

Considérations pratiques pour la mise en œuvre de datacenters préfabriqués

Livre blanc 166

Révision n° 0

par Barry Rimler et Wendy Torell

Synthèse analytique

La mise en œuvre de datacenters modulaires préfabriqués offre des avantages bien connus, notamment la rapidité de déploiement, la prévisibilité, l'évolutivité et le coût du cycle de vie. Leur processus de déploiement, de la conception du datacenter à la préparation du site, l'approvisionnement des équipements et l'installation, est assez différent de celui d'un datacenter traditionnel. Ce document présente des considérations pratiques, des conseils et les résultats qu'un responsable de datacenter devrait attendre d'un tel déploiement.

Introduction

Un projet impliquant des datacenters modulaires préfabriqués offre des avantages bien connus en termes de prévisibilité, d'évolutivité, de délais et de coûts (voir Livre blanc 163, [Modules d'alimentation et de refroidissement en conteneurs pour les datacenters](#)), mais nombre des considérations pratiques à envisager pour leur déploiement sont moins connues. Ce document présente la procédure de planification et de conception de ces projets, de préparation du site, d'achat des équipements, et enfin, de leur installation et de leur mise en service, afin de respecter les attentes liées au projet (étapes, rôles, complexité, délai, coût).

Le Tableau 1 résume les principales différences entre le déploiement des projets de datacenters modulaires préfabriqués et le déploiement de projets de datacenters traditionnels. Le document traite ensuite ces différences en détail.

Tableau 1

Comparaison du déploiement de datacenters préfabriqués et traditionnels

Processus de déploiement	Déploiement de datacenters préfabriqués	Déploiement de datacenters traditionnels
Planification/Conception	<ul style="list-style-type: none"> Ingénierie et spécifications réalisées au niveau des systèmes Moins de 12 semaines pour la planification/conception 	<ul style="list-style-type: none"> Ingénierie et spécifications réalisées au niveau des composants Généralement 24 semaines (ou plus) pour la planification/conception
Préparation du site	<ul style="list-style-type: none"> Valeur des modules certifiés UL ou homologués par une autre agence non comprise dans les coûts d'autorisation La documentation d'autorisation est axée sur les interconnexions de modules Inspection des travaux de terrain uniquement, et non des sous-systèmes au sein des modules Options de placement intérieur ou extérieur Les modules sont généralement placés directement au-dessus du câblage/des tuyaux enterrés 	<ul style="list-style-type: none"> Les coûts d'autorisation incluent la valeur de l'ensemble des systèmes Les documents d'autorisation nécessitent des dessins détaillés au niveau des sous-systèmes Inspection de l'ensemble des travaux de terrain, comprenant les interconnexions des sous-systèmes traditionnels Systèmes placés en intérieur, à l'exception du rejet de chaleur et du groupe électrogène¹ Le câblage/les tuyaux dirigés vers le bâtiment peuvent nécessiter du matériel de support ou des structures particulières
Approvisionnement	<ul style="list-style-type: none"> Les modules, généralement conçus pour respecter les limites de poids transporté, arrivent sur le site presque entièrement assemblés Les déchets de construction sont minimes 	<ul style="list-style-type: none"> Les produits arrivent en plusieurs envois, effectués par différents fournisseurs Les déchets de construction sont importants
Mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> Conditions climatiques et extérieures/impact sur le paysage, placement/orientation lorsque les modules sont installés à l'extérieur Généralement installés par un camion-grue 	<ul style="list-style-type: none"> Seul le système de refroidissement extérieur et le groupe électrogène doivent faire l'objet de considérations sur les conditions extérieures/le paysage Installés au moyen de chariots élévateurs et manuellement, en tant que produits séparés

¹ La plupart des groupes électrogènes sont situés à l'extérieur, mais dans certains cas ils sont installés à l'intérieur et conçus de façon spécifique pour garantir une bonne ventilation.

Considérations relatives à la planification et à la conception

La planification de projets de datacenters reste un défi majeur pour de nombreux départements informatiques. Une mauvaise communication, des discussions trop abstraites et un manque d'adhésion des parties prenantes en sont les causes principales. Le livre blanc 142, [Projets de datacenter : planification du système](#), aborde ces défis et présente les quatre tâches critiques pour une bonne planification des datacenters.

Bien que l'adoption des modules de datacenter préfabriqués n'élimine pas ces étapes, elle *permet* de les simplifier et de les raccourcir. Une fois les paramètres du projet déterminés (criticité, capacité, plan de croissance, rendement, densité et budget), la durée de réalisation des étapes de planification restantes est plus courte, en grande partie parce que les conceptions efficaces de modules préfabriqués se basent sur des conceptions de référence existantes qui permettent de documenter cette opération.

Outre le raccourcissement des étapes de planification, il existe deux considérations spécifiques à la planification des datacenters préfabriqués : le mode de classification financière des équipements, et le degré d'ingénierie de conception requis au niveau des composants.

Classification en tant que « biens personnels »

Les modules de datacenter préfabriqués offrent à leur propriétaire des options financières ou économiques avantageuses en termes de possibilités de traitement.

Les modules préfabriqués assemblés en usine et conditionnés sous forme d'ensembles sur palette ou dans un boîtier, ont la caractéristique unique d'être considérés comme « produit » plutôt que comme un ensemble de pièces ou sous-systèmes. Par conséquent, un module de datacenter préfabriqué est moins susceptible de faire partie du bâtiment, au même titre que ses composants (panneaux de distribution, tableaux, pompes, variateurs de vitesse, etc.) s'ils étaient commandés séparément et installés sur le site.

Cela permet généralement au(x) module(s) préfabriqué(s) d'être classifiés comme un seul « bien personnel » plutôt que comme « améliorations du site » ou « améliorations du bâtiment », ce qui offre au propriétaire du datacenter certaines options généralement non accordées aux datacenters « classiques », notamment :

- la possibilité de les comptabiliser et de les amortir séparément du bâtiment, en utilisant une vie utile plus appropriée de 10 ans, par exemple
- la possibilité de les louer (ou de les vendre et de les reprendre en cession-bail) indépendamment des autres actifs du site
- la possibilité de les déplacer (ou de les relocaliser) d'un datacenter régional à un autre tout en continuant de tenir compte de son amortissement et sans modifier sa valeur résiduelle

Les conseils d'un professionnel de la fiscalité sont toujours importants lors de l'achat et de la « comptabilisation » de nouveaux actifs. Le livre blanc 115, [Avantages comptables et fiscaux des infrastructures de datacenters modulaires et portables](#) fournit des explications complémentaires concernant les amortissements potentiels et les caractéristiques fiscales de ces systèmes.

Ingénierie de conception au niveau des systèmes

L'ingénierie d'un datacenter construit à partir de modules préfabriqués implique davantage de travail de conception au niveau des systèmes, comparée à l'ingénierie des datacenters construits à partir de produits et de pièces. En outre, une conception avec des modules préfabriqués permet à l'équipe chargée de cette opération d'éviter nombre des décisions purement « architecturales » associées aux conceptions de datacenters traditionnels, comme par exemple les matériaux de construction des toits et des parois latérales.

De même que pour l'achat d'une voiture qui ne nécessite pas de spécifier séparément le type de montage du démarreur, le nombre et le pas des dents des engrenages, le couple et l'augmentation de la température des différents composants produisant de la chaleur, les modules de datacenter préfabriqués permettent aux ingénieurs de se concentrer sur l'équivalent du nombre de sièges, de la charge utile et de la capacité de remorquage en termes de datacenter. Les marques, numéros de référence et spécifications de chacun des composants sont toujours disponibles, permettant une compréhension détaillée des modules préfabriqués, mais ces informations ne sont pas nécessaires pour l'ingénierie. La préfabrication implique que les composants du module sont bien compatibles et soigneusement intégrés. Les modules préfabriqués permettent d'éviter une grande partie du temps passé à comprendre les exigences et établir la conception. Par exemple, les exigences de câblage et de tuyaux sont optimisées et intégrées au niveau de l'usine. Les spécifications relatives à la taille des câbles et des tuyaux, la chute de pression associée aux vannes et aux composants de chauffage par eau chaude, ainsi que les tailles de pompes et de turbines, sont présélectionnées et les éléments installés conformément aux caractéristiques de performance attendues des modules. Plus important encore, l'ensemble des composants et commandes critiques tels que les disjoncteurs, les commutateurs de transfert, les entraînements à fréquence variable et les refroidisseurs peuvent être mis en place et testés dans l'usine sous forme de système complet, et sont homologués par un ou plusieurs organismes de certification (tels qu'UL, ETL ou CSA). Les communications et commandes sont prêtes à fonctionner lorsque le module est livré, générant une quantité de travail minimale sur le terrain. Par conséquent, la conception des datacenters peut être effectuée au niveau des systèmes, ce qui raccourcit le temps total nécessaire à la conception, qui passe en général de 24 à 12 semaines².

Considérations relatives à la préparation du site

Que le projet concerne un datacenter rénové ou entièrement nouveau, un certain degré de travail est généralement nécessaire pour préparer le site à accueillir de nouveaux systèmes de datacenter. Il est nécessaire d'obtenir des autorisations, d'installer des tuyaux et des circuits, de préparer le terrain et/ou le bâtiment pour recevoir le ou les systèmes, et d'inspecter le site. Pour un datacenter modulaire préfabriqué, ces opérations impliquent des considérations spécifiques.

Autorisations et inspection

Le processus d'**autorisation** des datacenters assemblés à partir de modules préfabriqués ressemble généralement à celui des datacenters traditionnels, à l'exception des dessins de construction, qui peuvent être plus simples. D'un point de vue graphique, les modules peuvent être représentés davantage comme un groupe électrogène monobloc sur le dessin, ce qui permet de se concentrer sur les connexions requises sur le terrain plutôt que sur les câblages et tuyaux internes assemblés en usine. La préfabrication réduit non seulement le temps nécessaire à l'élaboration des dessins de construction et des « ensembles d'autorisations », mais permet également un examen et une inspection efficaces.

Toutes les informations détaillées sont disponibles auprès du fabricant, souvent sous forme de dessins unifilaires, trifilaires ou à cinq fils, de tuyaux et schématiques, dans de nombreux formats graphiques standards pour permettre au propriétaire ou à l'ingénieur de créer des dessins détaillés pour un public particulier.

Les inspections effectuées par des représentants de l'autorité compétente se concentreront généralement sur les aspects de la construction du datacenter préfabriqué sur le terrain. Cependant, les inspecteurs pourraient être curieux de connaître les matériaux et méthodes employés par le fournisseur pour la fabrication du module, chacun ayant été examiné, inspecté et « homologué » par UL, ETL, etc. dans l'usine.

² Livre blanc 163, [Modules d'alimentation et de refroidissement en conteneurs pour les datacenters](#), Figure 6

Concernant les **coûts d'autorisation**, on omet généralement de façon légitime la valeur du module d'usine du programme des valeurs sur lequel se base le coût de l'autorisation. En théorie, l'inspecteur local (bien qu'ayant le droit de voir et, bien entendu, commenter le module d'usine) n'a pas pour mission ou responsabilité de l'inspecter, car la « fonction d'inspection » a déjà été assurée par ou sous la direction d'UL, ETL, etc. Le coût de ces approbations est compris dans le prix d'achat des modules, bien que réduit pour le client, car il est réparti entre les différentes instances de ce module.

Il s'agit du même principe que celui appliqué, par exemple, à l'installation d'un sèche-linge et d'une machine à laver. Les réseaux de gaz et d'électricité alimentant les appareils de blanchisserie sont détaillés dans la demande d'autorisation et inspectés sur le terrain, mais les appareils homologués UL ne sont pas identifiés dans la demande d'autorisation ou démontés sur le terrain pour l'inspection détaillée de leurs câbles, de leurs tuyaux, ou de leurs commandes.

Emplacement intérieur ou extérieur des modules

De nombreux modules sont conçus avec des coffrets à l'épreuve des intempéries, ce qui les rend adaptés à une installation à l'extérieur, en tant que structures indépendantes. Cependant, il existe des raisons (abordées plus en détail dans le Livre blanc 165, [Types de datacenters modulaires préfabriqués](#)) qui justifient l'installation d'un module à l'intérieur, notamment les suivantes :

- le module est monté sur palette
- le module comporte un coffret non résistant aux intempéries
- protection du personnel contre les mauvaises conditions climatiques durant les activités liées à l'utilisation et la maintenance
- renforcement de la sécurité des systèmes critiques

Pour les datacenters dans des lieux loués, le placement des modules à l'extérieur peut être une opportunité de réaliser des économies, car la location des surfaces extérieures est souvent moins coûteuse que celle des surfaces internes d'un bâtiment. Le propriétaire bénéficie également d'un flux de revenus supplémentaires inattendu (sauf lorsque l'espace extérieur occupé déplace une ressource rare, telle qu'un parking ou un espace vert, sur des sites déjà entièrement développés).

Parmi les considérations les plus importantes concernant l'emplacement des modules, se trouvent la proximité et l'accès aux réseaux de distribution, principalement d'électricité, d'eau, et dans le cas de modules pour espaces informatiques, les « fournisseurs de communications » impliqués dans le transport des données.

Bien que les sites expressément développés pour un datacenter modulaire fournissent le plus grand nombre d'options, il est possible de trouver de l'espace sur la plupart des campus et des parcs d'activités. La planification du site, dans le cas des sites rénovés, inclut généralement la réaffectation de certains éléments du site, tels que les places de stationnement, les structures de parkings, les entrepôts, ou les « espaces verts ». Parmi les considérations les plus importantes concernant l'emplacement des modules, se trouvent la proximité et l'accès aux réseaux de distribution, principalement d'électricité, d'eau, et dans le cas de modules pour espaces informatiques, les « fournisseurs de communications » impliqués dans le transport des données.

Le placement à l'extérieur est exceptionnellement adapté à l'utilisation d'une moyenne tension délivrée par les actifs de distribution électrique extérieurs existants, ou dans le cas du développement de nouveaux sites, directement par le réseau de distribution. De manière générale, si un bâtiment existant est déjà alimenté en électricité, le réseau de distribution local nécessitera que le ou les modules de datacenter soient connectés à ce bâtiment, et sera peu enclin à proposer un service supplémentaire, notamment si la capacité est disponible sur le réseau électrique existant.

Les éventuels modules extérieurs, outre l'accès aux réseaux de distribution, doivent être disposés de manière à faciliter leur installation (et leur retrait), leur réparation, et l'entretien général (comme par exemple la gestion des eaux pluviales, le déneigement si nécessaire, ainsi que l'entretien des pelouses, trottoirs et parcelles). Il est également nécessaire de prendre en compte la sécurité du périmètre ou les éventuelles protections nécessaires pour le respect des conditions de location ou des règlements de zonage. Le chapitre « **Considérations relatives à l'installation sur site** » propose des recommandations plus détaillées pour la disposition et l'orientation des modules en extérieur.

Enfin, il est rare qu'un site comprenant des modules de datacenter préfabriqués ne comporte aucun bâtiment. Le bâtiment est l'« ancre » du site, et fournit au minimum :

- une structure permanente sur le site, qui peut être associée à une adresse physique reconnaissable
- les installations nécessaires pour une entreprise, notamment, au minimum, un certain nombre de toilettes

Fondations des modules

Le ou les documents de planification du site incluent généralement un « plan civil du site », un « plan électrique du site », et un « plan mécanique du site ». Parmi les principales caractéristiques du plan du site se trouvent les fondations qui soutiendront ces modules. Les trois types de fondations couramment utilisés sont les dalles de béton continues, les dalles de béton multiples, ou les piles (ou une combinaison de ces structures). Le style et le type de fondation sélectionnés sont étroitement liés aux propriétés physiques du site, notamment l'état des sols, le drainage des eaux de surface, la présence de gelées, ainsi que les exigences de chaque site en matière sismique et de charge de vent.

La dalle de béton continue est la structure la plus couramment utilisée pour le placement et l'ancrage des modules (voir **Figure 1a**). Elle sert de plaque d'entretien, avec une surface praticable à 360 degrés autour du module. Les éléments supplémentaires tels que les parois, les semelles et les ancrages sismiques, dépendent du climat et de l'état des sols.

Une variante de la dalle continue consiste à utiliser plusieurs dalles indépendantes, chacune disposant des mêmes caractéristiques souterraines qu'une dalle continue. On utilise souvent les dalles multiples (voir **Figure 1b**) lorsqu'un module est entouré d'un revêtement précédemment installé, tel qu'une surface en dur, et que le drainage des eaux de surface constitue un problème. En outre, la construction de plusieurs dalles indépendantes nécessite moins de matériel, tout en offrant les propriétés de masse et d'ancrage nécessaires.

Les piles ou colonnes de béton (voir **Figure 1c**) d'une solidité et d'une forme adéquates sont des structures plus petites, qui peuvent être utilisées de façon espacée pour reposer sur les points de contact porteurs du module. Ce type de fondation permet l'installation du module dans des zones où le drainage des eaux de surface s'effectue par pénétration dans la terre à proximité du module, plutôt que par acheminement sur des surfaces imperméables vers des canalisations, des puisards ou d'autres structures de drainage de surface.



Figure 1

Module placé sur une fondation en béton

- (a) En continu
- (b) Multiple
- (c) Piles/colonnes

Interconnexion des câblages et tuyaux souterrains

L'installation de l'électricité alimentant et en provenance des modules de datacenter est généralement moins complexe et implique des coûts de matériel inférieurs si elle est souterraine. Les dispositifs d'alimentation et circuits souterrains, de même que les chemins de communication relatifs, et la plupart des connexions mécaniques de plus de 12 m (40 pieds) de long sont plus faciles à installer et impliquent des coûts de matériel moindres lorsque l'installation est souterraine.

Avec des interconnexions souterraines, les structures de soutien à construire sont généralement moins nombreuses, et il est possible d'utiliser des matériaux moins coûteux à installer, tels que des conduits en PVC (idéaux pour la plupart des applications souterraines) et les tuyaux pré-isolés. En outre, il est possible de commander des modules d'installation électrique que l'on pose littéralement au-dessus des conduits électriques souterrains pré-installés, ce qui simplifie l'étanchéisation et le raccordement des conducteurs. Dans le cas des modules de refroidissement, des conduites d'eau réfrigérée peuvent sortir du sol directement à côté du module, simplifiant voire éliminant la nécessité de matériel de soutien ou de structures spéciales.

Le processus d'approvisionnement d'un datacenter préfabriqué est plus simple et plus rapide que celui d'un datacenter traditionnel. La simplicité est en partie due au fait que chaque module est acheté auprès d'un seul fournisseur sous forme de système ou d'ensemble de systèmes complet, et *non* comme un groupe de sous-systèmes individuels issus de différents fournisseurs. Les difficultés de livraison liées aux projets de datacenter traditionnels, telles que la réception d'une nomenclature incomplète ou l'absence de calendriers de livraison pour certaines pièces, sont évitées puisque la totalité du système est livrée en une seule fois.

Certaines réglementations ont un impact sur les dimensions et le poids des modules préfabriqués dans le cadre de livraisons par route (ou d'autres formes de transport), mais les intégrateurs/fournisseurs de modules préfabriqués tiennent compte de ces règlements, puisque la mobilité est l'une des raisons courantes de déploiement de datacenters préfabriqués. La section ci-dessous aborde plus en détail les considérations liées au transport et à l'emballage/au déballage.

Transport

Le transport des modules de datacenter vers un site s'effectue généralement par camion. Dans la plupart des pays et régions du monde, le transport par camion sur les routes publiques est réglementé. Tout comme le respect des limitations de vitesse et des priorités, le code de la route régit les **poids et dimensions** des véhicules, y compris de leur chargement, pour des raisons de sécurité publique. Les normes imposées en matière de poids et dimensions des camions et chargements reflètent les capacités des routes, ponts et autres structures à accueillir tous les véhicules utilisant le système routier en toute légalité.

Aux États-Unis par exemple, le système autoroutier entre États est soumis à des réglementations uniformes en matière de poids et dimensions des combinaisons camion-remorque ; cependant, chaque État peut appliquer un ensemble de réglementations distinctes qui définit de manière plus approfondie la répartition des charges transportées par les camions. Ces réglementations varient selon les États, et régissent l'ensemble des aspects liés à la géométrie du camion, tels que la distance entre l'essieu arrière et le pivot d'attelage de la remorque, la charge utile par essieu, ou la distance entre les essieux. Cette situation est semblable à celle de l'Union européenne et d'autres grands pays, où plusieurs réglementations communes existent pour une même région mais où les pays membres, les provinces, les États etc. appliquent leurs propres réglementations.

Considérations relatives à l'approvisionnement

L'un des avantages des modules de datacenter préfabriqués réside dans leur facilité de transport. Le **Tableau 2** indique les limites de poids et de taille des véhicules sur route dans différentes régions du monde. Les combinaisons camion-remorque peuvent généralement emprunter les autoroutes sans autorisation particulière en respectant ces limites, tant que la disposition des essieux et leur charge respecte les réglementations de chaque État traversé. Les conteneurs ISO sont un facteur de forme courant pour les modules, car ils respectent déjà ces exigences en termes de dimensions.

D'autres facteurs de forme allant jusqu'à 3,6 m (12 pieds) de largeur (charges surdimensionnées) et aux poids bruts plus importants sont possibles à certains endroits ; ils nécessitent cependant des autorisations spéciales, des camions et des remorques plus spécialisés, et un respect des parcours et des calendriers de transport imposés, définissant les heures exactes auxquelles la charge doit emprunter certaines routes, ainsi que des horaires et des protocoles spécifiques pour l'approche et le passage de certains ponts.

Les modules de datacenter étant souvent proches des limites de taille et de poids définies, les fabricants font souvent appel aux services de sociétés de transport et de logistique spécialisées dans la livraison de charges importantes et particulières. Les transporteurs sont principalement des chauffeurs indépendants, opérant en tant que sous-traitants pour des entreprises de logistique, possédant les meilleurs camions et les remorques les plus spécialisées, et proposant des services de transport de chargements sensibles.

Tableau 2

Limites de poids et de taille pour le transport routier

Région	Limites de poids	Limites de taille
États-Unis	<ul style="list-style-type: none"> 36 tonnes (80 000 livres)³ 	<ul style="list-style-type: none"> 2,6 m (8'-6") de large, 4,1 – 4,4 m (13'-6" – 14'-6") de haut⁴, en fonction de l'État
Europe	<ul style="list-style-type: none"> 36 à 60 tonnes (80 000 – 132 000 livres), en fonction des pays et des classes de véhicules⁵ 	<ul style="list-style-type: none"> 2,55 m (8'-5") de large, 4 m (13'-2") de haut⁶
Chine	<ul style="list-style-type: none"> 46 tonnes (101 000 livres)⁷ 	<ul style="list-style-type: none"> 2,5 m (8'-5") de large, 4,2 m (13'-9") de haut⁷
Canada	<ul style="list-style-type: none"> 45 à 62 tonnes (99 000 – 137 000 livres), en fonction des classes de véhicules⁸ 	<ul style="list-style-type: none"> 2,6 m (8'-6") de large, 4,15 m (13'-8") de haut⁸

*1 tonne = 1 000 kg (système métrique) ; remarque : 1 tonne = 1,102 tonne (système impérial)

Avant de transporter le ou les modules, le fournisseur et les partenaires logistiques doivent s'assurer que :

- les éventuels éléments mobiles sont bien arrimés ou ont été retirés
- les connexions de terre extérieures ont été retirées
- les attaches extérieures ont été retirées
- toutes les portes sont fixées
- aucune autre attache extérieure n'est restée en place
- les données finales de dimensions, poids et centre de gravité sont disponibles au moment de l'envoi.

³ <http://www.imstransport.com/weightlimits.php>

⁴ <http://ops.fhwa.dot.gov/Freight/sw/overview/index.htm>

⁵ <http://www.internationaltransportforum.org/IntOrg/road/pdf/weights.pdf>

⁶ <http://www.internationaltransportforum.org/IntOrg/road/pdf/dimensions.pdf>

⁷ http://www.moc.gov.cn/zhuzhan/zhengwuqongqao/jiaotongbu/jiaotongbuling/200709/t20070926_410849.html

⁸ http://www.todaystrucking.com/images/MOUsizamdWeight_2005.pdf

Une autre mesure de protection habituellement appliquée avant l'envoi consiste à installer des supports structurels temporaires pour maintenir en place le module durant le transit.

Emballage

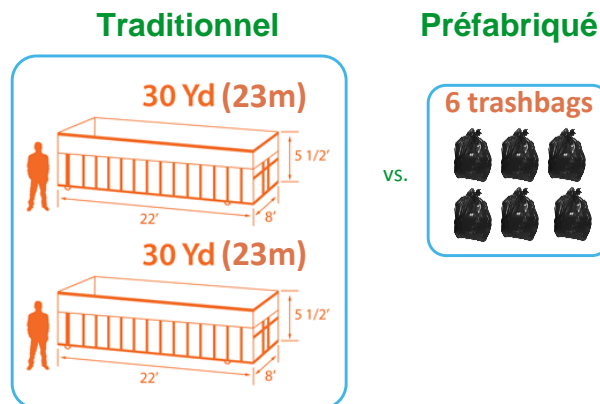
Les projets de datacenters traditionnels utilisent d'importants volumes de palettes, carton, plastique et autres matériaux d'emballage afin de garantir la bonne livraison des équipements sur le site. Cela renforce les coûts et la complexité (bennes à ordures et heures-homme pour l'élimination des emballages). D'un autre côté, avec les modules préfabriqués, la plupart des sous-systèmes de l'infrastructure physique (alimentation électrique, refroidissement, rack) sont installés et fixés à l'intérieur des modules avant la livraison, ce qui réduit significativement la quantité d'emballage nécessaire pour transporter les modules en toute sécurité.

L'ASI est une exception. Lorsqu'un module comporte un système ASI, les batteries sont généralement retirées après les essais en usine et avant l'envoi, en raison de leur poids important. Le transport du module avec les batteries installées pourrait endommager les châssis des systèmes ASI, les performances des systèmes de suspension pneumatique des remorques étant très variables. Par conséquent, les batteries sont généralement placées dans des cartons et attachées au sol du module (idéalement au moyen de sangles à cliquet).

La **Figure 2** présente une comparaison du volume de déchets typique pour un datacenter redondant 2N de 500 kW.

Figure 2

Comparaison des déchets des datacenters préfabriqués et traditionnels



Protection contre les éléments

Lorsqu'un module ne se trouve pas dans un conteneur totalement fermé et à l'épreuve des intempéries, il est nécessaire de réfléchir à sa méthode d'expédition. Imaginons un module informatique expédié en deux parties, rassemblées sur le site pour former un module plus grand. Il est nécessaire de sceller la partie ouverte du module pour empêcher l'eau ou le vent d'endommager l'équipement qu'il contient. Les deux approches couramment adoptées par les fournisseurs sont les suivantes :

1. Une partie extérieure dure temporaire telle qu'un contreplaqué de haute qualité monté sur des goujons
2. Un film étirable haute résistance, semblable à celui utilisé pour protéger et transporter les bateaux

Le contreplaqué relié par des goujons peut être considéré comme plus protecteur en raison de sa rigidité, mais génère une plus grande quantité de déchets par rapport au film étirable. Le déballage du module emballé dans du film étirable est plus rapide puisqu'il suffit de

couper ce dernier, le retirer, le plier et le placer dans des sacs poubelle. Les heures-homme nécessaires pour déballer les systèmes de datacenter et la quantité de déchets à éliminer sont donc moins nombreuses. Les efforts continus visant à accroître l'efficacité du déploiement des datacenters fait de ce dernier choix le meilleur.

La méthode d'emballage pour l'expédition a également un impact sur l'état du module à la livraison. Par exemple, l'utilisation d'une bâche permet de protéger le boîtier extérieur contre les éléments, et de préserver la propreté du module. Un module ni emballé dans du film étirable, ni recouvert d'une bâche, est susceptible de nécessiter un nettoyage qui pourrait être évitable.

Les modules préfabriqués bien conçus favorisent un processus d'installation plus simple et plus rapide. Les principales considérations relatives au processus d'installation concernent le positionnement du ou des modules, leur manutention et leur placement, et leur fixation pour garantir un fonctionnement fiable et rentable.

Considérations relatives à l'installation sur le site

Positionnement et orientation

La considération du placement d'un module à l'extérieur peut avoir un impact significatif sur la livraison et le fonctionnement du module, en termes de fiabilité, de rentabilité, d'accessibilité et de facilité de maintenance. Voici certaines des meilleures pratiques pour le positionnement des modules :

- orientez le plus petit côté des modules vers le soleil. Dans un environnement chaud, cela permet de réduire de façon significative l'augmentation de la température dans le module, ou d'utiliser un dispositif de protection pour limiter au maximum l'augmentation de la température.
- Placez les modules loin des arbres, lampes, câbles basse ou haute tension, ou d'autres objets susceptibles d'être déplacés lors d'un événement naturel (tempête, séisme, etc.).
- Configurez le site de manière à prévenir les éventuelles collisions avec les modules.
- Placez les modules loin de tout obstacle, afin de permettre à des grues, chariots élévateurs ou autres appareils de manutention de positionner et livrer les équipements.
- Placez les modules dans un endroit permettant le drainage de l'eau loin de ces derniers

Certains modules préfabriqués sont conçus pour être superposables, comme l'illustre la **Figure 3**. Lorsque l'espace est restreint ou coûteux, ils peuvent présenter un avantage supplémentaire. Il est important d'inclure la possibilité de superposition aux exigences de conception lorsque vous travaillez avec un fournisseur ou l'équipe du projet, afin de garantir le respect des exigences liées au site, aux structures et à l'environnement.



Figure 3

Gain de place grâce aux modules superposés

Manutention et placement

Les livraisons de modules de datacenter doivent être programmées pour arriver sur ou à proximité du site d'installation la nuit qui précède le jour de leur placement sur les fondations. La manutention et le placement peuvent être effectués au moyen de nombreux appareils courants.

La plupart des modules préfabriqués sont conformes aux plages de charge courantes des chariots élévateurs industriels et des grues mobiles. Alors que les ports maritimes utilisent généralement des « chariots pour conteneurs » (qui sont des variantes des chariots élévateurs, voir **Figure 4a**) et des ponts roulants (voir **Figure 4b**) pour déplacer les modules, les grues mobiles (camions-grues) sont des appareils de levage économiques idéaux pour l'installation sur site (voir **Figure 4c**).

Les camions-grues peuvent circuler sur les routes avec des pneumatiques conventionnels, arriver sur un site, et se transformer en appareils de levage stables et très résistants. Avec les grues, les activités les plus chronophages sur le site sont l'installation et le démontage de la grue, qui nécessite souvent une heure ou deux à chaque début et fin de journée. Cependant, une fois assemblée, une seule grue est capable de soulever et mettre en place plusieurs modules de datacenter par heure.

Figure 4

Appareils de manutention des modules :

- a. Chariot pour conteneur
- b. Pont roulant
- c. Camion-grue



En général, le nombre de conducteurs participant à la livraison de la grue, des contrepoids et des accessoires, correspond au nombre minimum requis pour monter, soulever et placer correctement le ou les modules. Bien que de nombreuses considérations relatives à la main-d'œuvre et à la dotation en personnel du site de construction aient un impact sur la taille de l'équipe en place pour une opération de construction, seule une équipe de trois personnes composée d'un grutier et de deux autres ingénieurs de construction gérant le montage de la grue, la fixation de la charge et fournissant des informations et des instructions au grutier, est nécessaire pour retirer le module de la remorque et le placer avec précision sur ses fondations.

Les modules de datacenter construits selon les dimensions d'un conteneur ISO offrent la plus grande flexibilité en termes de fixation et de placement, car ils sont équipés de blocs d'angle qui permettent d'attacher une grande variété de matériels de levage et de fixation.

Le levage au moyen d'une grue implique généralement un ensemble d'élingues et de palonniers, dans lequel deux palonniers (légèrement plus larges que le module) sont attachés au crochet de la grue à l'aide de quatre élingues ; le module est attaché aux palonniers (voir **Figure 5**) à l'aide de quatre élingues supplémentaires qui sont reliées au module grâce aux fixations des blocs d'angle⁹, ou directement par des manilles.

⁹ L'emplacement et le nombre de points de levage dépendent du module.

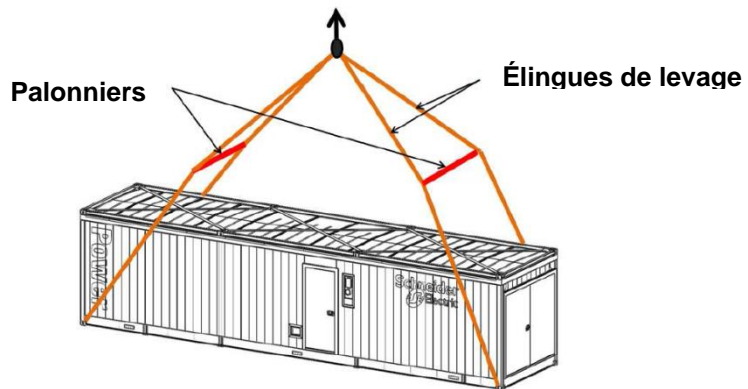


Figure 5

Levage d'un coffret à l'aide d'élingues et de palonniers

Voici les principales considérations à prendre en compte afin d'éviter les dommages lors de la manutention et du placement des modules :

- Limitez au maximum le contact entre les élingues et le module.
- Équilibrez la charge sur chaque point de levage afin que le module soit aussi droit que possible durant le levage.
- Faites appel à une société de grutage ayant de l'expérience dans le levage de ce type de charge, et disposant des équipements d'installation appropriés pour éviter les retards dans le projet.

Fixation des modules et considérations sismiques

Une fois le module placé à l'endroit souhaité, il est important de le maintenir en place afin qu'il puisse résister aux forces de soulèvement et horizontales telles que la charge de vent. Cette opération est souvent effectuée à l'aide de brides de fixation attachées à la structure de support au moyen de boulons de blocage.

Il est également nécessaire de tenir compte des exigences sismiques, notamment dans les régions à forte probabilité d'événements sismiques. Lorsque des règlements de construction existent et sont appliqués, les constructions de tous types doivent présenter des caractéristiques qui permettent d'atténuer les effets de l'activité sismique. Dans le cas des modules de datacenter, la fondation en béton et le « raccordement fondation-module » permet de respecter les exigences en matière sismique.

Les fabricants de datacenter proposent généralement un guide de planification sismique à tous leurs clients potentiels. Le guide est rédigé par une entreprise d'ingénierie des structures pratiquant régulièrement les disciplines associées à la conception sismique. Le guide contient les cartes d'études géologiques officielles d'une région ou d'un pays, indiquant clairement les zones sismiques. Pour un pays comme les États-Unis, les zones sismiques sont classées à risque « Faible », « Modéré », « Élevé » et « Supérieur à 2,75 : accélération de la réponse spectrale sur une courte période »¹⁰. Pour chaque catégorie de zone sismique, le guide des ingénieurs fournit des calculs détaillés associés aux fondations de béton (et acier) applicables, aux piles, et autres accessoires nécessaires pour la sécurisation sismique et le maintien des modules, selon l'état du sol et d'autres facteurs spécifiques au site, tels que l'inclinaison du terrain.

¹⁰La quatrième catégorie (supérieur à 2,75) requiert généralement des calculs et une conception spécifiques au site, et n'entre pas dans un cadre standard de pièces, méthodes et instructions.

Bien que le guide et les plans n'aient pas pour but de servir de document et dessins d'autorisation effectifs d'une installation particulière, le guide fournit aux ingénieurs locaux un précieux modèle qui leur permettra de gagner du temps lors de l'installation des modules de datacenter préfabriqués. Ce guide comprend généralement des exemples réels de fondations en béton armé, de l'ensemble du matériel de fixation et d'ancrage, et tous les calculs qui décrivent leurs performances.

Conclusion

Les modules de datacenter préfabriqués modifient la nature de la planification des datacenters, et réduisent considérablement les délais de la conception à la réalisation. Pour les modules installés à l'extérieur, la planification est souvent une course entre l'exécution et l'achèvement du plan du site, et la date de livraison suivant le passage d'une commande. Il est essentiel de comprendre les aspects uniques de ces projets de datacenter (en comparaison avec les datacenters traditionnels) pour éviter les retards, les coûts inutiles, les dommages et/ou un fonctionnement non rentable. Ce livre blanc a décrit les principales considérations relatives à la planification, la préparation du site, l'emballage, la livraison, la manutention, le placement et la fixation des modules de datacenter. Grâce à ces informations, il est possible de réaliser le projet de datacenter conformément au plan, et d'obtenir les avantages attendus.



À propos des auteurs

Barry Rimler est architecte de solutions de datacenter et ingénieur en chef d'application produit des datacenters pour Schneider Electric, avec plus de 20 ans d'expérience dans la conception et la construction des datacenters, et dans la gestion de divers portefeuilles immobiliers composés de bureaux et de datacenters. Il est membre du BOMA et de l'Association for Facility Engineering (Association d'ingénierie des installations).

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 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 diplômée en génie mécanique du l'Union College de Schenectady, dans l'État de New York, et possède un MBA de l'Université de Rhode Island. Wendy est ingénieur en fiabilité, certifiée par l'ASQ.



[Avantages comptables et fiscaux des infrastructures de datacenters modulaires et portables](#)

Livre Blanc 115



[Projets de datacenter : planification du système](#)

Livre blanc 142



[Modules d'alimentation et de refroidissement préfabriqués pour datacenters](#)

Livre blanc 163



[Analyse du TCO d'un datacenter traditionnel vs. datacenter modulaire préfabriqué](#)

Livre blanc 164



[Types de datacenters modulaires préfabriqués](#)

Livre blanc 165



[Consultez tous les livres blancs](#)

whitepapers.apc.com



[Calculateur de coût des datacenters préfabriqués et traditionnels](#)

Outil TradeOff Tool 17



[Calculateur de planification conceptuelle de datacenter](#)

Outil TradeOff Tool 8



[Voir 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 si vous avez des questions relatives à votre projet de datacenter :

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