue en 2023.

La DEE fixe plusieurs objectifs en matière d'efficacité énergétique, notamment :

Une réduction de 20 % de la consommation finale d'énergie d'ici 2020, par rapport aux niveaux de 2007.

Une réduction de 32,5 % de la consommation d'énergie primaire d'ici 2030, par rapport aux niveaux de 2007.

Une amélioration de 30 % de l'efficacité énergétique dans les centres de données d'ici 2030.

La DEE impose également aux pays de l'UE de mettre en œuvre plusieurs mesures pour améliorer l'efficacité énergétique, notamment :

Des audits énergétiques obligatoires pour les grands consommateurs d'énergie.

Des systèmes d'étiquetage pour les produits consommateurs d'énergie.

Des campagnes de sensibilisation du public à l'efficacité énergétique.

La DEE s'inscrit dans le cadre des efforts plus larges de l'UE visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à améliorer la sécurité énergétique. On estime que la DEE pourrait permettre à l'UE d'économiser jusqu'à 600 milliards d'euros d'ici 2030.

La DEE a été modifiée à plusieurs reprises depuis son adoption initiale. La modification la plus récente, adoptée en 2018, renforce les exigences de la directive et fixe des objectifs plus ambitieux.

La DEE est une pièce législative importante qui a un impact majeur sur l'efficacité énergétique au sein de l'Union européenne. Elle devrait jouer un rôle clé pour aider l'UE à atteindre ses objectifs en matière de climat et d'énergie.

Voici quelques-uns des principaux avantages de la DEE de l'UE :

Top of Form

Elle contribuera à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à améliorer la qualité de l'air.

Elle permettra aux entreprises et aux consommateurs d'économiser de l'argent sur leurs factures d'énergie.

Elle créera des emplois dans le secteur de l'efficacité énergétique.

Elle rendra l'UE plus compétitive dans l'économie mondiale.

La DEE de l'UE est une législation complexe, mais elle constitue une étape importante vers un avenir plus durable.

On s'attend à ce qu'elle ait un impact significatif sur notre manière d'utiliser l'énergie dans les années à venir.

Divulgence des Risques Climatiques de la SEC aux États-Unis

<https://www.sec.gov/news/press-release/2022-46> <https://www.sec.gov/rules/proposed.shtml>

La Commission boursière américaine (SEC, *Securities and Exchange Commission*) propose de nouvelles règles qui exigeraient des entreprises publiques de divulguer les risques liés au climat, y compris ceux liés aux centres de données. Les règles proposées demanderaient aux entreprises de divulguer des informations sur leurs émissions directes de gaz à effet de serre (GES) (émissions de portée 1), les émissions indirectes provenant de l'électricité achetée ou d'autres formes d'énergie (émissions de portée 2), et certains types d'émissions de GES (LLP, 2022).

Les règles proposées demanderaient également aux entreprises de divulguer des informations sur les risques liés au climat auxquels elles sont confrontées, y compris les risques liés à :

Les impacts physiques du changement climatique, tels que les événements climatiques extrêmes et l'élévation du niveau de la mer.

La transition vers une économie à faible émission de carbone, comme les changements de réglementation ou les conditions du marché.

Les risques de réputation liés au changement climatique.

Les règles proposées auraient un impact significatif sur les opérateurs de centres de données. Les centres de données sont de grands consommateurs d'électricité et ils sont responsables d'une quantité importante d'émissions de gaz à effet de serre. Les règles proposées exigeraient des opérateurs de centres de données de divulguer leurs émissions de GES et d'évaluer les risques liés au climat auxquels ils sont confrontés. Ces informations seraient importantes pour les investisseurs, car elles les aideraient à comprendre les risques financiers associés aux opérateurs de centres de données.

Les règles proposées sont encore en cours d'examen par la SEC et elles n'ont pas encore été finalisées. Cependant, si les règles sont finalement adoptées, elles représenteraient une avancée significative dans les efforts de la SEC pour promouvoir la divulgation des informations liées au climat par les entreprises publiques.

Voici quelques-uns des principaux avantages des divulgations de risques liés au climat proposées par la SEC concernant les centres de données :

- Cela aiderait les investisseurs à comprendre les risques financiers associés aux opérateurs de centres de données.
- Cela encouragerait les opérateurs de centres de données à prendre des mesures pour réduire leurs émissions de GES.
- Cela contribuerait à promouvoir une industrie des centres de données plus durable.

Les divulgations de risques liés au climat proposées par la SEC sont une étape positive vers un avenir plus durable. Elles aideraient les investisseurs à prendre des décisions éclairées concernant leurs investissements, et elles encourageraient les opérateurs de centres de données à prendre des mesures pour réduire leur impact environnemental.

Titre 24 de Californie aux États-Unis

<https://www.library.ca.gov/wp-content/uploads/2021/08/GuideToTitle24.pdf>

Le Titre 24 comprend plusieurs exigences spécifiques pour les centres de données, notamment :

- Efficacité énergétique des salles informatiques : Les centres de données doivent respecter des exigences spécifiques en matière d'efficacité énergétique pour leurs salles informatiques. Ces exigences sont basées sur la taille et la conception de la salle informatique.
- Surveillance du PUE : Les centres de données doivent installer et maintenir un système de surveillance du PUE (Power Usage Effectiveness). Le PUE est une mesure de l'efficacité du système de refroidissement d'un centre de données.
- Utilisation de l'eau : Les centres de données doivent utiliser l'eau de manière efficace. Cela comprend l'utilisation de systèmes de refroidissement et d'installations à faible consommation d'eau.
- Éclairage : Les centres de données doivent utiliser un éclairage énergétiquement efficace. Cela comprend l'utilisation d'éclairage LED et de capteurs de présence.

Les exigences pour les centres de données dans le Titre 24 sont constamment mises à jour pour refléter les dernières avancées en matière de technologie et d'efficacité énergétique. La dernière version du Titre 24, entrée en vigueur le 1er janvier 2023, comprend plusieurs nouvelles exigences pour les centres de données, telles que :

- Efficacité énergétique (PUE) : L'exigence minimale de PUE pour les centres de données a été renforcée, passant de 1,2 à 1,1.
- Utilisation de l'eau : La limite maximale d'utilisation de l'eau pour les centres de données a été réduite.
- Éclairage : Les exigences minimales d'efficacité pour l'éclairage ont été renforcées.

Les exigences du Titre 24 sont conçues pour aider les centres de données à réduire leur consommation d'énergie et leurs émissions de gaz à effet de serre. En se conformant à ces exigences, les centres de données peuvent contribuer à la protection de l'environnement et à la réduction de leurs coûts opérationnels.

Voici quelques-uns des avantages de la conformité avec le Titre 24 de Californie pour les centres de données :

- Réduction de la consommation d'énergie : Se conformer au Titre 24 peut aider les centres de données à réduire leur consommation d'énergie jusqu'à 30 %. Cela peut permettre aux centres de données d'économiser de l'argent sur leurs factures d'énergie.
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre : Une consommation d'énergie réduite conduit également à une réduction des émissions de gaz à effet de serre. Cela peut aider les centres de données à réduire leur impact environnemental.
- Amélioration de l'efficacité : Se conformer au Titre 24 peut aider les centres de données à améliorer leur efficacité. Cela peut rendre les centres de données plus fiables et moins susceptibles de subir des interruptions.
- Augmentation de la conformité : Se conformer au Titre 24 peut aider les centres de données à se conformer à d'autres réglementations, telles que la Directive européenne sur l'efficacité énergétique.

Dans l'ensemble, se conformer au Titre 24 de Californie est un bon moyen pour les centres de données de réduire leur consommation d'énergie, leurs émissions de gaz à effet de serre et leurs coûts opérationnels. Cela peut également aider les centres de données à améliorer leur efficacité et leur conformité à d'autres réglementations.

Schéma d'Efficacité Énergétique des Centres de Données de Singapour (DCS)

<https://www.imda.gov.sg/resources/press-releases-factsheets-and-speeches/press-releases/2023/imda-introduces-sustainability-standard-for-data-centres-operating-in-tropical-climates>

Le Schéma d'Efficacité Énergétique des Centres de Données (DCS) de Singapour est une initiative gouvernementale visant à promouvoir l'efficacité énergétique dans les centres de données à Singapour. Le DCS a été lancé en 2015 et est administré par l'Autorité du Développement des Médias Infocomm (IMDA).

Le DCS comprend deux composantes principales :

- Un système d'étiquetage qui aide les opérateurs de centres de données à comparer l'efficacité énergétique de leurs installations.

- Un régime d'incitation basé sur les performances qui récompense les opérateurs de centres de données pour l'amélioration de l'efficacité énergétique de leurs installations.

Le système d'étiquetage repose sur la métrique PUE (Power Usage Effectiveness), qui mesure l'efficacité du système de refroidissement d'un centre de données. Le PUE est calculé en divisant la consommation totale d'énergie du centre de données par la consommation d'énergie de l'équipement informatique. Un PUE plus bas indique un centre de données plus efficace.

Le régime d'incitation basé sur les performances récompense les opérateurs de centres de données pour l'amélioration de leur PUE jusqu'à 20 %. Les incitations sont basées sur la quantité d'énergie économisée et le nombre d'années pendant lesquelles le centre de données a été en exploitation.

Le DCS a connu un succès notable dans la promotion de l'efficacité énergétique dans les centres de données à Singapour. Depuis son lancement, le PUE des centres de données à Singapour s'est amélioré en moyenne de 10 %. Cela a entraîné des économies d'énergie significatives et une réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Le DCS est un bon exemple de la manière dont les initiatives gouvernementales peuvent contribuer à promouvoir l'efficacité énergétique dans le secteur informatique. Le DCS a montré qu'il est possible d'améliorer l'efficacité énergétique des centres de données sans compromettre les performances.

Voici quelques-uns des avantages du DCS :

- Il contribue à réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre.
- Il permet aux opérateurs de centres de données d'économiser de l'argent sur leurs factures d'énergie.
- Il rend les centres de données plus durables.
- Il sert d'exemple à suivre pour d'autres pays.

Le DCS est un outil précieux pour promouvoir l'efficacité énergétique dans les centres de données. C'est une situation gagnant-gagnant pour les opérateurs de centres de données, l'environnement et le pays.

Système National de Notation de l'Environnement Construit (NABERS) de l'Australie

<https://www.nabers.gov.au/about/what-nabers>

Le Système National Australien de Notation de l'Environnement des Bâtiments (NABERS) est une initiative gouvernementale visant à mesurer les performances environnementales des bâtiments et des locataires en

Livre blanc : Indicateurs fondamentaux de la durabilité des centres de données
Australie. Le NABERS dispose d'un système de notation spécifique pour les centres de données, conçu pour évaluer l'efficacité énergétique et l'impact environnemental des centres de données en Australie.

La notation NABERS pour les centres de données est basée sur les données opérationnelles réelles de l'installation, et non sur sa conception. La notation est calculée en utilisant plusieurs facteurs, notamment :

- Le PUE (Power Usage Effectiveness) du centre de données.
- L'efficacité énergétique du système de refroidissement du centre de données.
- La quantité d'eau consommée par le centre de données.
- La quantité de déchets générés par le centre de données.

La notation NABERS pour les centres de données est sur une échelle de 1 à 6 étoiles, 1 étoile étant le moins efficace et 6 étoiles étant le plus efficace. Un centre de données avec une notation NABERS de 4 ou 5 étoiles est énergétiquement efficace.

La notation NABERS pour les centres de données peut être utilisée pour :

- Identifier les domaines nécessitant des améliorations opérationnelles et des économies de coûts.
- Promouvoir les caractéristiques environnementales d'un centre de données.
- Se conformer aux réglementations environnementales.

La notation NABERS pour les centres de données est un outil précieux pour améliorer les performances environnementales des centres de données en Australie. Cette notation offre aux opérateurs de centres de données une feuille de route claire pour améliorer l'efficacité de leurs installations et réduire leur impact environnemental.

Voici quelques-uns des avantages de NABERS pour les centres de données :

- Cela contribue à réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre.
- Cela permet aux opérateurs de centres de données d'économiser de l'argent sur leurs factures d'énergie.
- Cela rend les centres de données plus durables.
- Cela contribue à améliorer la réputation des opérateurs de centres de données.

NABERS est un outil précieux pour promouvoir l'efficacité énergétique et la durabilité environnementale dans l'industrie des centres de données. C'est une situation gagnant-gagnant pour les opérateurs de centres de données, l'environnement et le pays.

L'Association Green Grid

<https://www.thegreengrid.org/>

Le Green Grid a développé plusieurs outils et ressources pour aider les centres de données à réduire leur consommation d'énergie. Ces outils comprennent :

- La métrique Power Usage Effectiveness (PUE) : Le PUE est une mesure de l'efficacité du système de refroidissement d'un centre de données. Le Green Grid a développé une norme pour le PUE que les centres de données peuvent utiliser pour mesurer leur efficacité.
- Le modèle de maturité des centres de données (DCMM) : Le DCMM est un cadre que les centres de données peuvent utiliser pour évaluer leur efficacité énergétique. Le DCMM comporte cinq niveaux, de « Ad hoc » à « Optimisé ».
- Les meilleures pratiques du Green Grid : Le Green Grid a développé plusieurs meilleures pratiques pour l'efficacité énergétique des centres de données. Ces meilleures pratiques couvrent un large éventail de sujets, tels que le refroidissement, l'alimentation électrique et l'équipement informatique.

Le Green Grid fournit également plusieurs autres ressources pour aider les centres de données à réduire leur consommation d'énergie. Ces ressources comprennent :

- Formation : Le Green Grid propose plusieurs cours de formation sur l'efficacité énergétique des centres de données.
- Certification : Le Green Grid propose un programme de certification pour les professionnels des centres de données.
- Publications : Le Green Grid publie plusieurs livres blancs, études de cas et autres publications sur l'efficacité énergétique des centres de données.

Le Green Grid est une ressource précieuse pour les centres de données qui cherchent à réduire leur consommation d'énergie. Les outils, les ressources et la formation du Green Grid peuvent aider les centres de données à améliorer leur efficacité et à économiser de l'argent sur leurs factures d'énergie.

Voici quelques-uns des avantages de travailler avec l'association Green Grid pour les centres de données :

- Accès aux outils et aux ressources : L'association Green Grid fournit aux centres de données un accès à plusieurs outils et ressources qui peuvent les aider à réduire leur consommation d'énergie. Ces outils comprennent la métrique PUE, le modèle DCMM et les meilleures pratiques du Green Grid.

Livre blanc : Indicateurs fondamentaux de la durabilité des centres de données

- Formation et certification : L'association Green Grid propose des cours de formation et des programmes de certification pour les professionnels des centres de données. Cette formation peut aider les professionnels des centres de données à se familiariser avec les dernières technologies et pratiques en matière d'efficacité énergétique.
- Opportunités de réseautage : L'association Green Grid offre aux centres de données des occasions de réseautage avec d'autres centres de données et des experts de l'industrie. Ce réseautage peut aider les centres de données à partager les meilleures pratiques et à se tenir informés des nouvelles technologies.

Dans l'ensemble, collaborer avec l'association Green Grid peut être un moyen précieux pour les centres de données de réduire leur consommation d'énergie et d'améliorer leur efficacité.

Sources Citées

(IMDA), I. M. (8 juin 2023). Scheme d'efficacité énergétique des centres de données (DCS) - Singapour. Site web de l'IMDA <https://www.imda.gov.sg/resources/press-releases-factsheets-and-speeches/press-releases/2023/imda-introduces-sustainability-standard-for-data-centres-operating-in-tropical-climates>.

(ISO), I. O. (15 septembre 2018). ISO 50001:2018 Systèmes de management de l'énergie — Exigences et lignes directrices pour son utilisation. Site web de l'ISO - <https://www.iso.org/fr/standard/69426.html>.

(NABERS), N. A. (8 mars 2003). NABERS : Le système national australien de notation de l'environnement des bâtiments. Site web de NABERS <https://www.nabers.gov.au/>.

(WBCSD), W. R. (2004). Le Protocole sur les gaz à effet de serre : Une norme comptable et de rapport pour les entreprises. Site web du WRI et de WBCSD <https://ghgprotocol.org/>.

Association, T. G. (26 février 2007). The Green Grid : Consortium industriel pour l'avancement de l'efficacité énergétique dans les centres de données. Site web de The Green Grid <https://www.thegreengrid.org/>.

Commission, C. E. (1er janvier 2023). Title 24, Part 6 : Normes d'efficacité énergétique pour les bâtiments. Code des réglementations de Californie. <https://www.energy.ca.gov/title24/>.

LLP, B. &. (2022). La SEC propose de nouvelles règles pour normaliser les divulgations liées au climat. BTLaw Insights, 21 avril 2022. <https://btlaw.com/insights/alerts/2022/sec-proposes-new-rules-to-standardize-climate-related-disclosures>.

Union, E. P. (25 octobre 2012). Directive 2012/27/UE sur l'efficacité énergétique, modifiant les directives 2009/125/CE et 2010/30/UE et abrogeant les directives 2004/8/CE et 2006/32/CE. Journal officiel de l'Union européenne. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32012L0027>

Tableau des sigles et acronymes

CHWST - Température de l'eau réfrigérée en sortie. La température de l'eau réfrigérée en sortie (CHWST) est la température de l'eau réfrigérée qui est fournie aux bobines de refroidissement dans un bâtiment. La température de l'eau réfrigérée en sortie est généralement de 5 à 10 degrés Fahrenheit plus basse que la température de retour de l'eau réfrigérée. Par exemple, si la température de retour de l'eau réfrigérée est de 50 degrés Fahrenheit, la température de sortie de l'eau réfrigérée serait de 45 à 40 degrés Fahrenheit.

La température de l'eau réfrigérée en sortie est importante car elle affecte l'efficacité des bobines de refroidissement. Si la température de l'eau réfrigérée en sortie est trop basse, les bobines de refroidissement ne pourront pas extraire suffisamment de chaleur de l'air, ce qui réduira la

CHWRT - Température de retour de l'eau réfrigérée. La température de retour de l'eau réfrigérée (CHWRT) est la température de l'eau réfrigérée qui est renvoyée au refroidisseur après avoir été utilisée pour refroidir l'air dans un bâtiment. La température de retour de l'eau réfrigérée est généralement de 5 à 10 degrés Fahrenheit plus élevée que la température de sortie de l'eau réfrigérée. Par exemple, si la température de sortie de l'eau réfrigérée est de 45 degrés Fahrenheit, la température de retour de l'eau réfrigérée serait de 50 à 55 degrés Fahrenheit.

La température de retour de l'eau réfrigérée est importante car elle affecte l'efficacité du refroidisseur. Si la température de retour de l'eau réfrigérée est trop élevée, le refroidisseur devra travailler plus dur pour refroidir l'eau, ce qui réduira son efficacité.

La température de retour de l'eau réfrigérée est un facteur important dans l'efficacité d'un refroidisseur. En surveillant la température de retour de l'eau réfrigérée et en prenant des mesures pour la réduire, vous pouvez améliorer l'efficacité de votre refroidisseur et économiser de l'énergie.

GPM - gallons par minute. Il s'agit d'une unité de mesure utilisée pour mesurer le débit d'eau.

GPM - signifie gallons par minute. C'est une unité de mesure utilisée pour mesurer le débit d'eau.

1 gallon équivaut à 3,785 litres, donc 1 GPM équivaut à 3,785 litres par minute.

GPM est une unité courante pour mesurer le débit d'eau dans les systèmes de plomberie et d'irrigation. On l'utilise également pour mesurer le débit d'eau dans les piscines et autres éléments aquatiques.

Le GPM est une unité utile pour comparer les débits de différentes sources d'eau et pour suivre le débit d'un système d'eau au fil du temps.

GWh - signifie gigawatt-heure. C'est une unité d'énergie équivalant à un gigawatt de puissance pendant une heure. C'est une unité d'énergie non-SI, mais elle est largement utilisée aux États-Unis et dans d'autres pays.

1 gigawatt-heure équivaut à 1 000 mégawatt-heures ou 3,6 gigajoules. Il équivaut également à l'énergie consommée par un appareil de 1 000 mégawatts fonctionnant pendant une heure.

Le GWh est une unité courante pour mesurer la consommation d'énergie de grandes installations telles que les centres de données, les centrales électriques et les usines industrielles. Il est également utilisé pour mesurer la production d'énergie de projets énergétiques à grande échelle, tels que les barrages hydroélectriques et les parcs éoliens.

Le GWh est une unité utile pour comparer la consommation d'énergie de différentes installations et projets. C'est également une unité utile pour suivre la consommation d'énergie d'une installation ou d'un projet au fil du temps.

kg(CO₂e) - signifie kilogrammes d'équivalent dioxyde de carbone. C'est une unité de mesure utilisée pour quantifier la quantité totale de gaz à effet de serre émise dans l'atmosphère.

CO₂e est une mesure du potentiel de réchauffement global d'un gaz à effet de serre, en tenant compte de sa durée de vie dans l'atmosphère et de sa capacité à piéger la chaleur. Par exemple, 1 kg de méthane équivaut à 25 kg de CO₂e, car le méthane a un potentiel de réchauffement global beaucoup plus élevé que le CO₂.

kWh - signifie kilowatt-heure. C'est une unité d'énergie équivalant à un kilowatt de puissance pendant une heure. C'est une unité d'énergie non-SI, mais elle est largement utilisée aux États-Unis et dans d'autres pays.

1 kilowatt-heure équivaut à 3 600 kilojoules ou 3,6 mégajoules. Il équivaut également à l'énergie consommée par un appareil de 1 000 watts fonctionnant pendant une heure.

L (ou l) - est le symbole du litre, une unité de volume dans le système métrique. Il est égal au volume d'un cube ayant des côtés de 10 centimètres.

MWh - signifie mégawatt-heure. C'est une unité d'énergie équivalant à un mégawatt de puissance pendant une heure. C'est une unité d'énergie non-SI, mais elle est largement utilisée aux États-Unis et dans d'autres pays.

1 mégawatt-heure équivaut à 3 600 000 watt-heures ou 3,6 mégajoules. Il équivaut également à l'énergie consommée par un appareil de 1 000 kilowatts fonctionnant pendant une heure.

Le MWh est une unité courante pour mesurer la consommation d'énergie des maisons, des entreprises et d'autres organisations. Il est également utilisé pour mesurer la production d'énergie des centrales électriques et autres installations de production d'énergie.

Le MWh est une unité utile pour comparer la consommation d'énergie de différents appareils et dispositifs. C'est également une unité utile pour suivre la consommation d'énergie d'une maison ou

Les unités du SI, ou Système international d'unités, représentent la forme moderne du système métrique. Il s'agit du système de mesure le plus largement utilisé dans le monde.

Le système SI est basé sur sept unités de base :

1. Longueur : mètre (m)
2. Masse : kilogramme (kg)
3. Temps : seconde (s)
4. Courant électrique : ampère (A)
5. Température thermodynamique : kelvin (K)
6. Quantité de matière : mole (mol)
7. Intensité lumineuse : candela (cd)