

Le nouvel indicateur de performance (PI)

- définition et mise en œuvre -

Maintenir un data center pour qu'il soit fiable et économe, tout en répondant aux besoins changeants de l'entreprise et aux innovations technologiques, est un challenge. En effet, concilier fiabilité et efficacité énergétique entraîne souvent dans des directions opposées. Se concentrer sur l'efficacité énergétique seule peut compromettre la résilience et chercher à tout prix la fiabilité se traduit souvent par un surdimensionnement du système de refroidissement et donc par des dépenses importantes en énergie. L'industrie du data center reconnaît désormais le besoin de mieux quantifier la performance globale d'un data center et de prévoir les effets des changements en salle sur cette performance.

Quantifier la performance – les métriques retenues

Proposé par The Green Grid il y a plus de 10 ans, le PUE (Power Usage Effectiveness) a eu un impact positif sur l'industrie que cela soit d'un point de vue environnemental ou financier. Cependant, il a souvent été détourné laissant penser qu'il reflétait une vue d'ensemble de la performance du data center, ce qui est loin d'être le cas. En l'absence d'autres métriques, les aspects vitaux de la performance réelle ont longtemps été négligés. Pour avoir une vision plus complète de la performance, The Green Grid (TGG) propose de regarder d'autres objectifs comme :

- le refroidissement adéquat tout au long de la vie du data center, c'est-à-dire apporter la quantité d'air juste nécessaire à la fiabilité des équipements
- la résilience afin de vérifier que l'infrastructure résiste bien à de possibles arrêts du système de refroidissement (pannes d'armoires de climatisation ou arrêts pour opérations de maintenance)

Ces deux objectifs peuvent être quantifiés par le calcul de deux métriques appelées **IT Thermal Conformance** et **IT Thermal Resilience**.

La conformité thermique IT mesure le pourcentage d'équipements IT qui fonctionnent avec une température d'entrée d'air conforme aux limites spécifiées pour assurer leur fiabilité en mode normal. L'ASHRAE préconise une température d'entrée d'air inférieure à 27°C, donc la conformité thermique IT peut s'exprimer comme suit :

$$IT\ Thermal\ Conformance = \frac{Number\ of\ IT\ Eq.\ [T_{max\ inlet} < 27\ C\ under\ normal\ operating\ conditions]}{Total\ Number\ of\ IT\ Eq.}$$

Il est aussi possible de l'exprimer en termes de charge thermique suivant la formule :

$$IT\ Thermal\ Conformance = \frac{Eq.\ Load\ [T_{max\ inlet} < 27\ C\ under\ normal\ operating\ conditions]}{Total\ Eq.\ Load}$$

La résilience thermique IT quant à elle mesure le pourcentage d'équipements IT qui fonctionnent à une température d'entrée d'air encore permise lors du pire scénario de panne lorsque X des N+X armoires de climatisation sont en panne. L'ASHRAE préconise une température permise en dessous de 32°C, mais il est possible de prendre les limites thermiques données par les constructeurs. La résilience thermique IT peut donc s'exprimer comme suit :

$$IT\ Thermal\ Resilience = \frac{Number\ of\ IT\ Eq.\ [T_{max\ inlet} < 32\ C\ under\ worst\ case\ cooling\ failure]}{Total\ Number\ of\ IT\ Eq.}$$

Ou si l'on raisonne en termes de charge thermique :

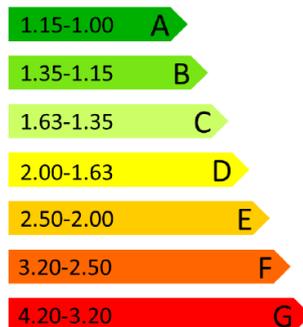
$$IT\ Thermal\ Resilience = \frac{Eq.\ Load[T_{max\ inlet} < 32\ C\ under\ worst\ case\ cooling\ failure]}{Total\ Eq.\ Load}$$

Mais la création de nouvelles métriques n'est pas suffisante. Utiliser ces métriques séparément pour quantifier la performance du data center peut conduire à des erreurs d'appréciation. Il faut considérer leur interaction. Car s'efforcer d'améliorer la performance dans une direction va impacter les autres – et va sans doute dégrader une autre métrique avec un coût associé.

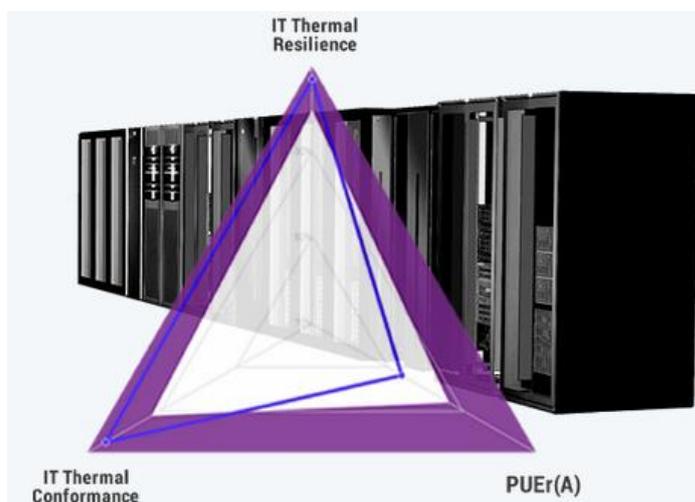
The Green Grid, consortium composé d'industriels et d'experts, a donc proposé en Juin 2016 une approche holistique où trois métriques sont évaluées et suivies concomitamment. Il définit le **Performance Indicator (PI)** sous la forme d'un diagramme triangulaire dont les trois sommets sont les métriques suivantes :

- Le **PUE ratio**, PUEr(X), se réfère à une classe d'efficacité énergétique X de data center de A à G (voir ci-contre). Le ratio entre la performance maximale de cette classe et le PUE réel de l'infrastructure permet de se situer par rapport à cette valeur maximum :

$$PUEr(X) = PUE_{ref}(X) \div PUE_{actual}$$



- La **Conformité thermique IT** définie plus haut
- La **Résilience thermique IT** définie plus haut



Exemple d'affichage du PI avec ses trois métriques comparées avec leur cible

La cible

La cible en termes de performance est définie lors de la phase de design et de commissionnement. Elle permet de positionner trois points sur le diagramme « en toile d'araignée » qui délimitent la zone en violet. On cherchera à rester dans cette zone colorisée.

Le PUEr(X) cible est simple à calculer puisqu'il s'agit du ratio entre les deux valeurs extrêmes de la classe énergétique choisie (valeur de PUE la plus basse de la classe choisie / borne la plus élevée). Pour les deux autres métriques, elles dépendront de la **criticité des missions remplies** par le data center :

- Une banque d'investissement préférera sacrifier le PUE aux bénéfices de la conformité et la résilience thermiques car elles n'imaginent pas que son infrastructure n'ait pas un objectif de 100% sur la conformité et la résilience. Une panne est complètement exclue.
- En revanche, un moteur de recherche ou un réseau social, cherchera à minimiser ses coûts énergétiques et ses CAPEX et OPEX, et acceptera une conformité et une résilience moins grande (autour de 90 %) pour maximiser l'efficacité énergétique et remplir au maximum son infrastructure.

L'indicateur de performance de TGG visualise l'équilibre entre les métriques et montre comment elles interagissent. Il permet de :

- Suivre l'évolution de la performance tout au long de la vie du data center.
- Tester et comparer les futurs changements prévus en salle avant leur implémentation. On pourra ainsi tester de manière prédictive différentes options de déploiements ou travaux et retenir celle qui maintient le plus haut niveau de performance. Pour cela nous nous appuyerons sur la simulation numérique qui est le seul moyen d'anticiper le comportement de la salle lors de changements futurs.

Comment mesure-t-on le PI ?

Le calcul des différentes métriques pour évaluer l'indicateur de performance nécessite de collecter des données. En fonction de la précision et du nombre de données collectées, The Green Grid définit **4 niveaux d'évaluation de la performance** :

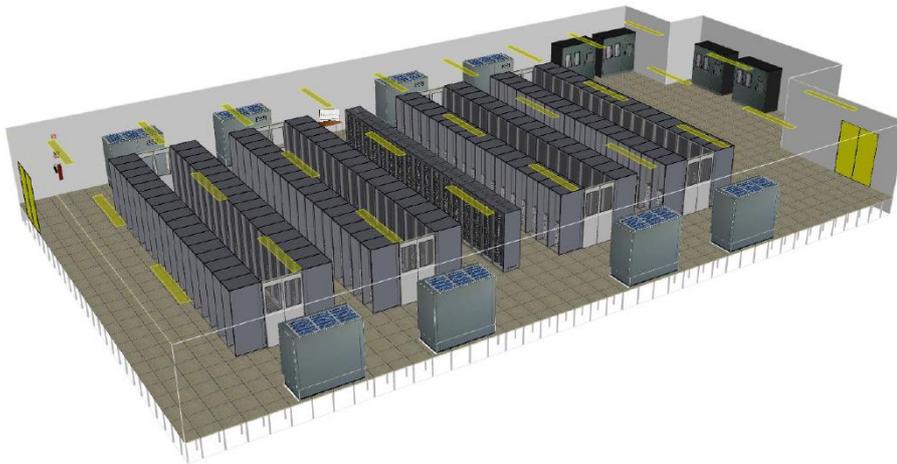
- **Niveau 1** : il ne s'intéresse qu'au fonctionnement présent de l'infrastructure. Les prévisions ne sont pas envisagées. Le calcul repose sur des mesures de température en salle à l'entrée des baies, grâce à des capteurs voir à de la thermographie infrarouge. L'ASHRAE préconise au moins trois points de mesure suivant la hauteur. Pour la puissance électrique, un relevé sur une armoire électrique est nécessaire pour le calcul du PUE. Il s'agit d'un **bon point départ pour une première évaluation de la performance au niveau des baies**.
- **Niveau 2** : il ne s'intéresse qu'au fonctionnement présent mais de manière plus précise. Les températures d'entrée d'air doivent être mesurées en entrée de chaque serveur ou châssis. La puissance consommée doit être relevée au minimum au niveau des baies, l'idéal étant au niveau de chaque serveur. La remontée de données en temps réel grâce à un DCIM est un plus mais n'est pas une nécessité. Il s'agit d'un **bon point départ si un monitoring au niveau des serveurs est en place**.
- **Niveau 3** : il s'intéresse au fonctionnement présent et commence à explorer les états futurs du data center grâce à la simulation. Ces simulations sont réalisées grâce à un modèle 3D de la salle qui n'a pas été nécessairement calibré (« recalage » du modèle numérique à partir de mesures sur site). Il est un **bon point de départ pour avoir une vision assez réaliste de ce qui se passe au niveau des baies**.
- **Niveau 4** : il s'intéresse au fonctionnement présent et futur du data center. Le modèle numérique 3D a été calibré grâce à des mesures sur site et se porte exactement comme la salle réelle. Il peut servir à simuler des pannes, remplir la salle au maximum de sa capacité, analyser l'impact de changements. **Il donne une vision précise de ce qui se passe au niveau de chaque serveur aujourd'hui et demain**.

La place de la simulation numérique

L'approche avec l'indicateur de performance PI, décrit dans le livre blanc #68 de TGG intitulé *THE PERFORMANCE INDICATOR : ASSESSING AND VISUALIZING DATA CENTER COOLING PERFORMANCE*, donne une large place à la simulation numérique des écoulements d'air (CFD).

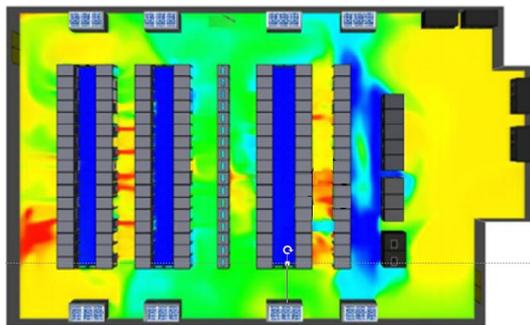
En effet, lorsqu'on dispose d'un modèle calibré 3D de la salle, il est aisé d'obtenir la température d'entrée d'air de chaque serveur quel que soit la configuration étudiée : situation présente, scénario de pannes, projection future en intégrant de nouveaux déploiements/désinstallations, travaux comme la mise en place de confinements.

La figure qui suit représente le modèle 3D de salle virtuelle. Chaque baie comporte les équipements qui y sont installés. Des mesures de débits d'air au niveau des dalles perforées des allées froides (ici fermées aux extrémités mais sans toit pour des questions de gestion d'incendie) et des reprises d'air par les armoires de climatisation ont permis de caler le modèle d'un point de vue aéraulique. Des mesures de consommation électrique par baie (voir par armoire électrique le cas échéant) ont été utilisées pour définir la charge thermique à travers la salle.

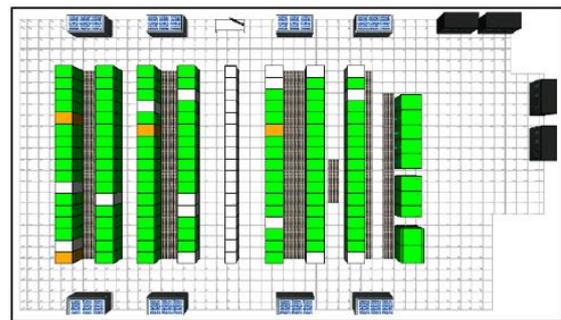


Salle virtuelle

Les techniques de simulation numérique CFD (Computational Fluid Dynamics) consistent à résoudre les équations de la physique afin de calculer en tout point de la salle la température et la vitesse d'air ainsi que la pression. Il est alors possible d'afficher une cartographie complète de température à n'importe quelle hauteur (vue ci-dessous à gauche). Mais l'outil de simulation va plus loin en regardant la température d'entrée d'air de chaque serveur. Il la compare aux 32°C à ne pas dépasser et affiche en vert les baies où la limite est respectée, en orange les baies où au moins un équipement est 5°C en dessous de la limite (27°C) et en rouge les baies où au moins un équipement est en surchauffe (vue ci-dessous à droite). La salle en fonctionnement normal est bien refroidie.



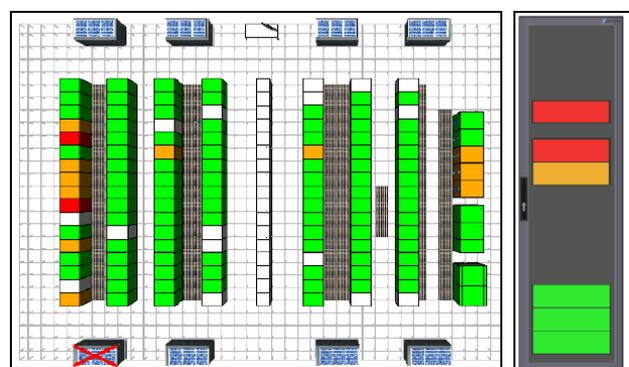
Cartographie de température dans la salle virtuelle



Etat thermique des baies en fonctionnement normal

La simulation nous donne donc la métrique IT Thermal Conformance (pourcentage d'équipements IT dont la température d'entrée d'air ne dépasse pas les 27°C de l'ASHRAE en fonctionnement normal)

Pour étudier la résilience de son infrastructure, l'opérateur devrait arrêter sur site X armoires de climatisation sur les N+X en place. Il est beaucoup plus facile d'évaluer la résilience par simulation. En effet, dans le modèle 3D il est possible de stopper des armoires afin de voir le comportement de la salle et l'impact sur la température d'entrée d'air de chaque serveur. Il est possible d'afficher immédiatement les baies dans lesquelles un équipement a dépassé les 32°C de l'ASHRAE (image ci-contre)

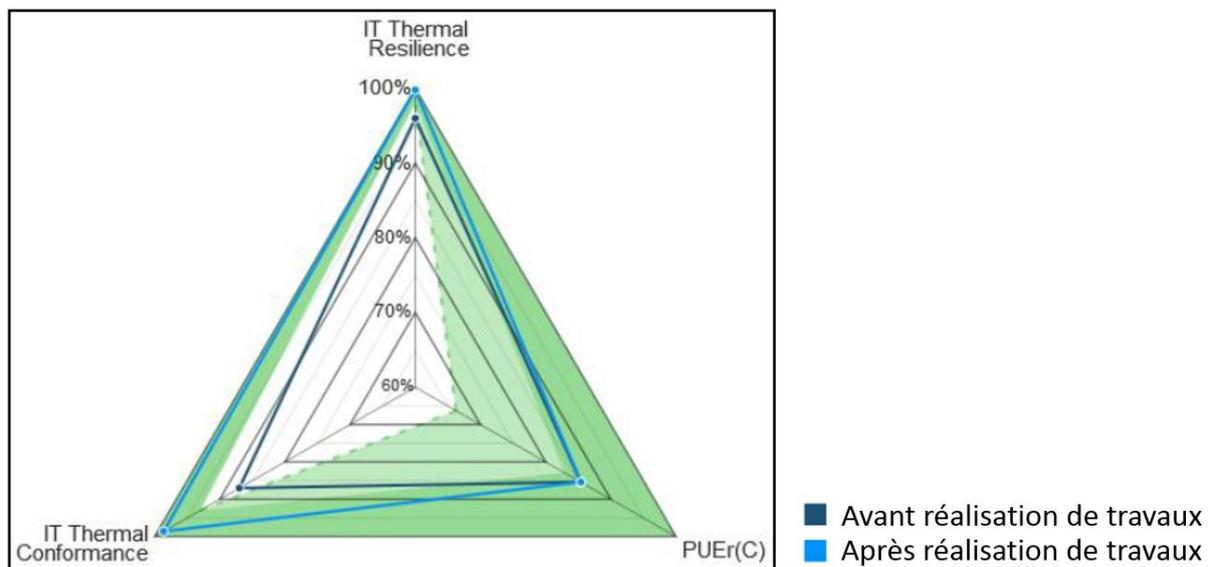


Scénario de panne – L'armoire de climatisation la plus chargée est à l'arrêt (croix rouge), détail d'une baie en surchauffe

Les résultats en mode panne permettent d'évaluer la métrique IT Thermal Resilience (pourcentage d'équipements IT dont la température d'entrée d'air dépassent les 32°C en cas de panne).

Des mesures électriques viennent compléter les simulations CFD en calculant le PUE réel de l'infrastructure et l'on calcule le PUEr(C) car dans le cas présent l'infrastructure est dans la classe C.

On peut donc tracer le triangle représentant notre indicateur de performance. La figure ci-dessous montre l'indicateur à différents moments de la vie du data center. En bleu foncé, on a anticipé le déploiement de plusieurs gros clusters en salle et cela s'est traduit par une dégradation de la Conformité IT et de la Résilience IT. On est même entré dans la zone blanche, c'est-à-dire en dehors de notre zone cible. Des simulations ont été réalisées pour comprendre les raisons de cette dégradation et trouver un remède. Les travaux envisagés ont permis de rétablir la Conformité IT et la Résilience IT dans la zone cible (triangle bleu clair). Le déploiement des clusters se fera sans perte de performance de l'infrastructure. La perte potentielle a été anticipée et résolue. Le data center peut continuer à accueillir des équipements sereinement.



Conclusion :

Avec le nouvel indicateur de performance, les opérateurs disposent d'un outil pour maintenir et améliorer la performance de leurs data centers. Cet indicateur sert à la fois à évaluer l'interaction entre les trois métriques (conformité IT, résilience IT, PUEr(X)) mais aussi à se situer par rapport à des objectifs fixés en fonction des missions du centre informatique.

L'utilisation des techniques de simulation va permettre de faire de l'anticipation, et va aider l'exploitant à garder son infrastructure au plus près de sa capacité de conception tout au long de la vie du data center. C'est donc une économie importante sur le CAPEX qui va être réalisée au-delà de l'économie d'énergie. Cet indicateur a été introduit par The Green Grid en Juin 2016. Il est détaillé dans le livre blanc #68 intitulé *THE PERFORMANCE INDICATOR : ASSESSING AND VISUALISAZING DATA CENTER COOLING PERFORMANCE*. The Green Grid prévoit plusieurs communications auprès de ses membres dans les semaines et mois à venir pour faire connaître le Performance Indicator et expliquer sa mise en œuvre.

Ce document a été rédigé par la société Wattdesign, spécialisée dans les techniques de simulation numérique des flux d'air dans les data centers. Elle est membre de The Green Grid et de France Data Center (anciennement CESIT). Pour toute question, adressez un e-mail à : sylvie.boudoux@wattdesign.fr