

Analyse quantitative comparée d'un datacenter préfabriqué vs conventionnel

Livre blanc 218

Révision n°0

par Wendy Torell
Mercedes Cortes
James Luntz

Synthèse analytique

Les datacenters modulaires préfabriqués offrent de nombreux avantages par rapport aux datacenters conventionnels : flexibilité accrue, meilleure prévisibilité et déploiement accéléré. Cependant, le coût est parfois un obstacle au déploiement de ces nouvelles solutions. Dans ce livre blanc, nous cherchons à quantifier les écarts de coût entre un datacenter conventionnel et un datacenter préfabriqué de 440 kW, dotés d'une infrastructure d'alimentation et de refroidissement identiques. Le but est d'identifier les facteurs de coût essentiels, et de démontrer que les modules préfabriqués ne représentent pas nécessairement un surcoût d'investissement. L'analyse a été effectuée et validée à l'aide d'une plateforme d'analyse Cloud de Romonet, une solution professionnelle non rattachée à un fournisseur.

Introduction

Le choix d'un datacenter préfabriqué plutôt qu'un centre conventionnel « en dur » repose souvent sur des avantages anticipés : déploiement accéléré, meilleure fiabilité et prévisibilité améliorée. Le livre blanc 163, [Modules d'alimentation et de refroidissement préfabriqués pour les centres de données](#), traite de ces avantages en détail.

Cependant, certains considèrent que les modules préfabriqués permettent de réaliser des économies, alors que d'autres pensent qu'ils représentent un surcoût. Il y a donc une certaine confusion autour des implications de coût réelles lorsqu'il faut déterminer le projet le plus adéquat.

L'analyse des coûts peut s'avérer complexe, car de nombreuses variables et hypothèses peuvent influencer sur l'écart de coût entre les datacenters préfabriqués et conventionnels. Dans le livre blanc 164, [Analyse comparative du CTP d'un datacenter conventionnel vs datacenter évolutif préfabriqué](#), nous démontrons que la préfabrication permet de mettre à l'échelle et d'optimiser le projet de datacenter, afin de réduire sensiblement le coût et la consommation d'énergie par rapport à un datacenter conventionnel trop grand.

Dans ce livre blanc, nous quantifions les écarts de coût d'investissement de deux datacenters de même capacité, dotés d'infrastructures de refroidissement et d'alimentation identiques, avec le même niveau de redondance, la même densité et les mêmes racks. Nous pouvons ainsi isoler les écarts de coût entre les deux approches (préfabriqué ou conventionnel). Cette analyse est basée sur une conception de référence Schneider Electric (n°26) décrite en détail dans la section suivante.

Les coûts d'investissement appliqués à cette analyse incluent les dépenses matérielles, les coûts de conception, de préparation de site, d'installation et de mise en service. Pour ce projet spécifique, les modules préfabriqués permettent une économie d'investissement de l'ordre de 2 % (coût quasiment égal au modèle conventionnel). La **Figure 1** détaille les coûts par poste de dépense. Comme le montre ce tableau, les dépenses matérielles sont plus importantes pour les datacenters préfabriqués. Cependant, cet écart est compensé par des coûts de surface occupée plus faibles (extérieur vs intérieur) et des coûts de main-d'œuvre réduits (travail sur site). Nous traiterons de ces résultats dans la section correspondante. Cette analyse a été effectuée et validée à l'aide de la plateforme d'analyse Cloud de Romonet¹

¹Romonet est évoqué plus loin dans la section Méthodologie. <http://www.romonet.com/>

Stick built vs. Prefabricated Capex Summary for reference design 26 and equivalent traditional data center

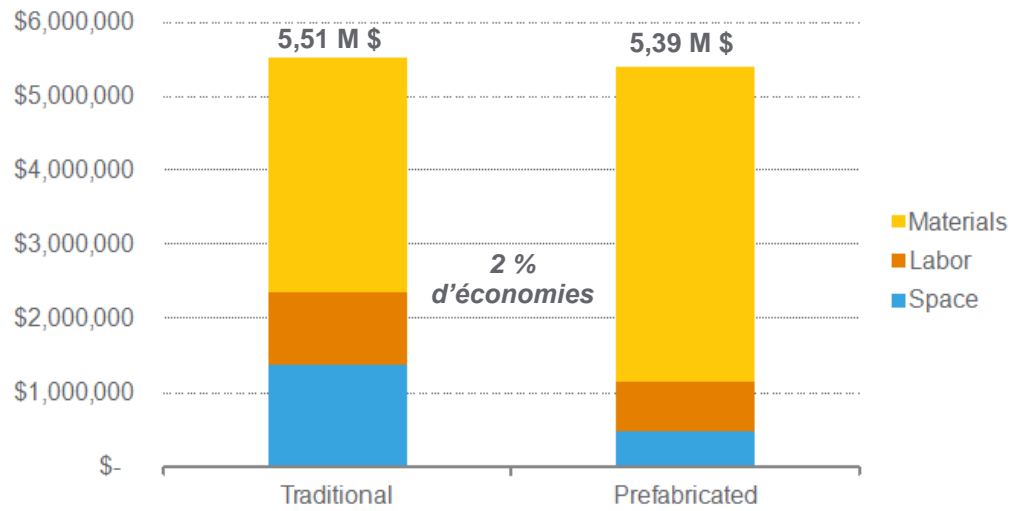


Figure 1

Les résultats de l'analyse de coût montrent que les datacenters conventionnels et préfabriqués ont un coût quasiment identique.

Analyse des architectures

Qu'est-ce qu'une conception de référence ?

Les conceptions de référence sont des projets de construction de datacenter testés, validés et documentés. Ils incluent des schémas linéaires, des plans d'occupation des sols, des schémas de canalisation et des listes d'équipements.

Ils constituent le point de départ des équipes de projet, car :

- ils simplifient la planification ;
- ils réduisent le délai d'obtention de plans de construction ;
- ils réduisent les risques et prédisent les performances du bâtiment.

Les projets Schneider Electric sont disponibles à la page :

<http://designportal.apc.com/dcrd/pages/filter.html>

Nous avons analysé deux datacenters de 440 kW, l'un préfabriqué composé de modules d'alimentation, de refroidissement et de matériel informatique, l'autre « en dur », placé dans un bâtiment conventionnel en briques et ciment abritant tous les équipements intérieurs. La **Figure 2** présente ces deux projets de façon schématique. Le schéma du haut présente le datacenter préfabriqué. Les modules extérieurs d'alimentation, de refroidissement à l'eau et d'informatique sont placés dans une cour découverte, à côté des équipements habituellement installés dehors (générateurs, groupes de production d'eau glacée). Le schéma du bas montre un bâtiment conventionnel avec des espaces alloués aux locaux électriques, techniques et informatiques, ainsi que les équipements placés en extérieur (groupes de production d'eau glacée et générateurs). Le **Tableau 1** compare les caractéristiques des deux datacenters, notamment la classification Tier, l'alimentation, le refroidissement et la conception des racks.

Ces datacenters sont basés sur une conception de référence documentée de Schneider Electric, disponible à l'adresse <http://designportal.apc.com/dcrd/resources/pdf/en/RD26DSR1.pdf>. Voir l'**encadré** pour découvrir nos conceptions de référence ainsi que notre livre blanc 147, [Projets de datacenters : les avantages liés à l'utilisation d'une conception de référence](#) pour obtenir plus d'informations. Dans les deux projets, les principaux éléments sont identiques (onduleur, groupes de production d'eau glacée, unités d'alimentation de rack, racks, etc.)

Vue 3D du centre préfabriqué

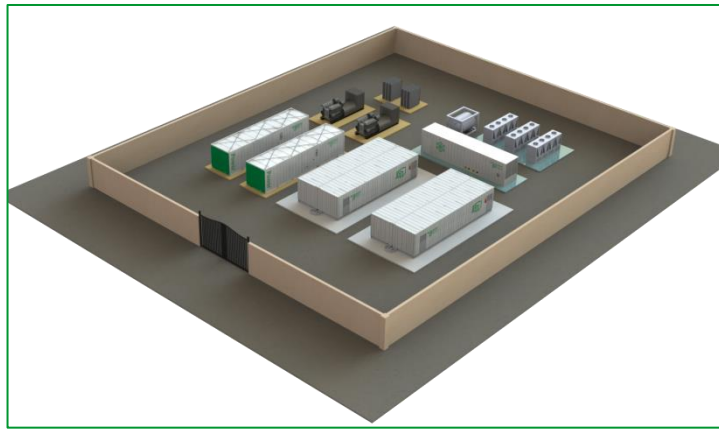


Figure 2

Présentations schématiques des projets préfabriqué et conventionnel

Vue 3D du datacenter conventionnel

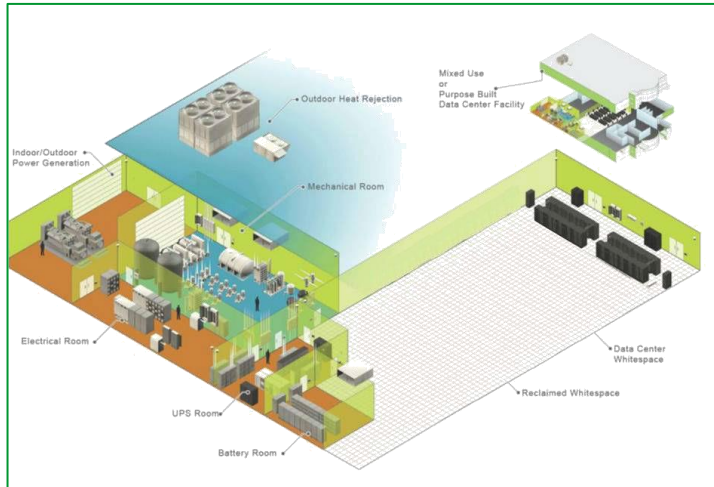


Tableau 1

Comparaison des architectures

Attribut	Préfabriqué	Conventionnel
Charge tolérée	440 kW	440 kW
Disponibilité cible	Tier III	Tier III
Architecture énergétique	Alimentation 2N, (2) modules d'alimentation 500 kW avec 5 min de délai de sauvegarde, générateurs de secours 2N	Alimentation 2N, (2) systèmes d'alimentation 500 kW avec 5 min de délai de sauvegarde, générateurs de secours 2N
Architecture de refroidissement	Groupe de production d'eau glacée monobloc N+1, économiseur d'eau, module hydronique, CRAH en rangée N+1	Groupe de production d'eau glacée monobloc, économiseur d'eau, local technique, CRAH en rangée N+1
Configuration informatique	44 racks, 10 kW/rack en moyenne, (2) modules double rack	44 racks, 10 kW/rack en moyenne, local informatique
Structure	Infrastructure sur mesure préassemblée, composée de conteneurs isolés résistant à des intempéries	Bâtiment conventionnel avec local informatique dédié, infrastructure montée sur place.
Dimensions du site	910 m ² (9 800 pieds carrés) en extérieur	725 m ² (7 800 pieds carrés) en intérieur*

**Remarque : notre analyse ne prend pas en compte l'espace extérieur supplémentaire autour du bâtiment.*

Alimentation électrique

Le datacenter que nous avons analysé possède des câbles secteur et des générateurs redondants, chacun alimentant un bus de commutation 1 200 A/480 V et un onduleur 500 kW, reliés aux modules informatiques par une combinaison de tableaux électriques basse tension et d'unités d'alimentation électrique 175 kW. En outre, le local technique est également alimenté par des onduleurs N+1 séparés (32 kW de capacité chacun). La **Figure 3** est un diagramme linéaire qui schématise l'alimentation.

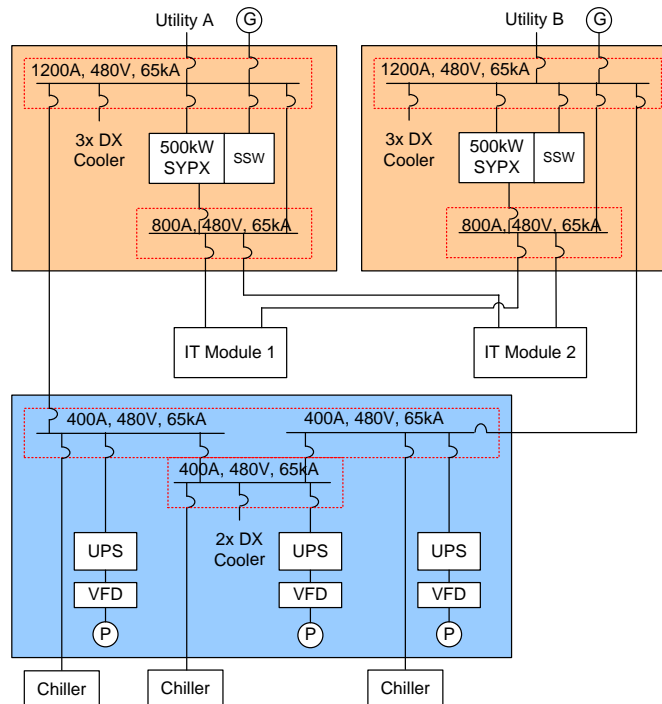


Figure 3
Architecture énergétique

Refroidissement

Le système de refroidissement des datacenters que nous avons analysés est composé de trois groupes de production d'eau glacée monoblocs de 275 kW chacun, dans une configuration N+1. Chaque groupe de production d'eau glacée est équipé d'un refroidisseur à sec intégré, pour le mode économie. Pour le datacenter préfabriqué, un module hydronique est requis. Il comporte les pompes, les vannes, les commandes et les instruments requis. Pour le datacenter conventionnel, ces équipements se trouvent dans le local technique du bâtiment. La **Figure 4** illustre l'architecture des canalisations et la configuration des pompes équipant les datacenters. Le système doit alimenter les climatiseurs CRAH en rangée du local informatique.

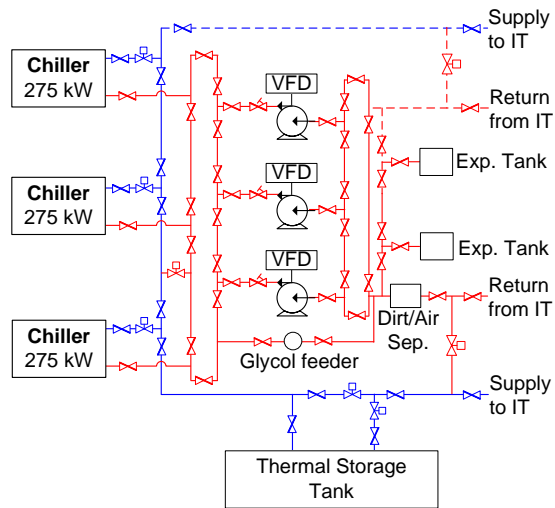


Figure 4

Architecture de refroidissement

Local informatique

Pour les deux projets de datacenter, le local informatique comporte 44 racks informatiques, chacun pouvant tolérer une charge informatique de 10 kW. Les unités d'alimentation redondantes (2N) avec transformateurs d'isolation alimentent les unités d'alimentation redondantes à tensiomètre montées sur chacun des racks. Le confinement des allées chaudes permet d'optimiser la circulation de l'air dans le bâtiment. Les climatiseurs CRAH en rangée N+1 sont placés le long des rangées de racks.

La disposition exacte des racks, des refroidisseurs et des unités d'alimentation varie d'un projet à l'autre. Pour le datacenter préfabriqué, le local informatique comporte deux modules informatiques à double rack. La **Figure 5** illustre les deux modules à double rack. Pour le datacenter conventionnel, le local informatique est plus grand. Il contient l'ensemble des 44 racks et des équipements connexes.

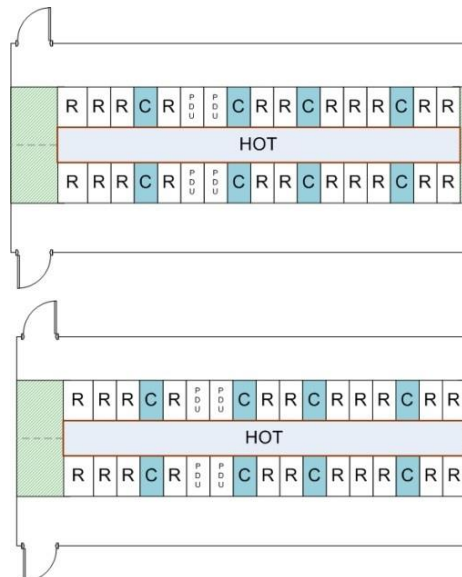


Figure 5

Local informatique du datacenter préfabriqué

Méthodologie

Nous avons utilisé un logiciel tiers de modélisation de datacenter développé par [Romonet](#) pour effectuer cette comparaison de coût d'investissement. La **Figure 6** montre la disposition logique du datacenter modélisé. Ce modèle montre le flux d'énergie circulant dans l'infrastructure d'alimentation et de refroidissement du datacenter. Les flèches bleues correspondent aux branchements électriques, les flèches rouges correspondent aux branchements du circuit de refroidissement. Le logiciel de modélisation peut également analyser les coûts énergétiques. Pour cette analyse, étant donné que les sous-systèmes utilisés étaient identiques (et affichaient donc des écarts négligeables en dépenses d'énergie), nous n'avons utilisé que le calcul de dépenses d'investissement (CAPEX) sur cet outil.

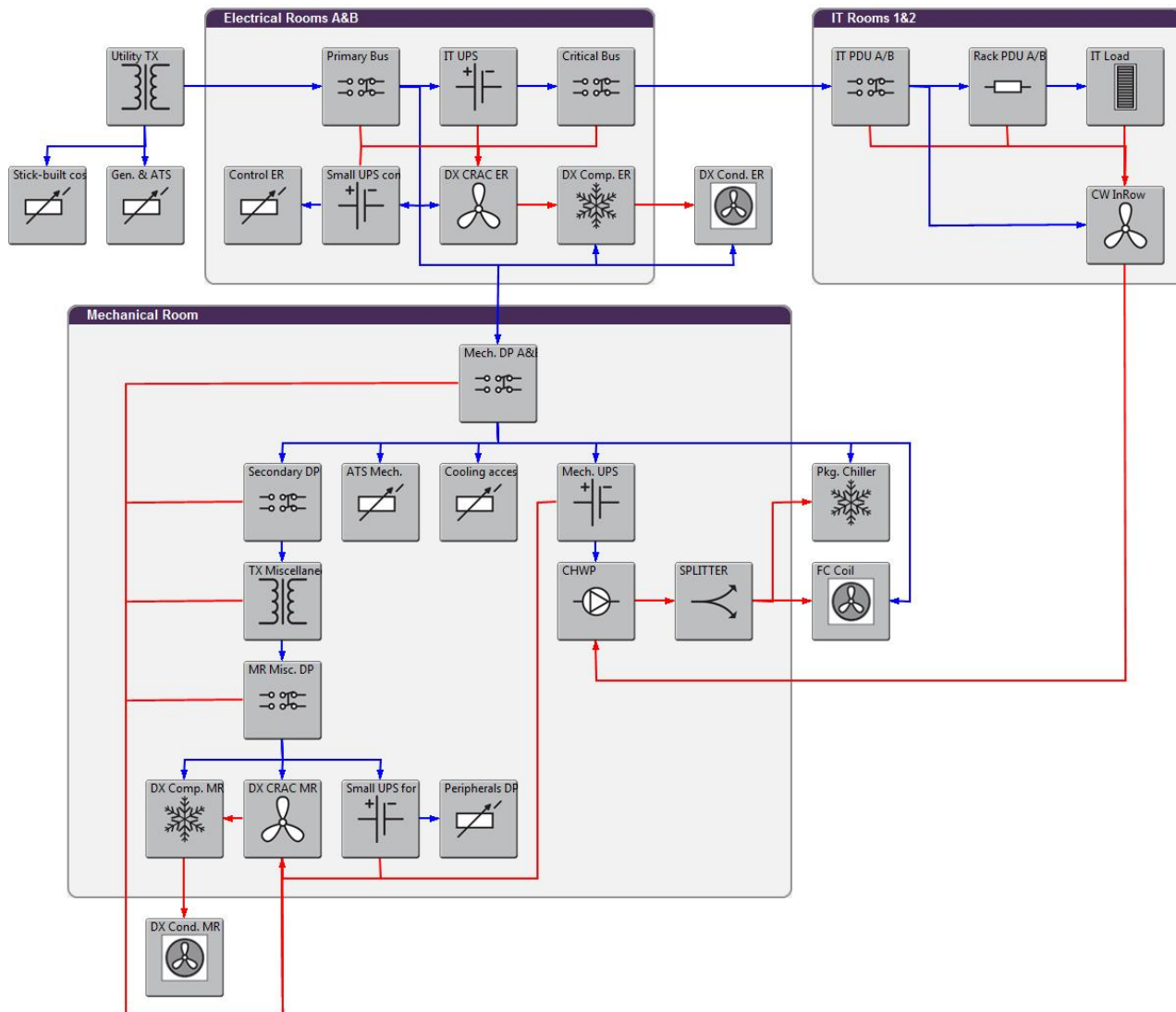
Chaque bloc représente un sous-système du datacenter. Pour chacun des blocs, le coût appliqué inclut la dépense d'investissement matériel et le coût d'installation. Chaque bloc est également configuré de façon à s'adapter aux redondances des différents projets, comme indiqué ci-dessus.

Les zones grisées correspondent aux locaux ou modules hébergeant les sous-systèmes. Les éléments non grisés se trouvent à l'extérieur.

Les experts de chez Romonet ont révisé et validé ce modèle.

Figure 6

Modèle de datacenter analysé par la plateforme d'analyse de Romonet



Hypothèses

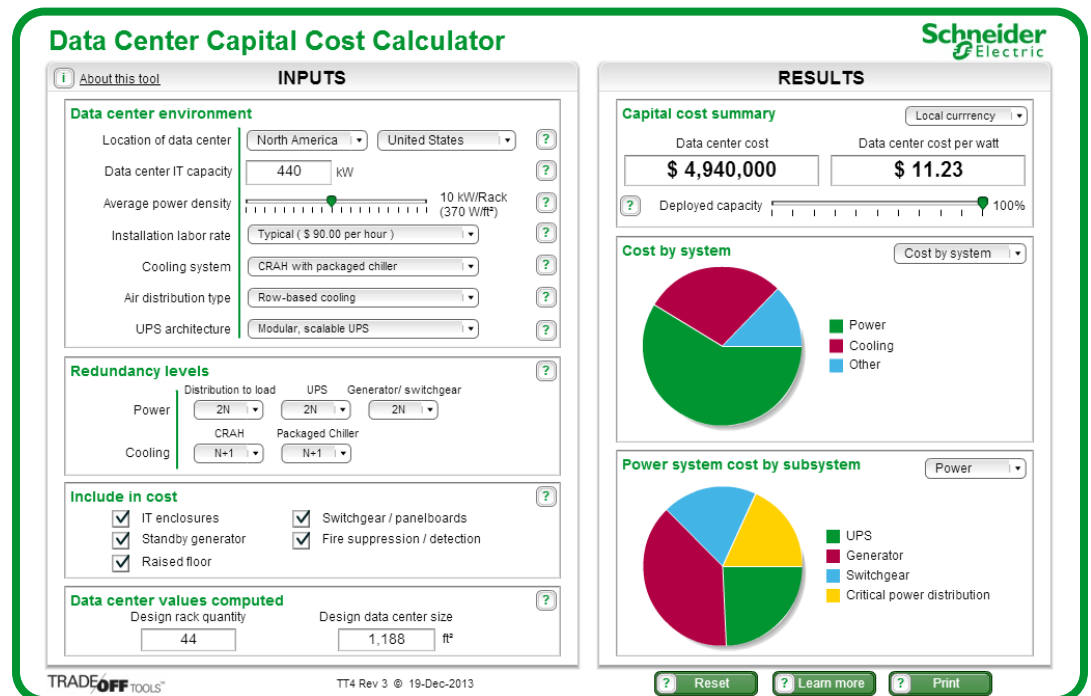
Les principales hypothèses appliquées à cette analyse financière sont les suivantes :

- Équipements de datacenter 440 kW installés le jour 1, comme décrit ci-dessus (texte et schémas)
- Datacenters installés aux États-Unis, pour un coût de main-d'œuvre moyen dans ce pays.
- Prix du terrain : 269 \$/m² (25 \$/pied carré)
- Prix au mètre carré du bâtiment fini : 1 615 \$/m² (150 \$/pied carré)
- La surface extérieure totale du datacenter préfabriqué est de 865 m² (9 310 pieds carrés), y compris le dégagement nécessaire autour des modules.
- Les modules préfabriqués sont placés à l'extérieur.
- Le datacenter conventionnel présente une surface au sol de 727 m² (7 829 pieds carrés)

Sources de données

Notre [Calculateur de coût d'investissement pour datacenter](#) Schneider Electric a été utilisé comme source principale pour déterminer les dépenses matérielles et les coûts d'installation des sous-systèmes. Ce calculateur se base sur les coûts de projet réels pour installer des datacenters de tailles diverses. La **Figure 7** est une capture d'écran de l'outil Schneider Electric. En outre, les données de coût d'installation sont issues de trois projets récents d'implantation de datacenters préfabriqués. Des données de coût générales non associées à un fournisseur fournies par Romonet ont été utilisées à des fins de validation.

Figure 7
Calculateur de coût d'investissement pour datacenter



Résultats

La **Figure 1** résume les différences entre les deux projets de façon générale. Elle montre un écart de coût négligeable (2 %) en faveur du projet préfabriqué par rapport au datacenter conventionnel. Dans la **Figure 8** ci-dessous, nous voyons une présentation détaillée des coûts, par sous-système et par type de coût.

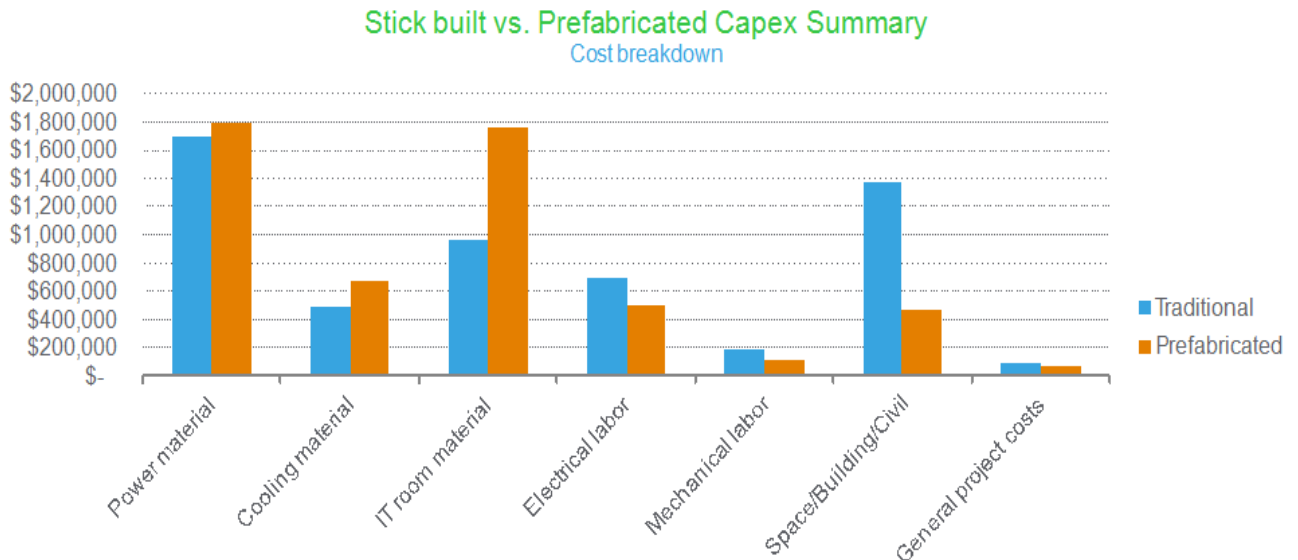
Ce graphique indique que les systèmes préfabriqués représentent un surcoût d'investissement par rapport aux systèmes conventionnels, en raison des matériaux. Les modules préfabriqués sont livrés sous la forme d'une infrastructure préassemblée. Le coût des matériaux inclut le confinement (c.-à.-d. conteneurs) ainsi que les travaux d'intégration à l'usine. La principale dépense en matériaux pour le projet préfabriqué concerne l'équipement du local informatique, suivi par le système de refroidissement.

La quantité de travail sur site (sur le plan électrique et mécanique) est moindre pour les projets préfabriqués, car le travail effectué en usine réduit le temps d'intervention sur place.

Le coût d'espace occupé (coût du terrain, construction, travail préparatoire) est le poste de dépense présentant le plus fort potentiel d'économies dans cette analyse. Ce coût est basé sur le prix du terrain et le coût de construction mentionnés dans la section Hypothèses.

Figure 8

Comparaison des postes de dépenses d'investissement (CAPEX)



L'analyse de sensibilité a permis d'isoler deux variables essentielles qui déterminent le projet le moins onéreux en dépenses d'investissement (CAPEX) (préfabriqué ou conventionnel).

- Coût de construction
- Densité d'alimentation moyenne/rack

Pour notre analyse, nous avons choisi un coût de construction standard, mais les coûts réels varient beaucoup d'un pays ou d'un site à l'autre. En outre, le coût de construction du bâtiment doit être rapporté à la surface totale d'occupation du sol de ce bâtiment.

De façon générale, les projets préfabriqués sont plus rentables lorsqu'ils sont comparés à des datacenters conventionnels hébergés dans des locaux ou bâtiments très onéreux.

De même, l'approche conventionnelle est plus rentable si le coût d'espace occupé est faible.

La densité d'alimentation moyenne influe sur le coût du local informatique : à mesure que la densité décroît, le nombre de racks et d'unités d'alimentation de racks augmente, mais surtout, la taille du bâtiment et/ou du conteneur augmente également. Une analyse de sensibilité a été réalisée pour illustrer cette relation, présentée dans la section suivante.

Impact de la densité des racks

L'analyse ci-dessus suppose une moyenne de 10 kW/rack dans le local informatique, soit 44 racks informatiques. Cependant, la densité moyenne est un facteur important pour déterminer la rentabilité des locaux informatiques préfabriqués. Si la densité est plus élevée, les économies réalisables par rapport à un local informatique conventionnel augmentent, car la charge tolérée par chaque module est plus importante pour une surface identique. Si la densité est moindre, le nombre de modules (conteneurs) requis pour héberger la même charge informatique augmente. Cela représente un surcoût en matériaux qui réduit les économies, et peut même faire pencher la balance en faveur d'une installation conventionnelle si la densité chute davantage. La **Figure 9** illustre l'impact de la densité informatique sur le coût des modules informatiques préfabriqués standards.

Prefabricated IT space cost as density increases

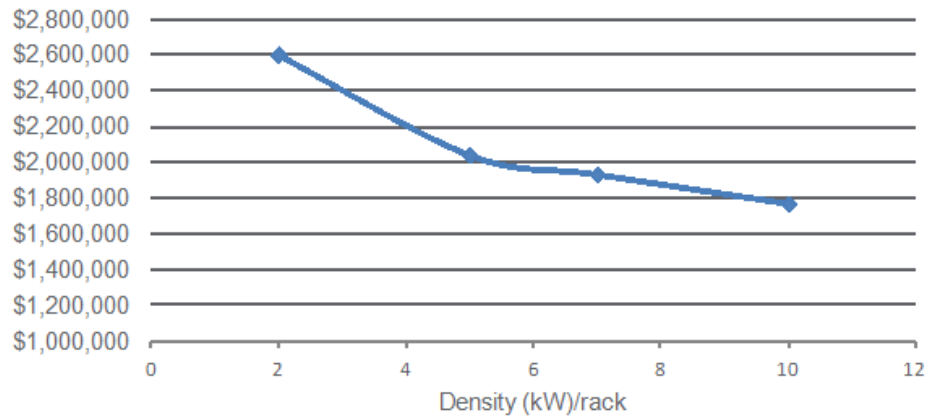


Figure 9

Impact de la densité moyenne par rack sur les dépenses d'investissement (CAPEX)

Ce graphique montre que le coût augmente à mesure que la densité baisse. Pensez à la configuration présentée à la **Figure 5** qui montrait les conteneurs à double rack. Si la densité était réduite de 5 kW/rack, le nombre de racks devrait doubler, ainsi que le nombre de conteneurs. Cependant, rappelez-vous que dans le projet conventionnel, les racks et équipements connexes doivent également doubler. Le livre blanc Schneider Electric 156, [Choisir la densité d'alimentation optimale](#) inclut une analyse de coût plus détaillée des datacenters, avec des densités diverses. Sur la base des résultats de l'analyse de coût, les points de rupture naturels des unités d'alimentation de rack, les tendances des technologies informatiques actuelles et des complexités conceptuelles liées aux densités extrêmes, la majorité des datacenters doivent prévoir une pointe entre 11 et 11,5 kW/rack.

Conclusion

Lorsque vous rencontrez des difficultés à trouver un espace adéquat pour construire ou agrandir un datacenter, les datacenters préfabriqués présentent des avantages évidents. Nous avons analysé deux datacenters, l'un préfabriqué et l'autre conventionnel (« en dur »), les deux dotés d'une infrastructure et de composants identiques (onduleurs, groupe de production d'eau glacée monobloc, unités d'alimentation, racks, etc.). Nous avons conclu que les deux projets présentaient un coût quasiment identique. Nous avons constaté que le coût seul ne permet pas de faire pencher clairement la balance en faveur du projet de datacenter préfabriqué.

Nous avons identifié deux facteurs de coût essentiels qui sont déterminants pour faire un choix : le coût d'espace occupé et la densité d'alimentation moyenne. Plus le coût de construction en brique et ciment et plus la densité moyenne sont élevés, et plus l'approche préfabriquée sera avantageuse en termes de dépenses d'investissement (CAPEX). À l'inverse, si vous disposez d'un bâtiment avec un espace libre vacant (pas de coût pour une nouvelle enveloppe de bâtiment), l'analyse de coût pencherait clairement en faveur de l'approche conventionnelle.

Le débat autour des coûts comparés entre les datacenters conventionnels et préfabriqués ne peut pas se réduire aux coûts de construction. D'autres facteurs rentrent en ligne de compte lors de l'évaluation d'un site. Par exemple, l'espace disponible pouvant être exploité pour agrandir un datacenter dans un hôpital, une université ou une usine doit être comparé aux revenus potentiels pouvant être générés au sein de ce même espace. Dans ce cas, il peut s'avérer plus adéquat de construire un nouvel espace à l'extérieur du bâtiment existant.

Tous les datacenters ne se valent pas. La taille, l'emplacement ou le modèle économique du datacenter aura une influence sur le type de solution le plus adapté. L'exemple type présenté dans ce livre blanc est basé sur un datacenter d'une capacité totale de 440 kW à une moyenne de 10 kW par rack, sans prise en compte du type de bâtiment ou d'entreprise où il est implanté. Si nous prenons l'exemple d'un grand prestataire de services (par ex. datacenter en colocation) où 100 % de l'activité est consacrée au datacenter, l'objectif sera d'optimiser directement le coût d'investissement par rack ou par kW et de réduire les coûts opérationnels. À l'inverse, la perspective sera différente dans une usine automobile. Il conviendra d'y installer un datacenter de capacité plus faible, où la simplicité et la rapidité d'installation de la solution seront des critères déterminants.

Le fait de choisir un datacenter préfabriqué n'est pas évident, car il ne suffit pas de comparer les coûts d'installation avec ceux d'un datacenter conventionnel. D'autres facteurs aussi divers que le temps d'installation, la surface et la croissance du datacenter peuvent grandement influencer sur les résultats d'entreprise tout au long de la vie du datacenter. La plupart des clients ayant déployé un datacenter préfabriqué en tirent aujourd'hui les bénéfices, car cette approche répond à des exigences actuelles spécifiques tout en permettant une évolution future.



À propos des auteurs

Wendy Torell est analyste de recherche senior au sein du Data Center Science Center de Schneider Electric. À ce poste, elle étudie les meilleures pratiques en matière de conception et d'exploitation des datacenters, publie des livres blancs ainsi que des articles, et développe des outils, les TradeOff Tools, pour aider les clients à optimiser la disponibilité, l'efficacité et le coût de leur environnement de datacenter. Elle interroge également les clients sur leurs méthodes techniques en termes de disponibilité et sur leurs pratiques de conception afin de les aider à atteindre les objectifs de performances de leurs datacenters. Elle est titulaire d'un diplôme de génie mécanique de l'Union College de Schenectady, dans l'État de New York, et d'une maîtrise de l'Université de Rhode Island. Wendy Torell est ingénieur en fiabilité, certifiée par l'American Society for Quality.

Mercedes Cortes est ingénieur senior en conception de systèmes au sein de Schneider Electric. Elle développe des conceptions de référence pour les datacenters et accompagne les équipes de recherche et développement, de marketing et de ventes à travers ses recherches et ses analyses d'applications alternatives destinées au catalogue de solutions de datacenter. Elle a auparavant travaillé pour une étude d'ingénieurs consultants dans le domaine de la conception mécanique ainsi que dans la planification stratégique pour un groupe de télécommunications. Elle est titulaire d'un diplôme de génie mécanique de l'Université Simon Bolivar au Venezuela et d'un master en gestion et stratégie énergétique de l'Université de Penn State (É.-U.).

James Luntz est ingénieur mécanique senior au sein du groupe Prefabricated Data Center de Schneider Electric. Il est ingénieur en chef pour la création de solutions préfabriquées personnalisées destinées à un large éventail d'entreprises, des petites casernes militaires aux géants de l'Internet et aux prestataires de service de datacenters en colocation. James est titulaire d'un diplôme en génie mécanique mention gestion d'entreprise.



 [Modules d'alimentation et de refroidissement préfabriqués pour les datacenters](#)
Livre blanc 163

 [Analyse comparative du CTP d'un datacenter conventionnel vs datacenter évolutif préfabriqué](#)
Livre blanc 164

 [Projets de datacenters : les avantages liés à l'utilisation d'une conception de référence](#)
Livre blanc 147

 [Considérations pratiques pour la mise en œuvre de datacenters préfabriqués](#)
Livre blanc 166

 [Choisir la densité énergétique optimale pour le datacenter](#)
Livre blanc 156

 [Consultez tous les livres blancs](#)
whitepapers.apc.com

 [Calculateur de coût des datacenters préfabriqués et conventionnels](#)
Outil TradeOff Tool 17

 [Consultez tous les outils TradeOff](#)
tools.apc.com

Contactez-nous

Pour des commentaires sur le contenu de ce livre blanc :

Data Center 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