

# Continuité de service

Classification des *datacenters* en fonction de leur disponibilité

MIETEK GLINKOWSKI – Tous les industriels le savent : aucun système n'est à l'abri d'une défaillance. Pour le marché des datacenters, la priorité absolue est la continuité de service. Les analystes du secteur estiment qu'une panne d'une heure coûte en moyenne 350 000 dollars ; un chiffre en augmentation constante au vu du nombre croissant d'entreprises qui stockent, mettent en réseau et traitent des données numériques, dont la quasi-totalité transite ou est hébergée par un datacenter. Les coûts faramineux d'une interruption de service, même très brève, font de la disponibilité un critère déterminant de conception, d'exploitation et de maintenance de ces « usines de l'information ».

# Pour le marché des datacenters, la priorité absolue est la continuité de service.

## 1 Fiabilité et disponibilité

Fiabilité et disponibilité sont deux notions distinctes, souvent mal interprétées et confondues avec la qualité d'un système ou d'un produit.

La fiabilité varie dans le temps comme suit :

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

avec  $R(t)$  = fiabilité,  $t$  = temps, et  $\lambda = TF/Tp$ , taux de défaillance (nombre total de défaillances  $TF$  sur la durée totale  $Tp$ ).

Plus le système fonctionne longtemps, plus la fiabilité est faible.  $\lambda$  est la réciproque de la moyenne des temps de bon fonctionnement ( $MTBF$ ). Le temps moyen de réparation ( $MTTR$ ) d'un système ou dispositif défaillant est un autre indicateur important. Ces deux indicateurs expriment la disponibilité intrinsèque ( $DI$ ) d'un système ou dispositif, soit  $DI = MTBF/(MTBF+MTTR)$ .

Lorsque le concept de disponibilité inclut les temps d'arrêt pour maintenance planifiée, on parle de disponibilité opérationnelle ( $DO$ ).

La fiabilité et la disponibilité ne sont pas constantes mais fonction de composants spécifiques du système et de sa topologie,

laquelle détermine le niveau de criticité des composants dans l'accomplissement de la mission stratégique du datacenter.

Il en résulte que la fiabilité doit être évaluée aux différents points du système où l'énergie électrique est fournie à la charge informatique.

Quand la « qualité » désigne l'état d'un équipement neuf livré au client, la fiabilité et, donc, la disponibilité se mesurent sur une durée ; elles prennent aussi en compte l'effet du vieillissement et les contraintes subies par l'équipement au sein du système.

La redondance des équipements et des circuits électriques permet d'accroître la fiabilité. Or plus il y a d'équipements, plus il y a de probabilité de défaillance d'un ou de plusieurs composants. Tout système doit trouver un équilibre entre, d'une part, le niveau de redondance et la complexité associée, d'autre part, les gains de fiabilité. Un système bien conçu doit tirer le maximum de l'équipement, exploiter tout son potentiel et fournir un niveau suffisant de redondance et de secours pour fiabiliser l'alimentation électrique.

La disponibilité d'un datacenter est une mesure de la continuité de service annoncée aux utilisateurs. Aujourd'hui, la « haute disponibilité » est pour l'essentiel obtenue par la redondance des architectures, des équipements (informatiques et énergétiques), des circuits électriques et des logiciels → 1. Plusieurs classifications définissent ce critère dans les datacenters. La dynamique technologique, la quête de différenciation, les enjeux environnementaux et, par-dessus tout, des facteurs économiques dictent souvent les choix architecturaux selon le niveau de disponibilité ou des critères radicalement différents. L'*Uptime Institute* classe les datacenters en quatre catégories, ou « tiers I à IV », correspondant chacune à un niveau de disponibilité croissant → 2. Ce référentiel, qui n'est pas toujours suivi, est celui adopté ici pour notre description de l'architecture électrique des datacenters.

Un datacenter de *tier I*, le moins cher et le moins performant, vise un taux de disponibilité de 99,671 % correspondant à 28,8 heures d'arrêt cumulé annuel, alors qu'un site de *tier IV* cible 99,995 %, soit 24 minutes d'arrêt par an. Les tiers I à IV sont également caractérisés par différentes densités de puissance, allant de 200 W/m<sup>2</sup> à

1500 W/m<sup>2</sup>. Les ingénieurs énergéticiens doivent également savoir que plus le tier est élevé, plus la tension d'alimentation électrique du datacenter est élevée. En effet, la continuité de fourniture s'améliore au fur et à mesure que l'on passe des circuits basse tension (BT) à la distribution moyenne tension (MT) et au transport haute tension (HT). Plus on tend vers la HT, moins on risque la perturbation ou la panne générale.

### Tier I

Architecture la plus simple, son niveau de disponibilité et la densité de puissance pour la charge informatique sont les plus faibles. Ce concept est appelé « N » car  $n$  charges informatiques nécessitent  $n$  alimentations sans interruption et groupes électrogènes. Le schéma → 3 en reproduit les composants de base.

#### Connexion au réseau

Un datacenter de tier I est raccordé au réseau par l'intermédiaire d'un transformateur abaisseur MT->BT.

#### Groupe électrogène

Généralement couplé à un moteur diesel, ce générateur de secours prend la relève en cas de coupure réseau prolongée. Son autonomie, qui dépend des réserves de combustible, varie de 24 à 72 heures ; elle peut être accrue avec un

#### Photo p. 11

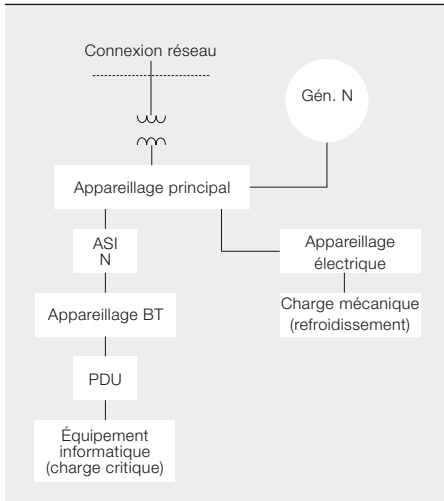
Quelle architecture électrique pour des datacenters à haute disponibilité ?

## 2 Tableau comparatif des architectures d'alimentation (tier)/taux de disponibilité

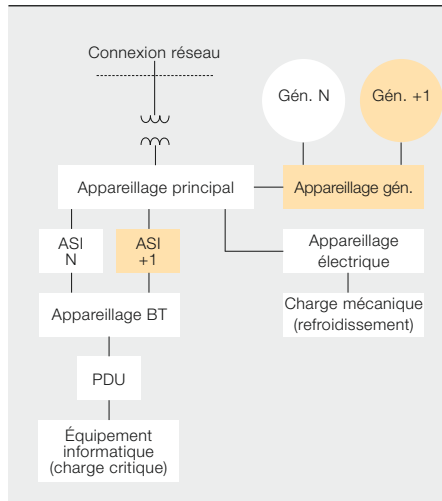
	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
<b>Nombre de circuits d'alimentation</b>	<b>1 seul</b>	<b>1 seul</b>	<b>1 actif/ 1 passif</b>	<b>2 actifs</b>
Redondance	N	N+1	N+1	2 (N+1) ou 2N
Tension réseau	208, 480 V	208, 480 V	12–15 kV	12–15 kV
Temps d'indisponibilité/an	28,8 h	22,0 h	1,6 h	0,4 h
Taux de disponibilité du datacenter	99,671 %	99,749 %	99,982 %	99,995 %
© The Uptime Institute				

Aujourd'hui, le haut niveau de disponibilité est pour l'essentiel obtenu par la redondance des architectures, équipements (informatiques et énergétiques), circuits électriques et logiciels.

### 3 Architecture tier I (N)



### 4 Architecture tier II (N+1)



contrat de ravitaillement de fioul prioritaire. La génératrice est une machine synchrone d'une puissance de quelques centaines de kilowatts (kW) à deux ou trois mégawatts (MW).

#### Inverseur de sources automatique

Cet appareil spécial à logique de contrôle-commande et de protection assure une inversion de sources instantanée (réseau électrique <-> groupe électrogène) dans des conditions données. La plupart du temps, il est de type « à coupure » : en cas de perte réseau, le disjoncteur de tête s'ouvre et le groupe électrogène ne se ferme qu'après avoir correctement démarré, atteint la vitesse et le niveau d'excitation désirés, et été synchronisé. Ce démarrage peut prendre quelques secondes, voire une minute quand il y a plusieurs groupes.

#### Alimentations sans interruption (ASI)

Il s'agit pour l'essentiel d'onduleurs de trois types : en attente passive, en interaction directe avec le réseau et à double conversion (alternatif/continu/alternatif). Ce dernier, le plus répandu, stabilise et

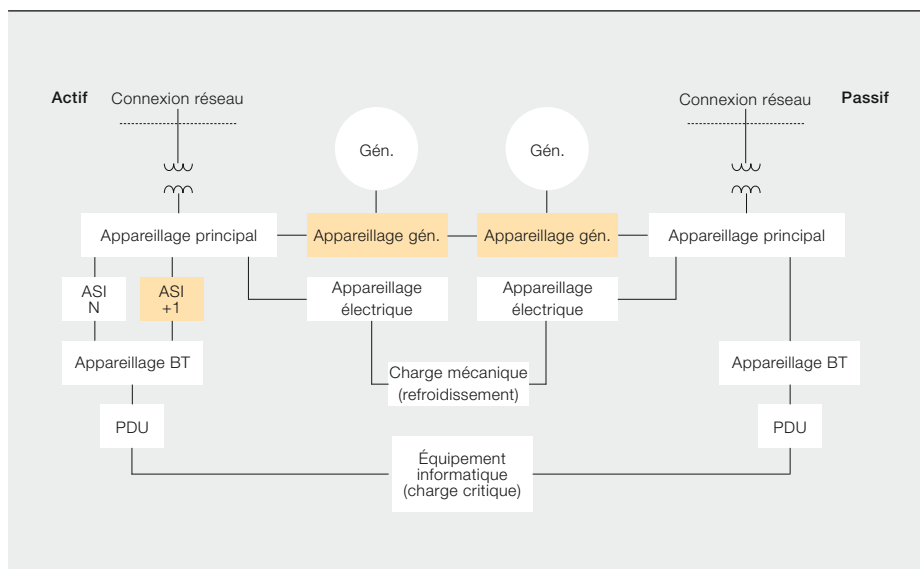
nettoie l'onde de tension de toutes les imperfections du réseau (transitoires, creux et pics de tension, etc.). Son bus CC intermédiaire est raccordé à une batterie de secours dont l'autonomie s'étage de 2–3 minutes à 7–10 minutes selon sa taille. Le basculement entre le réseau et la batterie est indétectable et instantané.

#### Appareillage électrique

Les datacenters nécessitent différents appareils pour la distribution de l'énergie électrique aux nombreuses rangées de serveurs ou d'équipements informatiques (charge critique) ainsi qu'aux systèmes de refroidissement (pompes, ventilateurs, vannes, compresseurs, etc.) et autres charges mécaniques. Les disjoncteurs protègent également des défauts et autres anomalies. Dans un site tier I, il s'agit exclusivement d'appareils BT (moins de 1 kV environ).

L'ajout du circuit électrique passif fait grimper le coût des installations tout en compliquant le contrôle-commande, la coordination et la maintenance.

## 5 Architecture tier III en mode actif/passif; pas d'ASI dans le circuit passif



### Unités de distribution électrique (PDU)

Ces unités regroupent des disjoncteurs, des compteurs et, en Amérique du Nord, des transformateurs BT pour la distribution électrique des baies de serveurs ainsi que la protection et la mesure de la tension et du courant fournis aux charges individuelles.

### Blocs d'alimentation

Les blocs d'alimentation font partie de l'équipement informatique. Comparables à ceux des PC de bureau, ils transforment le 220 V ou 110 V en tension continue distribuée aux différentes charges informatiques, serveurs, équipements réseau, baies de stockage. Les plus répandus sont les alimentations à découpage sans transformateur. La redondance des circuits électriques dans les architectures tiers III et IV fait qu'un nombre croissant de blocs d'alimentation est aujourd'hui doté d'entrées bitension en CA.

### Tier II

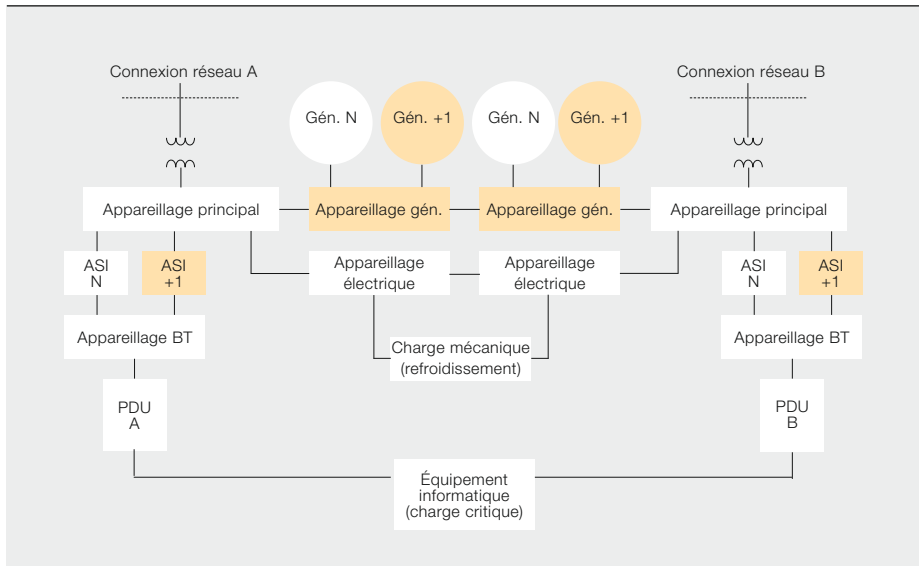
Cette architecture « N+1 » se distingue de la précédente par un groupe électrogène et une ASI supplémentaires → 4. Si certains des composants les plus critiques du système sont doublés pour une disponibilité accrue, le reste du système est fondamentalement identique. Cette redondance ne supprime pas plusieurs points uniques de défaillance dans le circuit d'alimentation de la charge informatique.

### Tier III

Encore appelée configuration active/passive, cette architecture comporte un double circuit d'alimentation → 5. Outre la redondance des équipements critiques, un deuxième circuit électrique fonctionnant en parallèle alimente la charge informatique en cas de défaillance du circuit primaire. Ce circuit supplémentaire passif n'est utilisé qu'en cas de besoin. Un datacenter tier III nécessite également une deuxième connexion réseau. L'ajout du circuit électrique passif fait grimper le coût des installations tout en compliquant le contrôle-commande, la coordination, la maintenance, etc. On y trouve également un tableau électrique supplémentaire et une armoire de départs-moteurs qui doivent permettre le fonctionnement intégral du datacenter sur le circuit passif. L'équipement informatique peut ici pleinement tirer profit du circuit redondant et utiliser, par exemple, des alimentations doubles pour chaque serveur. Le nombre de points uniques de défaillance est ainsi considérablement réduit. Néanmoins, le circuit passif n'étant pas protégé par une ASI, le système est, en cas d'urgence, vulnérable aux instabilités du réseau électrique, voire aux pannes de courant.

### Tier IV

L'architecture tier IV, ou « 2(N+1) », est la Rolls des datacenters → 6. Un nombre relativement réduit d'infrastructures dans le monde est certifié tier IV; leurs systèmes fonctionnent en parallèle et en redondance active. Si chaque circuit est dimensionné pour pouvoir alimenter la



Tout système est affaire de compromis entre, d'une part, le niveau de redondance et la complexité associée, d'autre part, les gains de fiabilité.

totalité de la charge, en fonctionnement normal, le taux maximum d'utilisation ne dépasse pas 50 %. De surcroît, certaines architectures tier IV possèdent N+1 ASI

Concevoir, installer et optimiser l'écosystème informatique exigent des compétences techniques pointues. Dans les data-centers, les notions de disponibilité et de

fiabilité évoluent au rythme de l'élévation des niveaux de tension, de la complexité des schémas de commutation, de l'élargissement des plages de fonctionnement

## Les architectures de data-centers certifiées tier IV fonctionnent en parallèle et en redondance active.

et groupes électrogènes dans chaque circuit; or cette disponibilité accrue (+0,01 %) a son pendant en termes de complexité et de coût. L'objectif est ici une indisponibilité de service annuelle cumulée de 24 minutes pour l'utilisateur (soit une défaillance tous les 5 ans).

des équipements informatiques et, plus important, de l'avènement des logiciels tolérants aux pannes et du *cloud computing*. Alors, restez au courant !

### Changement permanent

Les taux de disponibilité et d'indisponibilité de la classification tier ne sont pas les seuls facteurs à prendre en compte. L'impact des interruptions de service sur le fonctionnement des équipements stratégiques varie également. Par exemple, sur une année, les conséquences de 10 microcoupures de 50 ms chacune de l'alimentation électrique des serveurs seront nettement plus graves qu'une seule coupure de 500 ms. Même si, au final, le taux de disponibilité annuel est le même (arrêt cumulé de 0,5 s), les 10 microcoupures obligent les serveurs à redémarrer 10 fois par an (entraînant un risque de perte de données), alors que la coupure unique ne nécessite qu'un seul redémarrage sur l'année.

**Mietek Glinkowski**

ABB Data Centers

Raleigh (Caroline du Nord, États-Unis)

mietek.glinkowski@us.abb.com