

Étapes de spécification de la densité de puissance des datacenters

Livre Blanc 120

Révision 1

Par Neil Rasmussen

> Résumé Général

Les méthodes traditionnelles de spécification de la densité des datacenters sont ambiguës et trompeuses. La description de la densité en watts/m² des datacenters ne suffit pas à déterminer la compatibilité de l'alimentation ou du refroidissement avec les charges informatiques à haute densité telles que les serveurs lame. D'un point de vue historique, il n'existe aucune méthode standard de spécification claire pour les datacenters, qui permette de prévoir le comportement avec des charges à haute densité. Une spécification de densité de datacenter appropriée doit garantir la compatibilité avec des charges à haute densité anticipées, fournir des instructions claires quant à l'architecture et à l'installation de l'équipement d'alimentation et de refroidissement, éviter tout surdimensionnement et optimiser l'efficacité électrique. Ce document présente un cas d'application scientifique et pratique d'une méthode optimisée de spécification de l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement des datacenters.

Table Des Matières

Cliquez sur une section pour y accéder directement

Introduction	2
Diverses méthodes de spécification de la densité	3
Stratégie de déploiement	9
Modèle	14
Conclusion	20
Ressources	21
Annexe	22

Introduction

La spécification de la densité de puissance pour le fonctionnement des datacenters et des salles de serveurs est un permanent pour les professionnels de l'informatique. La spécification de densités normales, de 430 à 861 watts/m², ne permet pas de déployer de manière fiable les dernières générations d'équipement informatique. Dans le cas d'une densité de fonctionnement de 6 458 à 10 764 watts/m² avec les dernières générations d'équipement informatique à haute densité, les datacenters consomment énormément en termes d'alimentation et de refroidissement, entraînent des coûts d'infrastructure élevés et réduisent l'efficacité des installations électriques.

Les problèmes de planification de la densité sont d'autant plus difficiles à résoudre lorsque les équipements des datacenters sont régulièrement renouvelés et que leurs caractéristiques techniques ne sont pas connues à l'avance.

La méthode traditionnelle de spécification de la densité des datacenters, en watts/m², apporte très peu de réponses aux questions principales que se posent les opérateurs de datacenters aujourd'hui. Notamment, elle ne répond pas à la question clé : « Que se passe-t-il lorsqu'un rack déployé dépasse la spécification de densité ? ». Il s'agit d'une question d'ordre pratique car les datacenters standard actuels ont une valeur nominale de densité de 1,5 kW par rack, tandis qu'un équipement informatique standard a une densité de puissance supérieure, de 3 à 20 kW par rack.

Il est donc nécessaire de développer une méthode de spécification de la densité des datacenters plus complète. Une méthode améliorée pourrait répondre aux besoins suivants :

- garantir la compatibilité avec l'équipement informatique à haute densité ;
- éviter tout gaspillage d'électricité, d'espace ou d'argent ;
- fournir un moyen de valider les plans de déploiement informatique pour concevoir les capacités d'alimentation et de refroidissement.



Lien vers les ressources
Livre Blanc 46

Alimentation électrique et refroidissement pour racks et serveurs lame de très haute densité

Ce livre blanc présente une méthode améliorée de spécification de la densité de puissance. La création de datacenters pour l'implémentation de l'alimentation, du refroidissement, des racks et de la gestion d'applications à haute densité font l'objet de plusieurs livres blancs APC, notamment le livre blanc 46, *Alimentation électrique et refroidissement pour racks et serveurs lame de très haute densité*.

Diverses méthodes de spécification de la densité

La définition de la densité de puissance est généralement incohérente dans les documentations, ce qui a entraîné une confusion notable au sein des communautés d'utilisateurs. Afin de mieux comprendre ces définitions, prenons l'exemple d'un datacenter de 500 kW, illustré dans le Table 1 :

Paramètres du datacenter de 500 kW	Anglais	Métrique
Puissance totale consommée par l'équipement informatique	500 000 watts	
Espace total utilisé par l'équipement informatique	2 800 pieds ²	260 m ²
Zone réservée au système de refroidissement, aux commutateurs, etc.	1 400 pieds ²	130 m ²
Espace au sol total du datacenter	4 200 pieds ²	390 m ²
Encombrement par baie de racks informatiques	6,7 pieds ²	622 m ²
Quantité de baies de racks	100	

Le **Table 1** illustre cinq définitions différentes fréquemment utilisées concernant la densité de puissance et les valeurs qui en résultent lorsqu'elles sont appliquées au datacenter décrit ci-dessus.

Table 2

Différentes définitions de la densité de puissance permettent d'obtenir des valeurs différentes lorsqu'elles sont appliquées au même datacenter

Définition de la densité	Calcul	Densité	Explication
Puissance consommée par l'équipement informatique divisée par la surface occupée par les baies de racks	500 000 W / (6,7 pieds ² x 100 racks) 500 000 W / (0,622 m ² x 100 racks)	746 W/pied ² 8 039 W/m ²	Cette méthode inclut seulement la zone occupée par les racks et ne tient pas compte des zones d'accès autour des racks ni de l'espace utilisé par une autre infrastructure physique de datacenter. Cette méthode donne des valeurs de densité bien supérieures aux autres méthodes. Elle est fréquemment utilisée par les fabricants d'équipement.
Puissance consommée par l'équipement informatique divisée par la surface occupée par toutes les baies de racks et leurs dégagements	500 000 W / 2 800 pieds ² 500 000 W / 260 m ²	179 W/pied ² 1 923 W/m ²	Cette définition est la plus utilisée dans les documentations. Une valeur de zone égale à 2,6 m ² par rack est généralement utilisée. Il s'agit d'une méthode efficace permettant de déterminer les besoins en distribution d'alimentation et de refroidissement. Généralement utilisée par le personnel informatique.
Puissance consommée par l'équipement informatique divisée par l'espace au sol total du datacenter	500 000 W / 4 200 pieds ² 500 000 W / 390 m ²	119 W/pied ² 1 282 W/m ²	L'espace au sol total du datacenter inclut l'espace de l'équipement informatique ainsi que l'espace du système d'alimentation et de refroidissement. Cette méthode est valable pour la planification de l'espace au sol car elle inclut l'espace de stockage qui peut être conséquent dans les installations à haute densité. Généralement utilisée par les architectes.
Puissance totale consommée par l'équipement informatique et par l'équipement d'alimentation et de refroidissement divisée par l'espace au sol total du datacenter	(500 000 W + 295 000 W) / 4 200 pieds ² (500 000 W + 295 000 W) / 390 m ²	189 W/pied ² 2 038 W/m ²	Cette définition est fréquemment utilisée pour la planification des installations car elle utilise l'encombrement total du datacenter et la puissance totale consommée. L'équipement de refroidissement est supposé consommer 265 kW inefficacité incluse, en plus des 30 kW d'inefficacité du système d'alimentation.
Puissance consommée par un rack	500 000 W / 100 racks	5 kW par rack	Cette définition est calculée par rack, ce qui élimine la majeure partie de la variation lors de la définition de la densité de puissance.

Toutes les définitions de la densité du **Table 2** sont utilisées dans les documentations et les spécifications publiées. Les quatre définitions qui utilisent les mesures W/pied² ou W/m² sont ambiguës et doivent être accompagnées d'une explication claire concernant les éléments inclus dans l'espace et ceux inclus dans l'alimentation. Les valeurs de densité déjà publiées ne contiennent pas ces informations en général. Dans le secteur, ceci a mené à une grande confusion et à une mauvaise communication entre le personnel informatique et les créateurs et planificateurs des installations. Les données du **Table 2** indiquent clairement que les **spécifications de densité pour une même installation peuvent varier selon un facteur d'environ 8, en fonction de la définition utilisée.**

La définition la plus claire concernant la densité est celle basée sur la puissance consommée par rack. Elle fournit des indications précises concernant les besoins en alimentation et en refroidissement d'un rack (pour l'équipement informatique, la puissance consommée en watts par le rack est égale aux besoins en refroidissement en watts). Ce document démontrera que la puissance consommée par rack possède un autre avantage non négligeable pour la spécification de la densité des datacenters, à savoir, il s'agit de la meilleure manière de spécifier les variations de densité dans un datacenter.

Les datacenters réels n'ont pas une densité de puissance uniforme. Certains racks consomment plus d'énergie et génèrent par conséquent plus de chaleur que d'autres. Les racks de panneau de brassage peuvent ne rien consommer. Les racks de serveur lame peuvent consommer 20 kW ou plus. Ce problème est rendu encore plus complexe par le fait que l'équipement informatique est renouvelé en permanence, ce qui signifie que la puissance consommée par certains racks est susceptible de changer au fil du temps. Les spécifications de densité conventionnelles ne prennent pas totalement en compte ces variations de puissance, et au fur et à mesure que le temps passe, elles deviennent moins efficaces.

Limites des méthodes de spécification de la densité conventionnelles

Les deux exemples suivants illustrent les limites de la spécification de densité conventionnelle.

Dans le premier exemple, considérons le cas d'un datacenter spécifié pour 538 W/m^2 . Si l'on utilise la définition de densité de charge informatique totale / espace total des racks informatiques et leurs dégagements, on obtient 1 400 W par rack ($538 \text{ W/m}^2 \times 2,60 \text{ m}^2/\text{rack}$). Un datacenter conçu pour un maximum de 1 400 W de puissance et un maximum de 1 400 W de refroidissement à chaque rack répond à ces besoins. Il existe divers types d'équipement informatique, comme les serveurs lame, qui dépassent les 1 400 W par châssis. **Aucun** de ces types d'équipement ne pourrait être déployé dans un datacenter limité à 1 400 W par rack. Le datacenter serait donc incompatible avec de nombreux types d'équipement informatique. De plus, lorsqu'un équipement à faible charge de puissance est placé dans un rack, comme un panneau de brassage, la puissance non utilisée n'est pas disponible dans les autres racks puisque tous les racks sont limités à 1 400 W pour l'alimentation et le refroidissement. Par conséquent, le datacenter est souvent inefficace et incompatible avec de nombreux types d'équipement informatique. En outre, il n'utilise pas de manière efficace l'espace des racks disponible, la capacité d'alimentation ou la capacité de refroidissement.

Dans le second exemple, la densité du datacenter est spécifiée rack par rack. Pour chaque emplacement de rack, l'alimentation et le refroidissement sont spécifiés de manière précise. Il est possible d'implémenter une architecture qui répond à cette spécification, et de spécifier le datacenter à l'avance. Il s'agit d'une solution idéale. Malheureusement, il est quasiment impossible de déterminer une spécification d'alimentation précise par rack à l'avance dans un datacenter réel. Dans les datacenters réels, les charges au niveau du rack ne peuvent pas être prévues sur la durée de vie de l'installation. Dans le cas où la densité réelle de déploiement informatique est incohérente avec la spécification initiale par rack, les conséquences peuvent être graves, notamment si une charge informatique inférieure à la spécification de puissance du rack est déployée. En effet, la puissance non utilisée n'est pas disponible pour les autres racks, puisque chaque rack possède une limite spécifiée de puissance et de refroidissement. Ainsi, le datacenter est inefficace et nécessite les informations des futurs déploiements informatiques, ce qui est en général impossible à obtenir.

Ces deux exemples illustrent les méthodes les plus utilisées pour la spécification de la densité dans les datacenters. Les spécifications par espace complet et rack par rack sont toutes deux limitées, ce qui entraîne des implémentations qui ne répondent pas aux attentes des clients. Une approche améliorée permettrait de conserver la flexibilité et la compatibilité des charges informatiques, tout en optimisant l'efficacité électrique et l'utilisation de la puissance, du refroidissement et de l'espace.

Conditions de spécification de la densité

La partie précédente propose un certain nombre de conditions permettant de développer une méthode de spécification de la densité améliorée. Ces conditions sont les suivantes :

- **Prévisibilité** : la spécification de la densité doit permettre de déterminer les capacités d'alimentation et de refroidissement à chaque emplacement de rack pour toute installation réelle ou envisagée de l'équipement informatique.
- **Acceptation d'une spécification partielle des besoins futurs** : la spécification de la densité ne requiert pas que la puissance exacte soit connue à l'avance pour chaque emplacement de rack. En fait, l'équipement informatique ne dure qu'une partie de la durée de vie du datacenter et est régulièrement changé.
- **Emprunt d'alimentation et de refroidissement** : l'alimentation et le refroidissement qui ne sont pas utilisés sur un rack doivent pouvoir être utilisés par les autres racks.
- **Réduction des pertes** : l'inefficacité électrique doit être réduite. L'alimentation, le refroidissement et l'espace disponibles doivent être utilisés. Les coûts d'investissement et d'exploitation doivent être réduits.
- **Déploiement échelonné** : la spécification de la densité doit prendre en charge tout déploiement échelonné, même dans le cas où les différentes étapes nécessitent différentes densités, ou lorsque les données des futures étapes de déploiement ne sont pas connues à l'avance.

Bien que certaines de ces conditions soient contradictoires, elles peuvent servir de base de développement d'une méthode améliorée de spécification de la densité de puissance dans les datacenters.

Contraintes pratiques et possibilités

Toute méthode pratique de spécification de la densité de puissance doit prendre en compte les contraintes et options réelles associées à la conception du centre de données. Certaines de ces contraintes et options sont décrites ici, ainsi que leur impact sur la spécification de la densité.

- **Incréments de distribution de l'alimentation** : le coût d'une distribution d'alimentation n'est pas fonction de sa complexité.
Par exemple, une alimentation de 18 kW triphasée ne coûte pas trois fois plus cher qu'une alimentation de 6 kW monophasée. Il n'existe qu'un nombre limité de capacités d'alimentation optimales pour la distribution de courant alternatif en raison de la compatibilité des disjoncteurs avec les prises et de la coordination par défaut des disjoncteurs. Ces problèmes et les circuits de distribution de l'alimentation optimaux sont décrits dans le livre blanc 29 *Rack Powering Options for High Density*. Les spécifications concernant la distribution de l'alimentation doivent être développées en fonction des tailles des circuits, qui peuvent varier en fonction de l'emplacement géographique.
- **Limites de distribution d'air** : la distribution de l'air dans un datacenter est un des facteurs principaux de limitation de la densité de l'alimentation des racks. L'équipement informatique requiert entre 47,2 et 75,5 l/s d'air par kW. De nombreux datacenters sont déjà équipés de faux-planchers ou sont limités en termes de hauteur de plafond, ce qui limite donc la hauteur du faux plancher, le cas échéant. Lorsque le faux plancher fait partie du système de distribution d'air, le volume d'air pouvant être déplacé sous le sol de manière prévisible est limité, ce qui limite également les densités de puissance moyenne et de pointe par rack. Pour la plupart des installations pré-existantes, la densité de puissance moyenne pratique est restreinte à environ 5 kW par rack. Pour dépasser cette densité, l'installation d'un équipement supplémentaire de climatisation et/ou de distribution d'air s'avère nécessaire. Le coût peut par conséquent s'élever très rapidement au dessus de



Lien vers les ressources
Livre Blanc 29

*Rack Powering Options
for High Density*

celui d'une densité de puissance critique. Une spécification de densité appropriée peut permettre d'identifier et de régler ce problème avant même qu'il n'en devienne un.

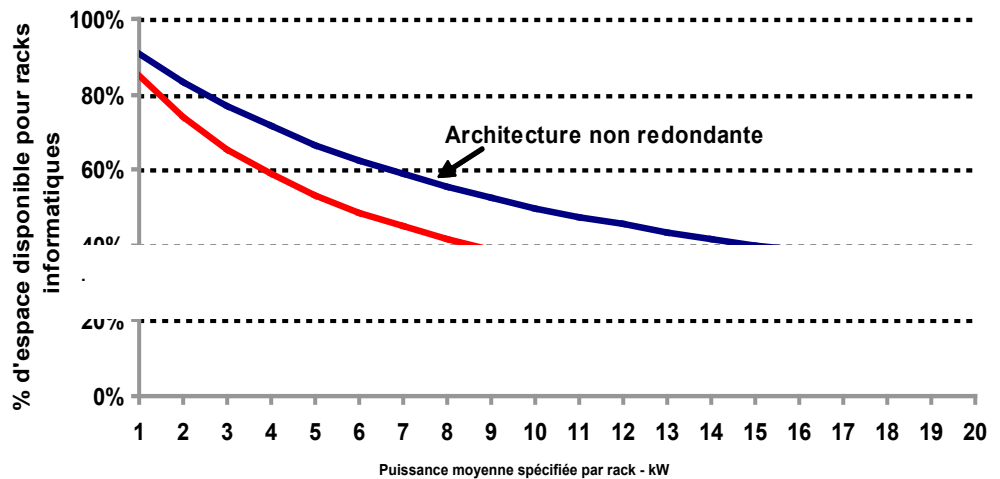
- **Poids** : certaines installations ont des limites de charge au sol, notamment si elles sont équipées de faux planchers. En général, les équipements informatiques qui possèdent une densité de puissance très élevée génèrent également une charge de rack lourde. Dans certains cas, cela peut poser problème pour les déploiements à haute densité. En conséquence, la spécification de la densité doit indiquer des densités de puissance inférieures à la limite de charge du plancher de l'installation.
- **Espace au sol réservé** : de nombreux datacenters comprennent des zones dont la densité n'est pas spécifiée. Ces zones peuvent être destinées au stockage de bandes, à l'espace de travail de l'opérateur ou à des voies d'accès spéciales. Par conséquent, le modèle de spécification de la densité doit réserver ces zones et ne pas dépendre de ces dernières pour l'implémentation de l'alimentation ou du refroidissement à haute densité.
- **Possibilité de répartir les charges** : Répartir physiquement les équipements informatiques dans un datacenter est de nos jours possible grâce aux câbles à fibre optique. Dans la plupart des cas, il n'est pas nécessaire ni souhaitable de déployer les équipements à leur densité maximale. Les serveurs lame et 1U sont des exemples d'équipements informatiques à haute densité qui peuvent facilement être dispersés entre les racks afin de réduire la densité. Même si le remplissage de racks avec des serveurs lame ou 1U semble optimiser l'utilisation de l'espace, bien souvent cet avantage est illusoire, et les coûts liés à l'installation d'un système d'alimentation et de refroidissement à haute densité sur un rack sont généralement bien supérieurs aux coûts liés à l'utilisation de racks supplémentaires. Par conséquent, un modèle de densité ne doit pas spécifier aveuglément des valeurs de densité en fonction des capacités de l'équipement mais doit tenir compte de la possibilité de dispersion des charges afin de permettre une optimisation des coûts et de la disponibilité de l'ensemble du système.
- **Contraintes d'espace réelles pour un site particulier** : les contraintes d'espace physique réelles sur un site particulier affectent énormément la proposition de valeur globale de la haute densité. Dans de nombreuses installations existantes conçues pour une faible densité, on s'aperçoit que le déploiement d'une haute densité allège les contraintes d'espace. En revanche, les avantages de la réduction de l'espace informatique ne sont pas nombreux. D'un autre côté, les contraintes d'espace physique de certaines installations sont dues à un espace au sol très cher ou impossible à obtenir. Par conséquent, la méthode de spécification de la densité doit prendre en compte la surface de l'espace et toutes les limites physiques qui lui sont liées.

Perte d'espace dans l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement

L'infrastructure d'alimentation et de refroidissement utilise l'espace qui pourrait être utilisé par l'équipement informatique. Parfois l'équipement d'alimentation et de refroidissement se trouve dans une pièce voisine de celle de l'équipement informatique. L'espace utilisé est pourtant bien réel et doit être compté comme une perte réelle dans la densité réalisable. Cet espace utilisé par l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement peut être exprimé en racks et il augmente en même temps que les besoins en capacité d'alimentation et de refroidissement. Ces effets sont illustrés dans la **Figure 1**.

Figure 1

Effet de la spécification d'une densité moyenne par rack sur l'espace disponible pour les racks informatiques



Remarque : les courbes de ce tableau proviennent des formules présentées dans l'annexe.

Le graphique montre clairement que l'espace qui peut être utilisé par l'équipement informatique est réduit à mesure que la puissance moyenne spécifiée par rack de l'équipement informatique (densité de puissance) augmente. L'axe horizontal représente la puissance moyenne spécifiée par rack dans la salle. L'axe vertical représente le pourcentage d'emplacements disponibles pour les racks dans le local, qui est perdu en raison de l'espace utilisé par l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement, notamment l'onduleur, les unités de distribution et les climatiseurs de la salle informatique. La courbe inférieure de la **Figure 1** correspond à un système avec deux circuits d'alimentation (2N) et des climatiseurs redondants (N+1) dans la salle informatique. Il s'agit de l'architecture classique pour les applications à haute densité. Notez que dans les datacenters types actuels fonctionnant à 1,5 kW par rack, environ 15 % de l'espace au sol sont perdus. Toutefois, à mesure que la spécification de la densité augmente, l'espace disponible diminue. Lorsque la puissance moyenne par rack spécifiée dépasse 7 kW, plus de 50 % de l'espace est utilisé par l'équipement d'alimentation et de refroidissement et n'est donc pas disponible pour les racks informatiques. Peu importe si la densité réelle est bien inférieure à la densité spécifiée, l'espace est néanmoins occupé par l'équipement d'alimentation et de refroidissement. Ce graphique nous permet de déduire un principe directeur de l'architecture à haute densité : **spécifier pour un datacenter une densité plus élevée que celle réellement requise réduira inutilement l'espace disponible pour l'équipement informatique**. Cela constitue un inconvénient important, qui ne se limite pas à l'augmentation des coûts d'exploitation. C'est pour cela qu'il est indispensable que la densité soit planifiée de manière efficace, et lorsque cela est possible, que les systèmes d'alimentation et de refroidissement à haute densité ne soient déployés qu'en fonction des besoins.

Division de l'espace en zones de densité

Les conditions énumérées plus haut démontrent clairement qu'il est nécessaire de pouvoir spécifier différentes densités de puissance dans diverses zones du datacenter. Cela est indispensable pour permettre un déploiement échelonné d'équipements de densité différente. L'alternative, qui consiste à spécifier la charge maximale attendue pour le datacenter, n'est pas pratique car elle augmente les coûts d'investissement et d'exploitation d'un facteur compris entre 3 et 8, et réduit considérablement l'efficacité électrique.

Même en cas de déploiement en une seule étape, les avantages de la segmentation d'un datacenter en zones de densité sont importants. Par exemple, la différence de densité entre les serveurs lame et les systèmes de stockage est importante, et un datacenter dans lequel les serveurs et les systèmes de stockage sont séparés peut énormément bénéficier d'une segmentation en zones distinctes disposant de spécifications de densité différentes, même

si la charge de puissance totale du datacenter ne change pas.

Si l'emplacement des serveurs et des racks de stockage est aléatoire et n'est pas connu à l'avance, les systèmes de **distribution** d'alimentation et de refroidissement doivent être dimensionnés de sorte à pouvoir fournir une densité maximale à n'importe quel emplacement. En revanche, si une zone de faible densité est définie à l'avance pour les systèmes de stockage, la capacité des systèmes de distribution d'alimentation et de refroidissement peut être diminuée dans cette zone. Ainsi, les coûts d'investissement et d'exploitation sont réduits, et l'efficacité électrique améliorée.

Les zones de densité d'un datacenter peuvent être déterminées sur un plan du sol en répartissant les racks dans différentes zones. **Nous recommandons toutefois de ne pas diviser les zones de manière arbitraire, mais de toujours effectuer les divisions par rangées, où une rangée représente un groupe de racks de toutes tailles disposés côte à côte.** Le choix de la rangée comme unité de définition des zones de densité est préférable car :

- De nombreuses architectures de distribution d'alimentation des racks sont basées sur les rangées.
- De nombreuses architectures de distribution de refroidissement des racks sont basées sur les rangées.

La rangée est donc l'unité la plus rentable selon laquelle il est possible de déterminer les besoins en densité et l'incrément optimal de déploiement. Ainsi, la suite de ce document utilisera la rangée comme niveau par rapport auquel les variations de densité de la zone sont définies.

Stratégie de déploiement

Les conditions de spécification de la densité doivent prendre en compte l'évolution des charges informatiques au fil du temps, mais également les déploiements réalisés par étapes. Des hypothèses doivent être émises quant aux changements possibles (et au moment de ces changements) de l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement au fil du temps.

Il ne faut en aucun cas penser que l'équipement de distribution d'air et d'alimentation évoluera en réponse aux changements des charges informatiques. Les modifications apportées à ces systèmes, comme les interventions sur des circuits électriques sous tension ou des conduites d'eau, peuvent nécessiter l'arrêt de groupes de racks, voire même de l'ensemble du datacenter. Il a été démontré que l'erreur humaine est la première cause d'indisponibilité dans les datacenters et que les modifications apportées à l'équipement d'exploitation sont la première cause de temps d'arrêt. **Pour cette raison, il est recommandé d'installer l'équipement de distribution d'alimentation et de refroidissement d'une rangée ou d'une zone et de ne pas le modifier ou le reconfigurer au cours de la durée de vie de cette rangée ou zone.**

Cette approche est une stratégie de déploiement qui peut être résumée comme suit :

- Disposer les rangées de racks/baies sur le plan du sol avec des couloirs de circulation standards.
- Déterminer la spécification de densité d'une rangée, puis créer une rangée complète qui prenne en charge cette spécification.
- Si l'équipement qui doit être déployé correspond aux paramètres de spécification de d'une rangée incomplète existante, il peut être déployé dans cette rangée.

- Si l'équipement qui doit être déployé a une densité vraiment différente de celle de la rangée incomplète, il ne faut pas modifier les systèmes d'alimentation ou de refroidissement pour le déployer dans cette rangée, mais plutôt créer une autre rangée conçue pour sa densité.
- Les rangées qui restent peu équipées au fil du temps doivent être démontées complètement, puis recrées avec une spécification de densité différente, plus conforme aux besoins.

L'utilisation de cette stratégie est vivement recommandée puisqu'elle réduit la possibilité d'erreur humaine liée aux tâches de modification sur les rangées d'exploitation du datacenter. Cette stratégie, pratique et efficace, impose néanmoins une contrainte, dans la mesure où la distribution d'alimentation et de refroidissement d'un système de rangées ne change pas après l'installation.

Il existe, sur le marché, des produits de distribution d'alimentation et de refroidissement qui permettent la reconfiguration de l'architecture de l'alimentation et du refroidissement sans risque de temps d'arrêt. Par exemple, le système APC InfraStruXure permet :

- la modification de la sortie d'alimentation de l'onduleur par l'ajout de modules connectables à chaud ;
- le changement de type et de capacité des prises d'un rack via des unités de distribution de racks remplaçables à chaud ;
- l'ajout de capacités de ventilation de refroidissement supplémentaires sur un rack via des systèmes de branchement montés sur rack.

Ce type d'équipement permet plus de flexibilité après l'installation et s'avère particulièrement avantageux dans les installations plus petites où le déploiement par rangée par étape n'est pas possible.

Densité de pointe et densité moyenne d'une rangée ou d'une zone

Si tous les racks disposaient de la même charge de puissance, cela simplifierait la spécification de la densité, mais nous avons précédemment démontré que cela est presque impossible étant donné que les installations réelles ressemblent peu à ce type d'architecture. En fait, la densité des racks varie généralement entre zéro (panneau de brassage) et 30 kW (serveurs lame à haute densité). Cette variation a un effet considérable sur la spécification de densité effective.

Dans une rangée ou une zone donnée de racks où la puissance par rack varie, la puissance moyenne par rack sera inférieure à la puissance de pointe par rack. Le rapport important de la puissance de pointe / puissance moyenne par rack **réelle** dans une rangée sera donc systématiquement supérieur ou égal à un. Il est intéressant de prendre en considération d'autres méthodes pour spécifier la densité de puissance d'une rangée qui prend en charge un ensemble connu de racks ayant des consommations électriques différentes.

Spécification de la puissance maximale pour tous les racks en rangée : une approche de la spécification de la densité par rangée consiste à spécifier les densités de puissance et de refroidissement maximales anticipées pour tous les racks. Dans ce cas, la capacité d'alimentation et de refroidissement totale doit être mesurée en supposant que tous les racks consomment la puissance maximale.

Cela entraîne un surdimensionnement important des capacités d'alimentation et de refroidissement, ce qui se traduit par une augmentation des coûts d'investissement et d'exploitation, ainsi qu'une baisse de l'efficacité électrique. Ces conséquences sont nulles si le rapport puissance de pointe / puissance moyenne par rack est égal à un, mais elles deviennent importantes si ce rapport est supérieur ou égal à 1,5 sur la rangée. De plus, la spécification de la densité maximale ne prend pas en compte la possibilité de répartition

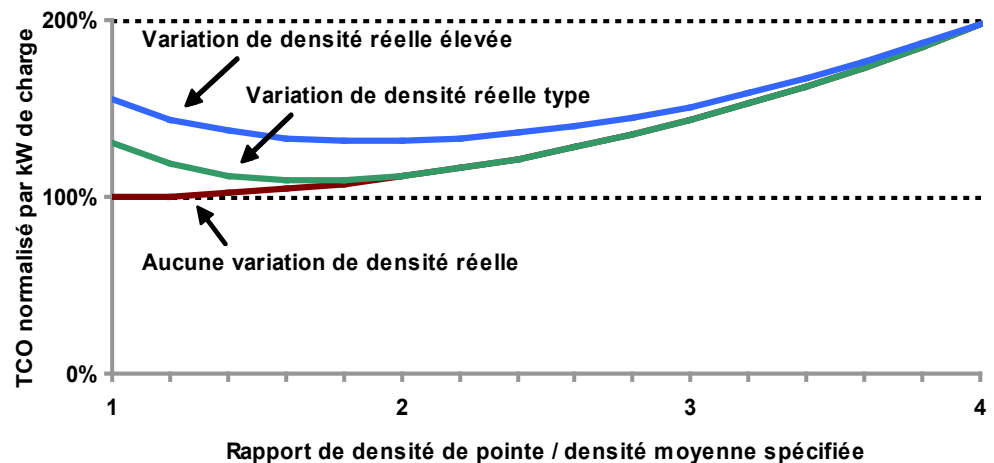
des charges à l'origine de la puissance maximale, qui permettrait de réduire le rapport puissance de pointe / puissance moyenne par rack. En général, la spécification de la puissance maximale sur l'ensemble des rangées n'est pas optimale sauf si le rapport puissance de pointe / puissance moyenne par rack est proche de 1, ce qui est rarement le cas sur les installations classiques.

Spécification de la puissance moyenne pour tous les racks en rangée : une autre approche consiste à spécifier une densité de puissance moyenne pour tous les racks. Comme l'approche précédente, cette méthode simple n'est pas satisfaisante, mais pour des raisons différentes. Elle requiert qu'en cas de charges de rack sur le point de dépasser la moyenne, des équipements soient retirés jusqu'à ce que les charges soient égales ou inférieures à la puissance moyenne. De plus, cette méthode comporte une autre limite subtile : les racks dont la densité réelle est inférieure à la densité spécifiée de l'architecture n'utilisent pas l'intégralité des capacités d'alimentation et de refroidissement, qui ne sont alors pas disponibles pour les autres racks. La rangée est en effet conçue uniquement pour alimenter et refroidir chaque rack jusqu'à la moyenne. Considérons le scénario suivant : un opérateur informatique souhaite déployer un châssis de serveurs lame de 4 kW dans une rangée conçue pour 2 kW par rack. Il est possible de réacheminer 2 kW de puissance non utilisée d'un rack vers le châssis de serveurs lame. Toutefois, le refroidissement d'une charge de 4 kW devient risqué car le système de refroidissement n'est pas conçu pour refroidir les racks au-delà de 2 kW. De plus, l'un des racks est maintenant inutilisable car sa puissance est utilisée par un autre.

En comparant les scénarios ci-dessus aux besoins, on peut remarquer que l'élément clé d'une spécification de densité effective est que **le rapport puissance de pointe / puissance moyenne d'une rangée doit être spécifié et doit être supérieur à un**. Le choix du rapport puissance de pointe / puissance moyenne par rack dépend de la variation attendue entre les racks. Cette relation est illustrée dans la **Figure 2** dans le cas d'un datacenter type :

Figure 2

Effet du rapport puissance de pointe / puissance moyenne par rack sur le coût total de possession pour l'alimentation et le refroidissement pour divers niveaux de variation de densité réelle entre les racks



La **Figure 2** indique la manière dont la spécification puissance de pointe / puissance moyenne affecte le coût total de possession¹ lié à l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement par kW d'équipement informatique installé, pour trois scénarios de variation d'alimentation réelle par rack. Les données indiquent que dans le cas où la consommation électrique de tous les racks est la même, le coût total de possession est optimisé (le plus faible) lorsque le rapport de densité de puissance de pointe / puissance moyenne est égal à un.

¹ Le coût total de possession comprend les coûts d'investissement de l'équipement d'alimentation et de refroidissement, le service après-vente de 10 ans, l'espace et le coût de la consommation électrique. Ces coûts vont de 50 000 à 90 000 € par rack en fonction de l'architecture et de l'utilisation fractionnée. Notez que les coûts de l'onduleur et du refroidisseur ne sont pas affectés par rapport puissance de pointe / puissance moyenne. Les variations du coût total de possession proviennent du coût des systèmes de distribution d'alimentation et de refroidissement.

Cela s'explique par le fait que la spécification d'une capacité de densité de puissance de pointe supplémentaire ajoute des coûts de distribution d'alimentation et de refroidissement, mais n'ajoute aucune valeur lorsque tous les racks ont la même consommation électrique. En revanche, lorsque la variation de puissance entre les racks augmente, l'incidence est importante si le rapport puissance de pointe / puissance moyenne n'augmente pas. Cela est dû à la capacité de refroidissement et d'alimentation non utilisable, combinée au besoin d'accroître l'espace au sol pour une charge informatique donnée. Ainsi, un rapport de densité puissance de pointe / puissance moyenne supérieur à un optimise le coût total de possession pour les installations réelles.

Cela nous conduit à examiner un autre élément clé de spécification efficace de densité pour les datacenters. **Le rapport de densité puissance de pointe / puissance moyenne d'une rangée doit être égal à deux environ pour les installations classiques, et si la variation attendue de densité réelle par rack de ce rapport dans une rangée est supérieur à 2, il est recommandé de disperser les charges informatiques à densité supérieure entre les racks pour limiter le rapport puissance de pointe / puissance moyenne, ou de réaffecter les charges éloignées à d'autres rangées.**

Spécifications de la densité basées sur des règles

Une fois les densités de puissance de pointe et de puissance moyenne par rack d'une rangée ou d'une zone spécifiées, il est possible d'envisager leur implémentation. Quand la puissance de pointe par rack est proche de la valeur moyenne, l'implémentation est directe. Toutefois, lorsque le rapport puissance de pointe / puissance moyenne par rack d'une rangée est de l'ordre de 1,5 voire plus, les défis et les coûts d'implémentation de l'architecture sont supérieurs. S'assurer que tous les racks peuvent fonctionner à la puissance de pointe tant que la puissance moyenne n'est pas dépassée est une contrainte importante pour les installations qui possèdent des systèmes de ventilation par faux planchers. Les densités de puissance moyenne et de puissance de pointe totales peuvent être augmentées si un déploiement de densité basé sur des règles est autorisé dans la spécification.

Pour comprendre la résolution du problème par des spécifications basées sur des règles, prenons

le cas d'une rangée devant être installée sur un système de ventilation par faux plancher existant, avec un rapport de densité puissance de pointe / puissance moyenne égal à 2. Du côté du système d'alimentation, chaque rack doit disposer d'une distribution d'alimentation à la densité de pointe, mais fournie par une unité d'alimentation ou un onduleur dont la valeur nominale correspond à la densité moyenne par rack multipliée par le nombre de racks. Cette implémentation est simple. Cependant, en matière de refroidissement, les racks ne disposent pas tous d'un système de distribution d'air bien défini sur une valeur nominale deux fois supérieure à la densité moyenne par rack. Les racks fonctionnant à une densité supérieure à la densité moyenne doivent se servir de la capacité inutilisée des racks adjacents fonctionnant à une densité inférieure à la moyenne. Si le faux plancher a une capacité de ventilation d'air limitée, la séparation des racks à haute densité dans la rangée réduit de manière considérable la surcharge locale du système de distribution de refroidissement. Si la spécification permet d'établir des règles concernant l'emplacement des racks à haute densité dans la rangée, la densité de pointe et la densité moyenne peuvent être atteintes en respectant les contraintes du système.

Voici un exemple de règle simple : l'augmentation de la densité de puissance d'un rack au-delà de la moyenne ne peut dépasser le delta consommation moyenne-consommation réelle moyenne des racks adjacents. Des règles plus complexes peuvent être utilisées pour

optimiser la densité de puissance prévisible pouvant être atteinte dans une installation donnée, et implémentées dans le système de gestion d'alimentation et de refroidissement.²

Spécifications d'options de densité en vue de croissance ultérieure

De nombreux datacenters s'agrandissent au fil du temps. Dans ce cas, il n'est pas toujours souhaitable ni pratique de spécifier la densité des rangées ou zones qui ne sont pas encore planifiées à l'avance. Une méthode pratique de spécification de la densité pour un datacenter doit tenir compte des besoins ultérieurs pour lesquels la densité est difficile à prévoir. Elle doit également permettre autant d'options d'évolution que possible. Dans l'idéal, les dépenses et engagements liés au déploiement de l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement doivent être reportés aussi longtemps que possible. De plus, l'expansion ultérieure du datacenter ne doit pas compromettre la disponibilité de l'équipement informatique qui est déjà en place.

La construction à l'avance de toute l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement pour prendre en charge une densité de puissance prédéfinie est une option largement répandue. L'avantage est que la pré-installation de l'équipement garantit qu'au cours des déploiements informatiques ultérieurs, le travail principal n'a pas besoin d'être effectué sur le centre de données en activité. Toutefois, cette approche comporte des inconvénients importants, notamment :

- La densité informatique ultérieure dépasse la densité de l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement et ne peut donc pas être déployée de manière efficace.
- La densité informatique ultérieure est inférieure à la densité de l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement ; d'où un gaspillage important des investissements d'infrastructure.
- L'installation n'est jamais développée ou l'expansion a lieu dans un autre emplacement en raison des réglementations ou d'autres problèmes, et des investissements d'infrastructure importants sont donc perdus.
- La charge du datacenter à court terme est très inférieure à la valeur nominale de l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement, conduisant à des baisses notables de l'efficacité électrique et à des coûts d'électricité importants et inutiles.
- L'installation à l'avance d'une infrastructure d'alimentation et de refroidissement inutilisée entraîne des coûts d'investissement en équipement et en entretien inutiles.

Un modèle efficace de spécification de densité doit éviter ces problèmes par l'intégration d'une conception et d'une implémentation modulaires et évolutives pour l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement. Cette architecture se base sur l'installation à l'avance des alimentations de l'installation principale comme les alimentations électriques au niveau de la rangée ou de la zone, conjointement avec l'installation échelonnée d'une infrastructure d'alimentation et de refroidissement onéreuse, telle que les onduleurs, les unités d'alimentation, les racks, la distribution de l'alimentation dans les rangées, les climatiseurs et l'équipement de distribution d'air. La densité spécifique qui doit être prise en charge dans une rangée ou une zone doit être définie au moment du déploiement, et l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement doit être déployée rangée par rangée. Le système APC InfraStruXure constitue un exemple pratique d'une architecture de ce type.

Ce propos nous conduit à examiner un autre élément clé de la méthode proposée de spécification de la densité. **Les rangées ou les zones d'un datacenter, qui doivent être déployées ultérieurement doivent être planifiées avec une valeur de densité maximale, et les tuyaux et câbles de l'alimentation principale doivent être installés à l'avance pour prendre en charge cette densité. Toutefois la sélection réelle de l'équipement d'alimentation et de refroidissement des rangées doit être effectuée une fois que les plans**

² L'implémentation de règles de densité de refroidissement dans un système de gestion est soumise à des brevets en instance déposés par APC Corporation

et la densité du déploiement sont définis. Ainsi, les premiers équipements de l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement sont adaptés à l'application réelle et l'infrastructure est déployée à l'endroit et au moment souhaités. Les coûts d'investissement et d'exploitation sont ainsi réduits, et l'efficacité électrique du datacenter optimisée.

Modèle

Nous pouvons maintenant établir un modèle de spécification de la densité de puissance qui réponde aux besoins identifiés plus haut et qui tienne compte des diverses contraintes et limites pratiques.

Ce modèle inclut les éléments clés suivants :

- Une disposition physique du datacenter est créée en fonction des rangées de racks ou de baies.
- Pour chaque rangée, les données du **Table 3** sont requises.

Table 3

Données requises au niveau de la rangée

Données	Unité	Description	Utilisation principale
Nbre d'emplacements de racks	Nombre	Nombre d'emplacements de racks dans une rangée. Inclut tous les emplacements, certains d'entre eux pouvant être utilisés ensuite par l'équipement d'alimentation ou de refroidissement en fonction de l'architecture.	Déterminer les besoins totaux d'alimentation et de refroidissement de la rangée.
Densité moyenne par rack dans la rangée	kW/rack	Densité de puissance moyenne par rack indiquée par les racks informatiques dans une rangée donnée. Doit être spécifiée pour chaque rangée de la salle.	Déterminer les besoins de distribution globale d'alimentation et d'air d'une rangée.
Densité de pointe par rack dans la rangée	kW/rack	Densité de puissance de pointe par rack indiquée par un rack dans une rangée donnée. Doit être spécifiée pour chaque rangée de la salle.	Déterminer l'architecture du système de distribution d'alimentation et de refroidissement par rack.

- Pour les rangées à déployer ultérieurement, les valeurs réalistes maximales des densités de puissance de pointe et de puissance moyenne doivent être spécifiées, sachant que ces valeurs peuvent être diminuées avant le déploiement avec une petite incidence issue du surdimensionnement des tuyaux et des câbles de l'alimentation principale.
- Les données du **Table 4** peuvent être calculées à partir des informations ci-dessus.

Table 4

Données de densité calculées

Données	Unité	Description	Utilisation principale
Nbre total de racks disponibles	Nombre	Nombre de racks informatiques disponibles dans l'architecture, après déduction de l'emplacement des racks affectés à l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement.	Déterminer l'espace total disponible des racks informatiques à des fins de planification.
Besoin initial total de puissance	kW	Besoins initiaux en alimentation et refroidissement de la salle informatique, déploiements ultérieurs exclus.	Déterminer l'investissement et la taille de l'infrastructure immédiate d'alimentation et de refroidissement requis.
Besoin final total de puissance	kW	Besoins d'alimentation et de refroidissement maximaux pour la salle.	Déterminer la taille de l'infrastructure de l'installation y compris les commutateurs, le câblage et la plomberie de refroidissement.
Densité de puissance de pointe	kW/rack	Densité de puissance maximale dans une rangée.	Réaliser l'architecture de distribution du refroidissement.
Densité de puissance moyenne du datacenter	kW/rack	Récapitulatif de la densité du datacenter.	Permettre la conversion dans d'autres mesures comme W/pied ² ou W/m ² . Ces conversions sont soumises à la définition choisie dans le Tableau 2 .

Le problème le plus complexe dans la définition de la densité à l'aide de cette méthode est de déterminer les emplacements de racks requis pour l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement, et qui sont donc indisponibles pour l'équipement informatique. Une valeur égale à 1 emplacement de rack utilisé par l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement pour chaque charge informatique de 15 kW est une valeur considérée comme correcte pour l'estimation de la densité. Cette valeur s'appuie sur les besoins moyens d'alimentation et de refroidissement, y compris les dégagements présents dans les installations de datacenter 1N et 2N existantes. La valeur exacte dépendra de l'architecture d'alimentation et de refroidissement choisie, des contraintes de la salle et des consignes communiquées par le fournisseur du système. Par exemple, dans le cas du système de datacenter APC InfraStruXure, APC fournit des outils de conception assistée par ordinateur, qui effectuent ces calculs pour chaque architecture.

Consignes pratiques d'utilisation

L'utilisation du modèle de spécification de la densité décrit précédemment n'assure pas à elle toute seule une architecture optimale. La disposition et le choix de la salle et les estimations des besoins de densité peuvent affecter l'installation finale. Toutefois, l'utilisation de ce modèle possède les avantages clés suivants :

- Il fournit une description de la densité du datacenter plus complète et précise que celle des autres méthodes de spécification utilisées.
- Les datacenters créés selon cette spécification ont des performances plus prévisibles.
- Le modèle est suffisamment spécifique ; les coûts, y compris les coûts d'investissement et d'exploitation peuvent donc être rapidement estimés, accélérant ainsi le cycle de conception et permettant une analyse d'autres scénarios.

- Ce modèle prend en charge un système de déploiement de datacenter modulaire et évolutif qui peut réduire considérablement le coût total de possession et améliorer l'efficacité électrique.

Les applications pratiques de cette méthode de spécification de la densité incluent :

- la comparaison du coût total de possession avec d'autres sites de datacenters ou d'emplacements de salles ;
- l'estimation des coûts associés à la densité croissante dans un datacenter planifié ou existant ;
- la définition claire des attentes des utilisateurs informatiques en matière de densité, de sorte que ces derniers, les opérateurs de datacenters et les fournisseurs de systèmes de centre de données aient les mêmes attentes.

L'implémentation de cette méthode de spécification de la densité dans des outils de conception assistée par ordinateur peut simplifier et automatiser les processus de spécification et de conception.

Exemple de spécification de datacenter

Voici un exemple qui illustre la façon dont le modèle peut être utilisé pour spécifier un datacenter réel. Dans cet exemple, une salle est fournie pour un projet de consolidation de serveurs. Tous les systèmes de distribution d'alimentation et de refroidissement, ainsi que les onduleurs, peuvent être placés dans une salle qui n'existe pas encore. En raison de la hauteur, il n'y a pas de faux-plancher et il est impossible d'en ajouter un. Un ensemble d'équipements de réseau divers doit être déployé, notamment des serveurs lame, des serveurs montés en rack, ainsi que du matériel de réseau et de stockage. Les serveurs lame doivent être situés les un à côté des autres et non dispersés. On estime que le matériel nécessaire à ce moment ne remplira que la moitié de la salle fournie. L'espace inoccupé restant est prévu pour une densité de 20 % supérieure à celle déjà déployée, avec une capacité de prise en charge d'au moins 3 racks de serveurs lame dont la consommation est estimée à 25 kW chacun. Les besoins en disponibilité concernent un système d'alimentation et de refroidissement non redondant.

La **Figure 3** illustre le tracé de la salle, avec une proposition de positionnement d'un total de 41 emplacements de racks dans la salle. Les rangées 1, 2 et 3 seront immédiatement déployées, et les rangées 4, 5, 6 et 7 le seront plus tard. La révision du déploiement planifié actuel permet l'affectation d'équipement électrique aux rangées afin de réduire le rapport puissance de pointe / puissance moyenne des rangées, et place les serveurs lame ensemble, comme requis, dans la rangée 2. La spécification au niveau des rangées 1, 2 et 3 est indiquée dans le **Table 5**.

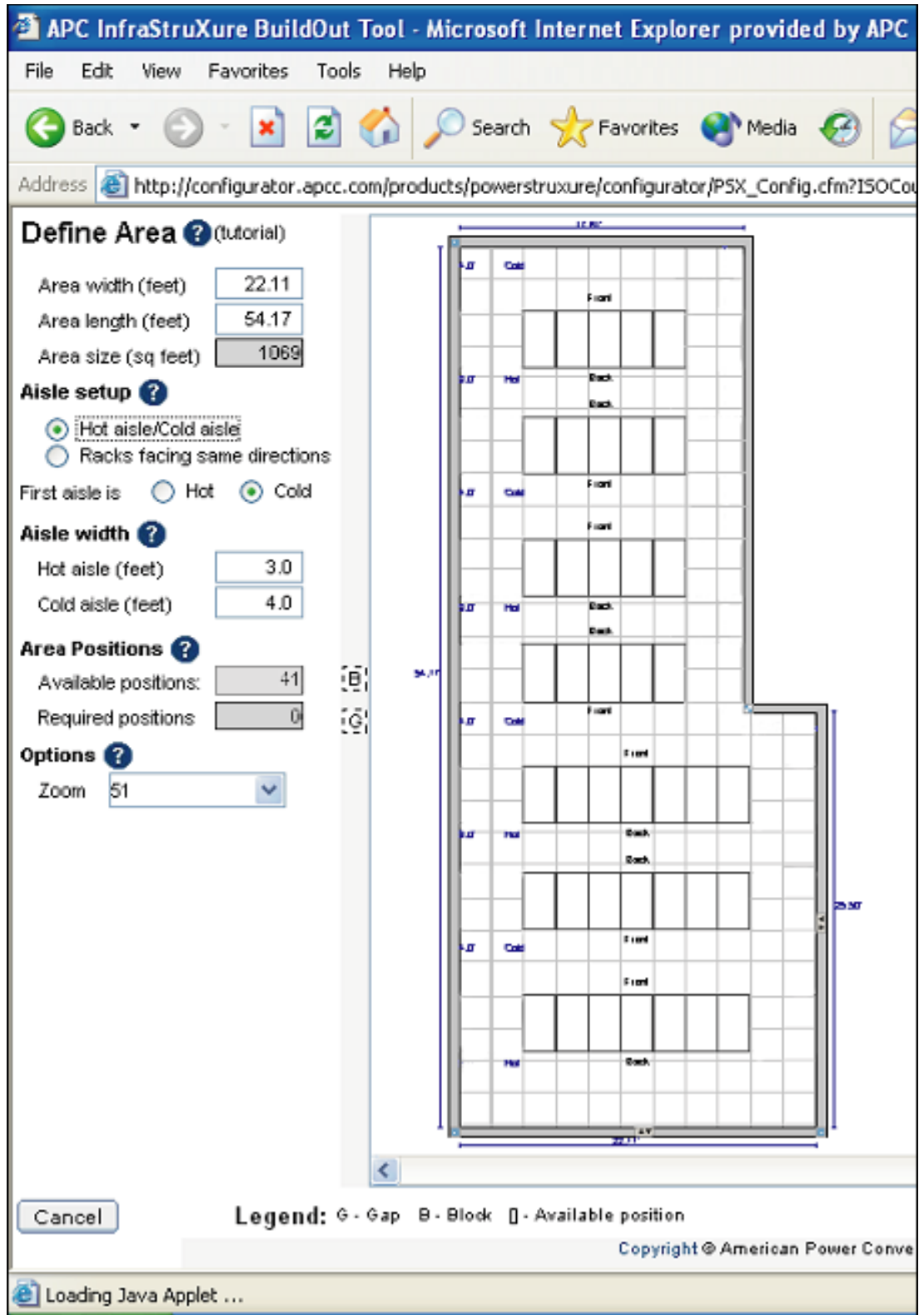


Figure 3

Plan au sol du datacenter avec proposition de disposition des racks
(Capture d'écran du logiciel APC InfraStruXure Build Out Tool)

Table 5

Données de densité des rangées pour le datacenter proposé

Données	Unité	Rangée 1	Rangée 2	Rangée 3	Rangée 4	Rangée 5	Rangée 6	Rangée 7	Généralités
Nbre d'emplacements de racks	Nombre	7	7	7	5	5	5	5	41
Densité moyenne par rack dans la rangée	kW/rack	2	5	3	4	4	4	4	3,7
Densité de pointe par rack dans la rangée	kW/rack	4	15	6	15	15	15	15	15

À partir de ces informations, il est possible de calculer la densité moyenne du premier déploiement, soit $2*7 + 5*7 + 3*7 / 21 = 3,3$ kW par rack. Si les rangées supplémentaires sont prévues à une densité de 20 % supérieure (sans spécifier encore les détails de ces rangées), la densité moyenne totale du datacenter peut être calculée et sera égale à $(2*7 + 5*7 + 3*7 + 4*5 + 4*5 + 4*5 + 4*5) / 41 = 3,7$ kW par rack. La spécification d'une densité de pointe de 15 kW pour les rangées ultérieures non définies offre une flexibilité importante concernant les modifications ultérieures apportées à l'architecture de ces rangées. Le **Table 5** illustre ces spécifications pour les rangées 4, 5, 6 et 7. La seule conséquence à l'affectation d'une valeur de pointe élevée aux rangées ultérieures est que les systèmes d'alimentation et de refroidissement principaux sont modérément dimensionnés.

À l'aide de la **Figure 1**, la première estimation de l'espace final utilisé par l'équipement d'alimentation et de refroidissement sera de 30 % avec une densité moyenne de 3,7 kW par rack, ce qui équivaut à 13 racks (30 % x 41 racks). Ensuite, le nombre final total de racks informatiques disponibles, en fonction de la spécification de densité, sera de 70 %, soit 28 racks.

La spécification de la densité du projet de consolidation de serveurs proposé se compose des valeurs du **Table 5** et du **Table 6**.

Table 6

Données calculées pour la salle du datacenter proposée

Données	Valeur	Unité	Commentaires
Nbre total de racks disponibles	28	Nombre	Une partie de l'espace du datacenter est occupée par l'équipement d'alimentation et de refroidissement.
Besoin initial total de puissance	47	kW	Un équipement d'alimentation et de refroidissement d'au moins 47 kW doit être installé au départ. À l'aide de la Figure 1, en fonction de la densité des rangées 1, 2 et 3, le nombre d'espaces disponibles pour les racks informatiques est de 6, 4 et 5 respectivement ($6 \times 2 \text{ kW/rack} + 4 \times 5 \text{ kW/rack} + 5 \times 3 \text{ kW/rack} = 47 \text{ kW}$).
Besoin final total de puissance	104	kW	Le reste de l'équipement d'alimentation et de refroidissement, 60 kW, est différé jusqu'à ce que le reste des rangées soit déterminé ($28 \text{ racks informatiques} \times 3,7 \text{ kW/rack} = 104 \text{ kW}$).
Densité de puissance de pointe	15	kW/rack	Le refroidissement à haute densité réduit les options disponibles et accroît le coût. La dispersion de ces charges de pointe devra être étudiée avant d'envisager une architecture à cette densité.
Densité de puissance moyenne du datacenter	3,7	kW/rack	Comme spécifié, ce centre de données a une densité de deux fois la densité moyenne du datacenter existant. Moins de 2 % des datacenters actuels atteignent une telle densité.

L'architecture peut maintenant être créée. L'étape suivante consiste à déterminer les emplacements réels de l'équipement d'alimentation et de refroidissement en fonction des caractéristiques techniques de l'équipement et de l'architecture du système. Cette procédure est établie selon des modèles mathématiques complexes de l'équipement donné, avec des règles d'optimisation et les préférences du client. Elle est unique pour chaque fournisseur d'équipement d'alimentation et de refroidissement et ne sera pas développée dans le présent document. Dans l'idéal, l'architecture ne ferait appel qu'à l'équipement d'alimentation et de refroidissement requis par le déploiement initial mais anticiperait et faciliterait l'installation future de ce type d'équipement afin qu'il réponde en partie au plan de déploiement ultérieur spécifié, par exemple, en vérifiant qu'au cours de la première phase de déploiement, les tuyaux d'alimentation électrique principale et de refroidissement sont préinstallés pour les futurs racks. Notez que bien que les futures rangées soient actuellement spécifiées avec des valeurs de densité moyenne et de densité de pointe par rack, ces valeurs peuvent être modifiées à tout moment avant le futur déploiement, tant que la puissance totale de l'ensemble de la zone ne dépasse pas la valeur actuellement planifiée.

Conclusion

Les méthodes traditionnelles de spécification de la densité des datacenters sont obsolètes, ambiguës et trompeuses. Ces méthodes héritées ne peuvent fournir des indications de planification permettant de prévoir les performances d'alimentation et de refroidissement du datacenter avec la haute densité électrique des dernières générations d'équipement informatique.

Ce document met en avant les besoins en termes de spécification de la densité et présente une nouvelle méthode. Celle-ci fournit des spécifications concrètes qui définissent clairement les besoins du personnel informatique et ceux des concepteurs d'installations. Elle simplifie la création de datacenters rentables, prévisibles et caractérisés par une efficacité électrique.



À propos des auteurs

Neil Rasmussen est vice-président senior du service Innovation de Schneider Electric. Il est en charge de la direction technique du plus gros budget du monde consacré à la recherche et au développement de l'infrastructure physique (alimentation, climatisation, rack) de réseaux critiques.

Neil Rasmussen détient 19 brevets liés au haut rendement et à l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement des datacenters à haute densité. Il a publié plus de 50 livres blancs dédiés aux systèmes d'alimentation et de refroidissement, dont une grande partie ont été traduits dans plus de 10 langues, et s'est récemment intéressé plus spécifiquement à l'amélioration du rendement énergétique. Il est un conférencier reconnu dans le monde entier dans le domaine des datacenters à haut rendement. Neil travaille actuellement au développement d'infrastructures évolutives à haut rendement et haute densité pour les datacenters. C'est l'un des principaux architectes du système InfraStruXure d'APC.

Avant de fonder APC en 1981, Neil a obtenu un diplôme d'ingénieur et une licence en génie électrique au Massachusetts Institute of Technology avec une thèse sur l'analyse de l'alimentation de 200 MW d'un réacteur à fusion Tokamak. De 1979 à 1981, il a travaillé aux Lincoln Laboratories du MIT sur les systèmes de stockage d'énergie à volant d'inertie et sur la génération électrique à partir de l'énergie solaire.



Ressources

Cliquez sur l'icône pour accéder aux ressources



Alimentation électrique et refroidissement pour racks et serveurs lame de très

Livre Blanc 46



Rack Powering Options for High Density

Livre Blanc 29



Consultez tous les livres blancs

whitepapers.apc.com



Consultez tous les outils

TradeOff Tools™

tools.apc.com



Contactez-nous

Pour des commentaires sur le contenu de ce livre blanc:

Datacenter Science Center
DCSC@Schneider-Electric.com

Si vous êtes client et que vous avez des questions relatives à votre projet de datacenter:

Contactez votre représentant **Schneider Electric**
www.apc.com/support/contact/index.cfm

Annexe

Calcul de l'espace disponible pour les racks du datacenter, sans l'équipement d'alimentation et de refroidissement

Le graphique de la **Figure 1** est obtenu par l'instauration d'un équilibre entre la puissance de charge et la capacité d'alimentation / de refroidissement, où

PI = puissance de l'équipement informatique

PN = capacité de l'équipement d'alimentation et de refroidissement

DI = densité de l'équipement informatique par rack en kW/rack

DN = densité de l'équipement d'alimentation / refroidissement par rack en kW/rack

RN = nombre d'emplacements de racks utilisés par l'équipement d'alimentation et de refroidissement

RI = nombre d'emplacements de racks utilisés par l'équipement informatique

RT = nombre total d'emplacements de racks dans l'espace

$$P_N = P_I$$

$$R_N D_N = R_I D_I$$

$$R_N = \frac{R_I D_I}{D_N}$$

Toutefois, $R_N = R_T - R_I$

Donc, $R_T - R_I = \frac{R_I D_I}{D_N} \quad R_T = R_I \left(1 + \frac{D_I}{D_N} \right)$

$$\frac{R_I}{R_T} = \frac{1}{\left(1 + \frac{D_I}{D_N} \right)}$$

La formule finale génère la fonction de la **Figure 1**. Les valeurs DN dépendent des spécificités de l'équipement utilisé, ainsi que de la configuration de la redondance.