



# **COMPARAISON DES ARCHITECTURES DE BYPASS DISTRIBUÉ ET CENTRALISÉ**

## Sommaire

### Résumé

3

Présentation des solutions avec bypass distribué / centralisé

3

### Bypass centralisé ou distribué ?

4

1. Le point sur la fiabilité

5

1.1 Cela signifie-t-il que les calculs de temps moyens entre défaillances ne sont pas utiles ?

6

2. Le point sur la valeur nominale de tenue aux courts-circuits (capacité de court-circuit) du bypass

6

3. Conceptions distribuées et centralisées Vertiv pour les architectures d'ASI modulaires

7

### Conclusions

7

## Résumé

Lors de la conception d'une méthode de protection de puissance pour les datacenters, les responsables des équipements informatiques et des services généraux doivent se demander s'il serait plus judicieux d'opter pour une solution avec bypass distribué ou bien centralisé. Malheureusement, il n'existe pas de réponse évidente à cette question. Les sociétés doivent peser le pour et le contre de chaque solution en matière de contraintes financières, de disponibilité et de capacités de gestion avant de décider celle qui sera employée.

Ce livre blanc explore les principes des solutions de bypass centralisé et distribué et s'applique à la fois aux architectures d'ASI monolithiques qu'aux ASI modulaires. Il tente notamment d'expliquer les différences des deux facteurs majeurs :

- Fiabilité (en matière de temps moyens entre défaillances « MTBF » comparés) et disponibilité ;
- Capacité d'élimination des défauts et valeur nominale de tenue aux courts-circuits

En suivant les suggestions de ce livre blanc, les opérateurs de datacenters peuvent simplifier le processus de prise de décision en ayant une vue globale des avantages et inconvénients des deux solutions, quelle que soit celle finalement choisie.

## Présentation des solutions avec bypass distribué et centralisé

Dans une architecture de bypass distribuée, chaque module ASI possède son propre commutateur statique interne (fig. 1), dimensionné en fonction de la taille de l'ASI, chaque ASI surveillant sa propre sortie. Si le système d'ASI doit être transféré sur le bypass, tous les commutateurs statiques des modules s'allument au même moment et ils se répartissent le courant de charge. Vous trouverez ci-dessous un schéma unifilaire explicatif. En revanche, dans un système de bypass centralisé (fig. 2), il n'y a qu'un seul commutateur statique commun pour l'ensemble des modules ASI (également appelé MSS "Main Static Switch"), dimensionné pour la puissance finale d'utilisation du système. Si le système d'ASI doit être transféré sur le bypass, la charge de courant est alors fournie via le MSS.

Le bypass centralisé est une alternative au bypass distribué. Techniquement, les deux solutions remplissent le même objectif (garantir la continuité de la puissance), mais ont des architectures différentes. Bien que les solutions de bypass distribué soient les plus courantes en raison de leur souplesse d'utilisation et de leur faible coût initial, il est également vrai que, sur le marché des moyens et grands datacenters, les solutions de bypass centralisé peuvent être préférables en matière de fiabilité, de performances et parfois de coût, d'autant plus dans les grandes installations où le nombre et le type de protections, ainsi que le câblage du système, ont une grande influence. Par conséquent, il est important de répondre aux différentes exigences par des solutions souples, capables de s'adapter en fonction des évolutions des besoins du marché en matière de disponibilité, de capacité et de performances.

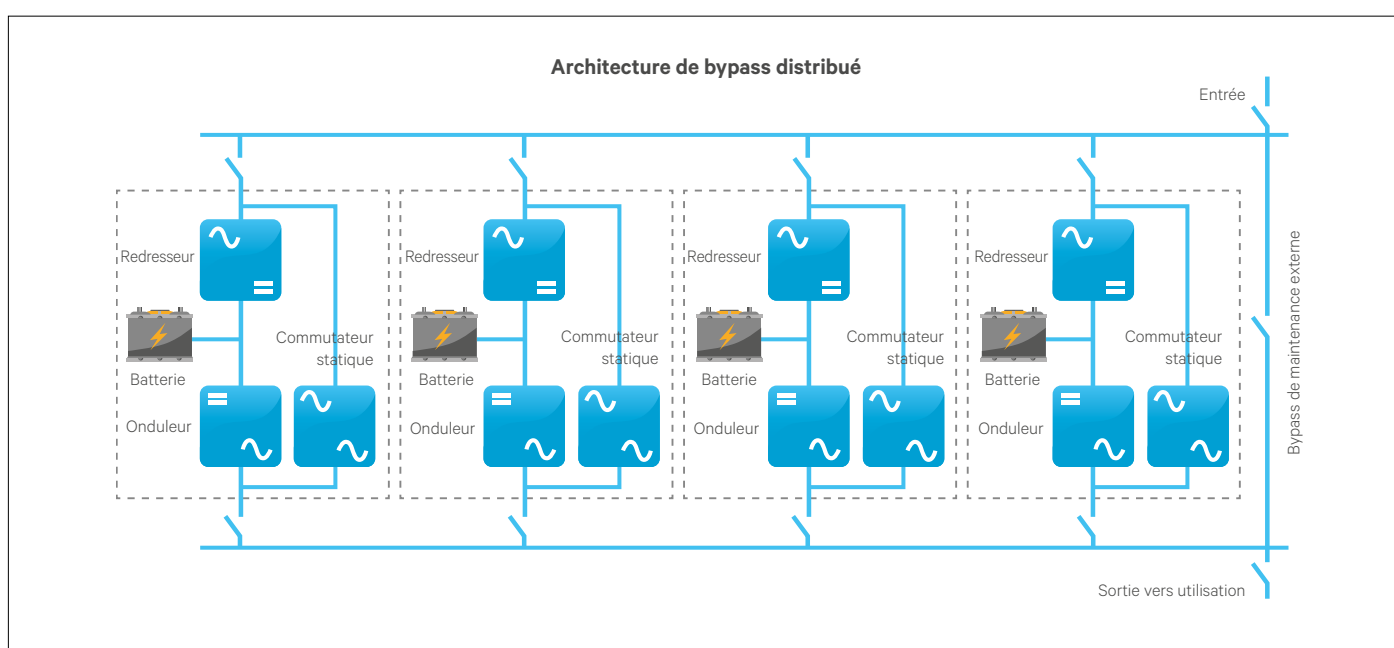


Figure 1 : Exemple d'une architecture de bypass centralisé.

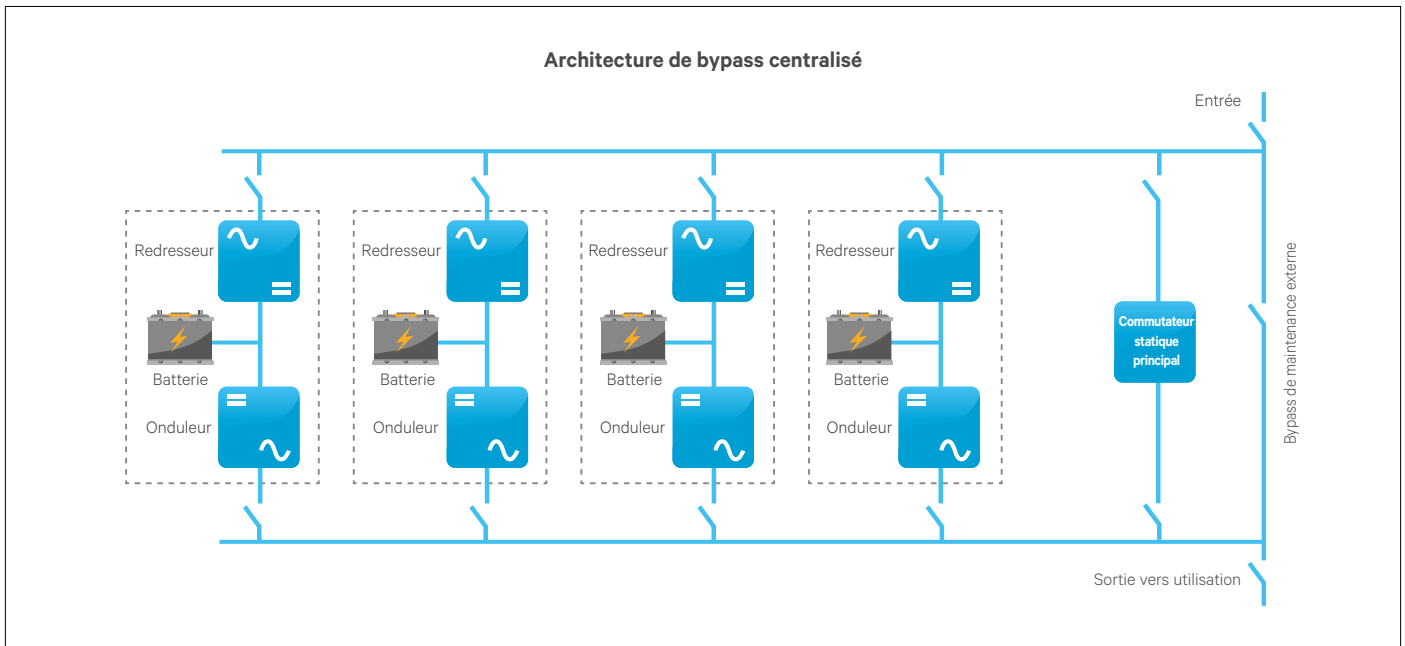


Figure 2 : Exemple d'une architecture de bypass centralisé.

### Bypass centralisé ou distribué ?

Les grandes organisations ont besoin de configurations sur mesure conformes à leurs exigences en matière de disponibilité et de souplesse. Le choix de la configuration est également déterminé par la situation existante, c'est-à-dire

si le client acquiert un nouveau système d'ASI, ou s'il met à niveau ou modifie une infrastructure électrique existante.

Le tableau 1 ci-dessous dresse la liste des principaux points qui doivent être pris en compte lors de l'évaluation de la configuration d'un système d'ASI en parallèle.

Bypass distribué	Bypass centralisé
<p>The diagram shows three separate units labeled "ASI 1", "ASI 2", and "ASI 3". Each unit has its own "CS" (circuit breaker) located below it. A "Bypass de maintenance du système" is shown as a vertical line on the right side of the units.</p>	<p>The diagram shows three separate units labeled "ASI 1", "ASI 2", and "ASI 3". A single "Commutateur statique principal" (main static switch) is located to the right of the units. A "Bypass de maintenance du système" is shown as a vertical line on the far right.</p>
Évolutivité du système : prévisions de croissance imprécises	Conception robuste / capacité d'élimination de défaut plus élevée
Coût de départ plus faible	Évolutivité du système : prévisions de croissance précises
Surface d'encombrement généralement plus petite	Fiabilité plus élevée du système pour les grandes installations
Installation et déploiement plus faciles (dispositif de commutation simple)	Coût de départ plus élevé
Gestion du système plus complexe (pas de point de contrôle unique)	Surface d'encombrement généralement plus grande
Application typique pour les petits et moyens espaces commerciaux (module de puissance jusqu'à 200 kVA)	Installation et déploiement plus complexes (possibilité d'intégrer des commutateurs statiques principaux dans le dispositif de commutation)
	Possibilité de surveiller et de contrôler le système à partir d'un point central (MSS)
	Utilisation typique pour les grands espaces commerciaux (module de puissance multiple > 200 kVA)

Tableau 1 : Considérations relatives aux configurations de système parallèle distribué et centralisé.

Voici quelques-uns des arguments principaux de la comparaison ci-dessus qui doivent être mis en avant :

- Investissement au fur et à mesure de la croissance** (dépenses d'investissement réduites) : dans une architecture de bypass centralisé, le commutateur statique (dimensionné pour la charge maximale) doit être acheté dès le début, même s'il est prévu que la charge augmente au cours du temps. Les architectures de bypass distribué, en revanche, permettent d'économiser sur les dépenses d'investissement grâce à l'ajout progressif d'ASI chaque fois que la charge augmente, contrairement aux configurations centralisées qui nécessitent des investissements de départ importants pour une capacité plus grande que ce qui est nécessaire initialement. Toutefois, le client doit installer une infrastructure de soutien amont complète, indépendamment de l'évolution de charge prévue.
- Point de défaillance unique (SPoF)** : l'idée est que vous pouvez avoir un système centralisé ayant une redondance modulaire N+1, mais un commutateur statique unique de valeur nominale N, par rapport à un système distribué qui a une redondance de bypass N+1 et une redondance des modules ASI.

### 1. Le point sur la fiabilité

Généralement, de nombreux fabricants d'équipements d'alimentation critiques, tels que des ASI, publient des données de fiabilité pour leurs produits sous la forme d'un temps moyen entre défaillances. Combiné avec une estimation de la durée moyenne de défaillance (MDT) ou de la durée moyenne de réparation (MTTR), laquelle doit inclure des éléments de temps de trajet et de délai d'acheminement des pièces de rechange, reflétant le temps de réaction prévu de l'organisation du service face à une urgence sur site, un calcul simple permet d'obtenir la mesure couramment utilisée de fiabilité, à savoir la disponibilité.

Seul un petit nombre de fabricants proposent des données de temps moyen entre défaillances issues de mesures réelles sur le terrain et, lorsqu'ils le font, le nombre absolu est basé sur les heures de service cumulé sur le terrain par rapport au nombre de défaillances de la tension de bus de sortie. La prise en compte des heures cumulées au lieu des heures entre les défaillances sur un module/système individuel peut donner une vue faussée du temps moyen entre défaillances d'un système, car les défaillances multiples sont réparties sur un groupe hétérogène de systèmes isolés.

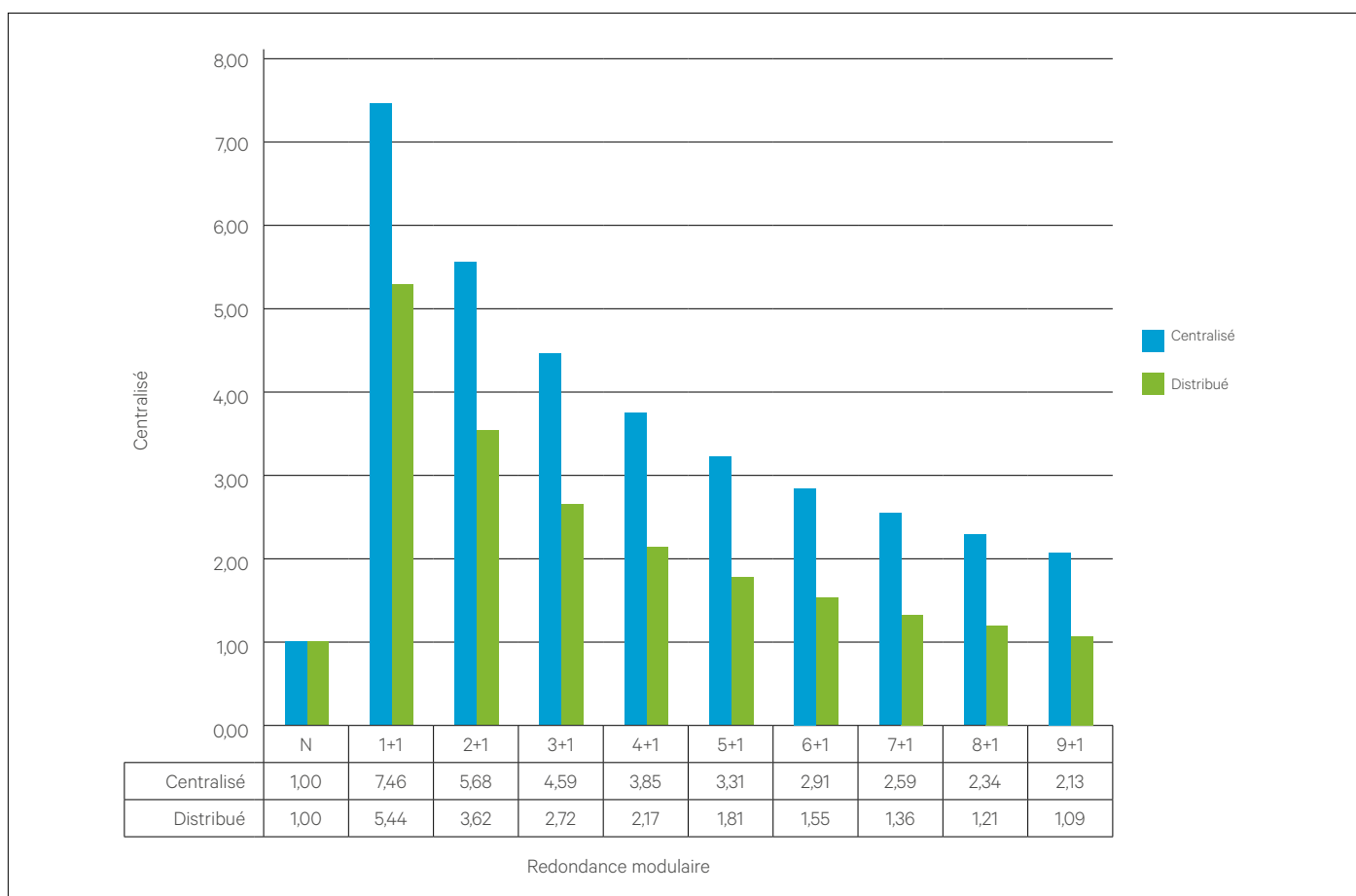


Figure 3 : Temps moyens entre défaillances relatifs de l'architecture de bypass centralisé et distribué.

### 1.1 Cela signifie-t-il que les calculs de temps moyens entre défaillances ne sont pas utiles ?

Pas forcément : si elle est utilisée avec précaution et lorsque les données d'entrées sont basées sur le même ensemble d'hypothèses sous-jacentes, la notion de fiabilité « comparative » du système est utile. Les résultats doivent être comparés et ne doivent pas être utilisés pour déclarer ou déduire des temps moyens entre défaillances absolus. En d'autres termes, un système « A » qui a un temps moyen entre défaillances calculé de 5 000 000 heures peut être considéré comme deux fois plus susceptible d'avoir une défaillance (à tout moment) qu'un système « B » avec un temps moyen entre défaillances de 10 000 000 heures. Il faut ignorer le nombre absolu « plus faible » de 5 000 000 heures (571 ans) qui peut sembler plus que « suffisant » pour l'application.

Côté sortie d'alimentation, chaque machine doit être raccordée au tableau de distribution de sortie au moyen de sectionneurs sur un jeu de barre commun. Il est possible (et par conséquent il faut le prendre en compte) qu'une défaillance dans un module ASI (par exemple un court-circuit en sortie) affecte les modules restants, annulant l'« indépendance » de leur fiabilité combinée.

Dans le cas d'un bypass distribué, chaque module possède un bypass automatique interne qui exclut la nécessité d'un bypass centralisé commun.

Même si l'architecture de bypass centralisé peut être considérée comme un point commun de défaillance, c'est une solution préférable pour les grandes installations, car une conception de bypass distribué produirait un point de défaillance commun dans chaque module, entraînant plusieurs points de défaillance individuels.

Par exemple, si on considère des installations de taille moyenne à grande, l'effet positif est plus élevé avec un petit nombre de modules en parallèle, comme le montre la figure 3. Pour de grands systèmes à modules multiples, une architecture de bypass centralisé est préférable, car elle est considérée comme plus fiable. Ainsi, la seule conclusion est que, malgré l'intérêt apparent de la redondance multimodulaire de bypass pour les grandes installations, le problème de fiabilité joue en faveur d'un bypass centralisé unique.

### 2. Le point sur la valeur nominale de tenue aux courts-circuits (Capacité de court-circuit) du bypass

Lorsqu'un court-circuit se produit en aval de l'ASI (dans une section de la charge elle-même ou dans une partie du câblage de distribution fixe), la tension s'effondre à une valeur presque nulle et le courant de la source augmente et circule jusqu'au défaut. La vitesse de montée et la valeur pic du courant de défaut dépendent de la réactance subtransitoire (impédance de sortie ou de « transfert vers

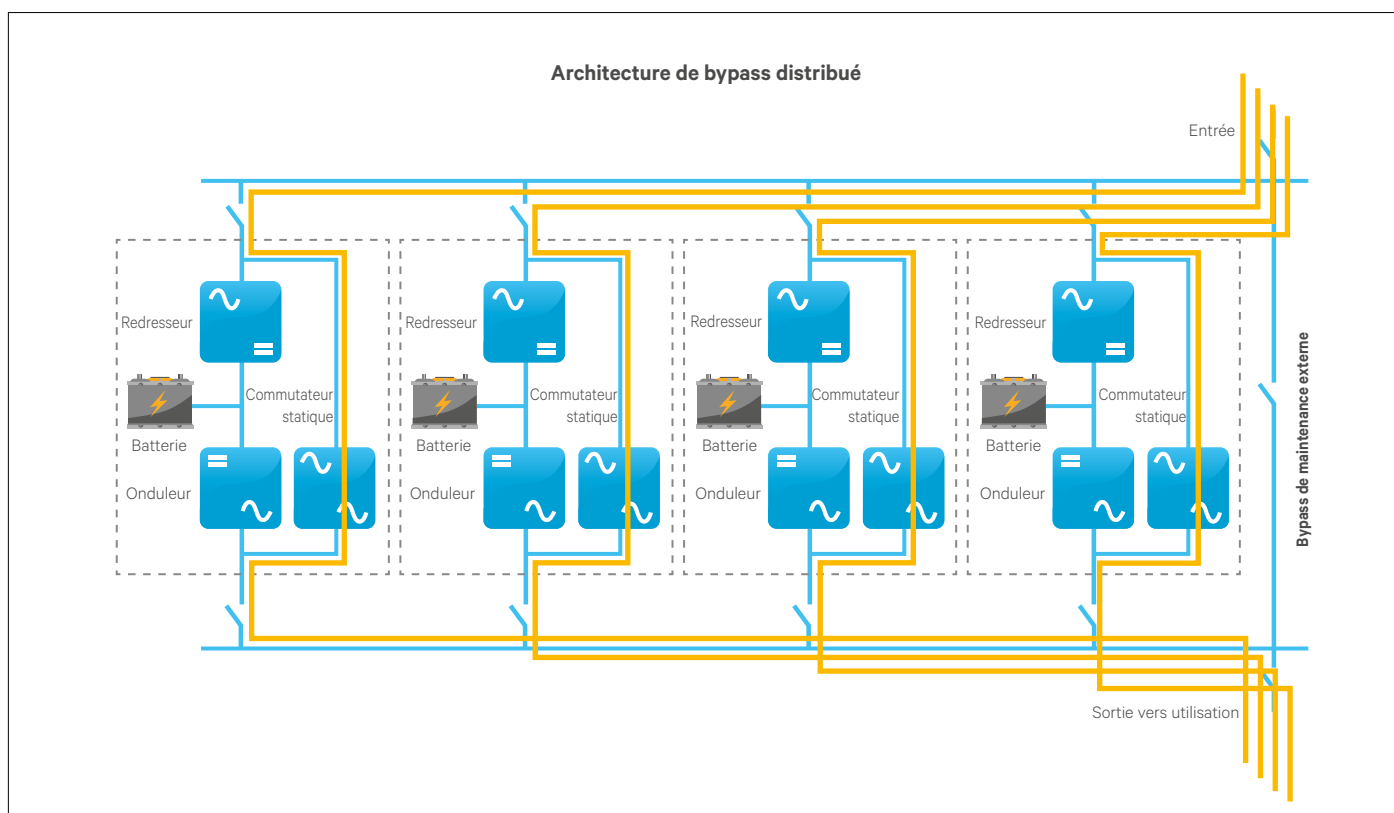


Figure 4 : Exemple de trajet de courant sur une architecture de bypass distribué.

l'avant ») de la source. La réaction de l'ASI à la chute de tension est de transférer le bus de sortie au bypass de manière à utiliser la capacité d'élimination de court-circuit du transformateur de réseau et éliminer le défaut (en ouvrant le disjoncteur approprié ou en faisant sauter le fusible le plus proche de la section défectueuse) dans le temps de rétention typique requis par le reste de la charge (saine) (par exemple 10 - 20 ms).

Il faut prendre en compte une précaution importante dans la conception du bypass distribué (fig. 4), car la légère différence d'impédance entre les trajets parallèles provoquera le passage de courants de court-circuit très déséquilibrés et causera généralement un dommage de surcharge et un enchaînement de défaillances.

S'assurer que les longueurs de câbles sont proches atténuera largement le problème ; les systèmes avec de grandes différences de longueurs de câbles entre les modules doivent être examinés attentivement. Une fois que l'impédance du trajet est adaptée, la valeur nominale de tenue de chaque commutateur statique de bypass individuel prend une part du courant subtransitoire du transformateur. En fait, comme les commutateurs statiques de bypass d'ASI sont dans un réseau redondant N+1, ils auront une résistance supérieure au bypass central alternatif, au moins en théorie.

### 3. Conceptions distribuées et centralisées Vertiv

Lorsque l'utilisateur choisit des systèmes ASI Vertiv pour des installations moyennes (dans une plage de puissance de 80 à 200 kVA), il a le choix entre différentes architectures d'ASI (monolithique ou modulaire évolutive) compatibles avec une ou deux conceptions de système bypass (centralisé ou distribué).

Concernant les architectures moyennes d'ASI monolithiques sans transfo :

- Liebert® NXC jusqu'à 200 kVA en unité simple offre une solution de bypass distribué avec un commutateur statique dans chaque ASI individuelle.
- Liebert® EXL S1 jusqu'à 1,2 MW en unité simple offre des solutions de bypass distribué et centralisé, avec l'installation d'un commutateur statique commun et général dans le deuxième cas.

Concernant l'architecture moyenne d'ASI modulaire sans transfo :

- Liebert® APM jusqu'à 300 kVA en unité simple offre une solution parallèle distribuée avec un bypass statique centralisé monté dans chaque ASI individuelle.

### Conclusion

Le choix d'une stratégie de secours distribuée ou centralisée incombe aux responsables des équipements informatiques et des services généraux lors de la conception d'une méthode de protection électrique pour leurs datacenters. Cependant, il n'existe pas de réponse unique à cette question, car les avantages et inconvénients de l'architecture, associés aux contraintes financières et aux capacités de gestion, doivent être pris en compte et évalués par les sociétés avant de prendre une décision. Les cinq questions suivantes peuvent aider à la prise de décision :

- Quelles sont les évolutions attendues dans un avenir proche ?
- Quelle est la stratégie la plus pertinente d'un point de vue financier ?
- Quelle architecture de bypass satisfera au mieux mes contraintes en matière de disponibilité ?
- Quels sont les effets sur la fiabilité du système ?
- Quelle est la solution la plus tolérante aux défaillances pour mon datacenter ?

Lorsque de grands réseaux multimodules sont prévus dans des systèmes d'ASI forte puissance, la fourniture d'un bypass centralisé est préférable à une architecture distribuée, pour à la fois maximiser le temps moyen entre défaillances du système et assurer le fonctionnement pendant les scénarios de tenue aux courts-circuits. Cela est propre aux systèmes d'ASI modulaires où une charge partielle est attendue et où des modules sont arrêtés pour adapter la capacité des ASI à la charge.

Grâce aux systèmes d'ASI Vertiv, les responsables des équipements informatiques et services généraux peuvent trouver toutes les réponses aux questions ci-dessus en sélectionnant la stratégie de secours qui est la plus pertinente pour chaque scénario, afin de s'assurer que la charge critique est toujours protégée par la solution la plus fiable sans compromis en matière de disponibilité, capacité et efficacité.

	NXC	EXL S1	APM
Parallèle distribué	✓	✓	✓
Parallèle centralisé	✗	✓	✗

