



**Disque SSD
du système
d'exploitation
maintenu à une
température
inférieure de 33 °C***

avec une température
ambiante de 25 °C



**Le fonctionnement
s'est poursuivi sans
défaillance dans des
conditions à 35 °C**

tandis que le serveur
Supermicro SYS-621C-
TN12R a subi une
défaillance



**Disque SSD
du système
d'exploitation
maintenu à une
température
inférieure de 34 °C***

lors d'un scénario de
dysfonctionnement du
système CVC

*Températures moyennes tout au long de la charge applicative de deux heures par rapport à celles du serveur Supermicro SYS-621C-TN12R

Amélioration de l'efficacité énergétique dans le datacenter : faites face aux températures plus élevées en toute confiance grâce aux serveurs Dell PowerEdge HS5620

Dans les scénarios de test à haute température, un serveur Dell PowerEdge HS5620 a continué à exécuter une charge applicative intensive sans avertissement ni défaillance de composant, tandis qu'un serveur Supermicro SYS-621C-TN12R a subi une défaillance

L'exploitation d'un datacenter à des températures plus élevées peut aider les entreprises à réaliser des économies en matière de coûts de refroidissement et de consommation d'énergie. Le programme ENERGY STAR® souligne que ces mesures peuvent être financièrement avantageuses : « Toute augmentation de température de 1 °F peut permettre de réduire les coûts énergétiques de 4 % à 5 %. »¹ La chaleur soutenue d'un datacenter dépend toutefois des capacités du matériel utilisé. Les serveurs capables de supporter des températures plus élevées au quotidien peuvent aider les entreprises à atteindre leurs objectifs de développement durable. Fort d'une conception thermique adaptée, un serveur peut également continuer à fonctionner à des températures encore plus élevées en cas de circonstances inattendues, telles que des défaillances de ventilateur interne ou des dysfonctionnements de l'environnement externe.

Chez PT, nous avons testé deux serveurs 2U optimisés pour le Cloud : le Dell™ PowerEdge™ HS5620 et le Supermicro® SYS-621C-TN12R. Afin de créer un environnement dans lequel nous pourrions contrôler et mesurer complètement la température, nous avons construit un boîtier autour d'un rack de serveurs entièrement rempli. Tous les serveurs du rack ont exécuté une charge applicative à virgule flottante synthétique intensive similaire à une charge applicative d'inférence d'apprentissage automatique, qui a soumis les processeurs des systèmes à une contrainte et généré de la chaleur dans l'environnement.

Nous avons surveillé les températures internes des serveurs Dell et Supermicro au cours de trois types de tests basés sur des scénarios : des températures ambiantes de 25 °C, une défaillance de ventilateur et un dysfonctionnement du système CVC du datacenter. Le système Dell a fonctionné sans avertissement de surchauffe des composants ni défaillance au cours de ces tests. En revanche, le système Supermicro a généré des avertissements dans tous ces scénarios et des défaillances de composants dans les deuxième et troisième scénarios, ce qui a entraîné des temps d'arrêt du système nécessitant une intervention manuelle. Doté d'avantages de conception de refroidissement convaincants, le serveur Dell PowerEdge HS5620 a géré chaque défi sans aucun problème.

Procédure de test

Le Tableau 1 affiche les informations de configuration clés pour les deux serveurs optimisés pour le Cloud que nous avons testés. Pour plus d'informations, voir les *données scientifiques qui ont servi à établir ce rapport*.

Tableau 1 : Principales informations de configuration des serveurs que nous avons testés.

	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Processeurs	2 processeurs Intel® Xeon® Gold 6444Y	2 processeurs Intel Xeon Gold 6444Y
Mémoire	1 024 Go de mémoire RAM DDR5	1 024 Go de mémoire RAM DDR5
Carte d'interface réseau (NIC)	Intel E810-XXV avec 2 ports 25GbE	Intel E810-XXVAM2 (AOC-S25GC-i2S) avec 2 ports 25GbE
Stockage	2 disques SSD NVMe® M.2	2 disques SSD NVMe M.2
Contrôleur de stockage	Dell BOSS N1	Stockage PCIe® à connexion directe
Bloc d'alimentation (PSU)	2 Dell 05222NA00 1 800 watts	2 Supermicro HMC94MEBRA123N 1 200 watts
Ventilateurs	5 Dell HPR Silver 1 Dell HPR Gold	3 Supermicro Middle Fan FAN-0206L4
SE	Ubuntu 22.04.3	Ubuntu 22.04.3

Nous avons configuré le serveur Dell avec un contrôleur de stockage et deux disques NVMe M.2 afin de correspondre à la configuration du stockage du serveur Supermicro. La configuration du serveur Dell comprenait cinq ventilateurs Dell HPR Silver et un ventilateur Dell HPR Gold. Le serveur Supermicro prenait en charge trois ventilateurs de 8 cm, à savoir le nombre maximum qu'il pouvait accueillir lors des tests. Pour permettre la surveillance des performances, nous avons réglé les paramètres du profil système du BIOS sur « Performances par watt (SE) » sur le serveur Dell. Nous avons conservé la configuration par défaut du BIOS du serveur Supermicro, « OS contrôle EPB », car ce paramètre nous permettait de surveiller les données requises par nos tests.

Afin de créer un environnement dont nous pourrions contrôler et mesurer la température, nous avons construit un boîtier personnalisé autour d'un rack de serveurs 42U entièrement chargé. Nous avons placé le Dell PowerEdge HS5620 et le Supermicro SYS-621C-TN12R au même emplacement au milieu du rack lors des tests. Nous avons configuré le reste du rack 42U avec un commutateur haut de rack et plusieurs serveurs 2U et 1U, ainsi que des serveurs lames et des châssis, qui génèrent de la chaleur en exécutant leurs charges applicatives. Nous avons capturé la gestion de la bande de base et la télémétrie au niveau du système d'exploitation pour la surveillance des composants à l'aide des outils tiers Telegraf™ et Prometheus.

Nous avons testé les serveurs dans trois types de scénarios : fonctionnement classique à une température ambiante de 25 °C, défaillance de ventilateur interne (deux fois, avec différents ventilateurs désactivés à chaque fois) et dysfonctionnement du système CVC lorsque la température ambiante a atteint 35 °C. Dans chacun de ces scénarios, nous avons utilisé l'outil stress-ng pour placer les fonctionnalités à virgule flottante des processeurs sous contrainte. Ce type de charge applicative est essentiel pour les cas d'utilisation incluant l'entraînement de l'IA et le calcul haute performance (HPC). Pour plus d'informations, voir la page 3. L'armoire des serveurs a lancé la charge applicative en quatre phases. Avec les systèmes Dell et Supermicro, nous avons testé le lancement de la charge applicative à la quatrième phase, 3 minutes et 30 secondes après les premiers serveurs. Nous avons surveillé les températures et les statistiques du matériel pendant 15 minutes avant le démarrage d'une charge applicative, tout au long de la charge applicative de deux heures, et pendant 15 minutes après la fin de la charge applicative.

Pour plus de détails sur les tests, les résultats et les configurations, voir les *données scientifiques qui ont servi à établir ce rapport*.

Présentation de nos conclusions

Dans les tableaux 2 et 3, nous présentons un aperçu du comportement des différents composants des serveurs lors de chaque test. Si au moins l'un des types de composants répertoriés a fait l'objet d'un avertissement ou d'une défaillance, nous le notons ci-dessous. Comme le montre le Tableau 2, les composants du Dell PowerEdge HS5620 sont restés opérationnels dans chaque type de scénario sans afficher d'avertissement. D'autre part, le Supermicro SYS-621C-TN12R a rencontré au moins un avertissement dans chaque type de scénario, y compris à une température ambiante de 25 °C, ainsi qu'une défaillance de composant dans le scénario de dysfonctionnement du système CVC et dans les deux scénarios de défaillance de ventilateur (Tableau 3). Lors de nos tests, les défaillances de disque SSD du système d'exploitation ont entraîné la défaillance du système, rendant le système Supermicro inutilisable et nécessitant une intervention manuelle. Nous analysons les conceptions thermiques des serveurs et examinons ces résultats plus en détail dans les pages qui suivent.

Tableau 2 : Présentation du comportement des principaux composants du serveur Dell PowerEdge HS5620 dans les scénarios de test.

Dell PowerEdge HS5620				
Catégorie de composant	Températures ambiantes de 25 °C	Défaillance du ventilateur 2	Défaillance du ventilateur 3	Dysfonctionnement du système CVC
Processeur	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance
RAM	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance
Carte réseau	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance
DISQUE SSD M.2	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance
Bloc d'alimentation	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance

Tableau 3 : Présentation du comportement des principaux composants du serveur Supermicro SYS-621C-TN12R dans les scénarios de test.

Supermicro SYS-621C-TN12R				
Catégorie de composant	Températures ambiantes de 25 °C	Défaillance du ventilateur 1	Défaillance du ventilateur 3	Dysfonctionnement du système CVC
Processeur	✓ Aucun avertissement ni défaillance	▲ Avertissement	▲ Avertissement	▲ Avertissement
RAM	✓ Aucun avertissement ni défaillance	▲ Avertissement	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance
Carte réseau	✓ Aucun avertissement ni défaillance	▲ Avertissement	✓ Aucun avertissement ni défaillance	▲ Avertissement
DISQUE SSD M.2	▲ Avertissement	✗ Défaillance	▲ Avertissement	✗ Défaillance
Bloc d'alimentation	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance	✗ Défaillance	✓ Aucun avertissement ni défaillance

À propos de la charge applicative que nous avons utilisée lors de nos tests

Nous avons utilisé l'outil stress-ng pour exécuter une charge applicative à virgule flottante sur les systèmes que nous avons testés. Les calculs à virgule flottante jouent un rôle essentiel dans la gestion des calculs mathématiques impliquant des nombres avec des parties fractionnaires. Ils sont particulièrement essentiels pour les charges applicatives scientifiques et d'ingénierie qui exigent des calculs numériques de haute précision, tels que l'entraînement de l'IA, les algorithmes d'apprentissage automatique, les simulations scientifiques, la modélisation financière et les applications de conception assistée par ordinateur (CAO).

Analyse de la conception de refroidissement du système : examen des avantages du serveur Dell PowerEdge HS5620

L'analyse des conceptions thermiques des systèmes est essentielle pour comprendre leur performance dans chaque scénario de test. Les serveurs utilisent plusieurs éléments de conception pour garder les systèmes au frais, tels que la conception de la carte mère. L'installation de composants sensibles sur la carte mère peut aider à protéger ces composants contre la surchauffe mutuelle. De plus, les ventilateurs assurent la circulation de l'air, tandis que la conception du châssis doit également aider à protéger les composants de l'air chaud. Nous examinons ci-dessous ces éléments de conception dans les serveurs Dell PowerEdge HS5620 et Supermicro SYS-621C-TN12R.

Conception de la carte mère

La configuration de la carte mère du système Supermicro était particulièrement problématique quant au placement des modules NVMe M.2. Par exemple, dans les deuxième et troisième scénarios de test, même la température du disque SSD inactif a augmenté, car il était situé directement en aval d'un processeur chargé. En outre, sur le côté droit du châssis, aucun ventilateur dédié n'alimentait en air le module de distribution d'alimentation (PDU) reliant les deux blocs d'alimentation au reste du système. Au lieu de cela, le système Supermicro s'appuyait sur le flux d'air en provenance des ventilateurs intégrés aux blocs d'alimentation à l'arrière du châssis. Bien que nous n'ayons pas observé de défaillance de ce module de distribution d'alimentation, le BMC a signalé une défaillance de bloc d'alimentation au cours du deuxième scénario de défaillance de ventilateur, démontrant ainsi l'inconvénient de cette conception (pour plus d'informations sur ce test, voir les *données scientifiques qui ont servi à établir ce rapport*). Voir la Figure 1.

En revanche, la carte mère du serveur Dell PowerEdge HS5620 présentait une conception plus complexe. Les modules de refroidissement du processeur utilisaient des caloducs sur les dissipateurs de chaleur afin de permettre un refroidissement plus efficace. Le module de distribution d'alimentation a été intégré à la carte mère, ce qui permet une circulation plus fluide de l'air sur ses composants. Dans la configuration que nous avons testée, le module de distribution d'alimentation était doté d'un ventilateur Dell HPR Gold et d'un ventilateur Dell HPR Silver refroidissant les composants. Comme le montre la Figure 2, des ouvertures dans le carénage de circulation d'air du système Dell permettaient à de l'air frais de passer au-dessus des composants, atténuant ainsi le transfert de chaleur d'un composant à un autre.

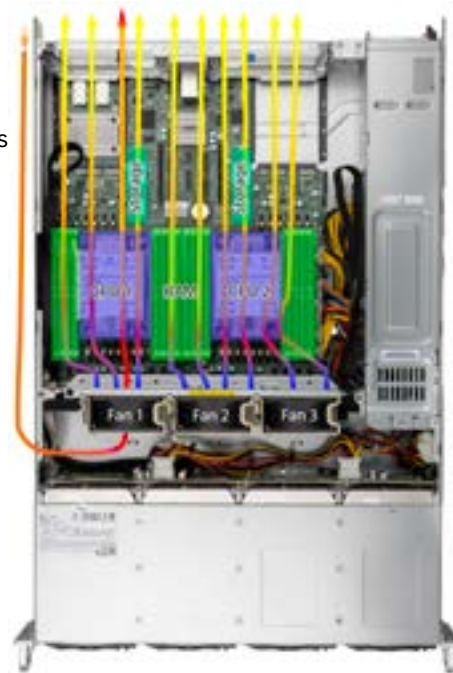


Figure 1 : Disposition de la carte mère du Supermicro SYS-621C-TN12 que nous avons testé. Nous avons ajouté des étiquettes de composants et des flèches indiquant la direction du flux d'air en provenance des ventilateurs. L'air plus froid est indiqué par des flèches bleues et violettes, et l'air plus chaud est indiqué par des flèches rouges, orange et jaunes. Source : Principled Technologies.



Figure 2 : Disposition de la carte mère du Dell PowerEdge HS5620 que nous avons testé, montrant la couche thermique inférieure (à gauche) et la couche thermique supérieure (à droite) que le carénage divise. Nous avons ajouté des étiquettes de composants et des flèches indiquant la direction du flux d'air en provenance des ventilateurs. L'air plus froid est indiqué par des flèches bleues et violettes, et l'air plus chaud est indiqué par des flèches rouges, orange et jaunes. Source : Principled Technologies.

Ventilateurs

Les ventilateurs d'un système constituent un élément essentiel de la conception de refroidissement. La configuration du serveur Dell PowerEdge HS5620 que nous avons testé comprenait cinq ventilateurs Dell HPR Silver de 60 mm et un ventilateur Dell HPR Gold de 60 mm. Le serveur Supermicro SYS-621C-TN12R que nous avons testé utilisait trois ventilateurs principaux de 80 mm pour le refroidissement. Dans les deux serveurs, chacun des blocs d'alimentation était doté d'un ventilateur dédié supplémentaire intégré.

La valeur en pieds cubes par minute (CFM) indique la quantité d'air qu'un ventilateur peut déplacer. Selon leurs étiquettes, les six ventilateurs du système Dell présentaient une valeur en pieds cubes par minute de 57,26 chacun (343,56 au total), tandis que les trois ventilateurs du système Supermicro avaient une valeur en pieds cubes par minute de 104,7 chacun² (314,10 au total). Bien que ces totaux soient proches, la valeur en pieds cubes par minute ne constitue qu'une partie de l'équation d'un serveur. Lors de nos tests, nous avons également constaté que les ventilateurs du serveur Supermicro SYS-621C-TN12R fonctionnaient à environ 13 500 RPM en cas de pic de charge. Les ventilateurs à double rotor du serveur Dell PowerEdge HS5620 ont tourné à environ 20 000 RPM au cours de nos tests. Ces différences de vitesse et de conception ont permis aux ventilateurs du système Dell de générer une pression statique plus élevée, ce qui signifie qu'ils ont poussé l'air à travers le système avec plus de force. Cela signifie également qu'ils ont contré la contre-pression dans l'allée chaude, ce qui est essentiel pour un refroidissement efficace,³ car l'équipement du datacenter doté de ventilateurs plus puissants peut submerger ceux dotés de ventilateurs sous-alimentés et entraîner un refroidissement insuffisant.

Conception du châssis

Le châssis du Supermicro SYS-621C-TN12R comprenait des entrées d'air des deux côtés, entre les ventilateurs et le fond de panier de stockage, qui n'étaient pas présents sur le serveur Dell. En théorie, ces entrées d'air peuvent fonctionner pour augmenter la circulation d'air dans le châssis dans un environnement de serveur en plein air sans armoire ni confinement d'allée chaude. Cependant, dans la pratique, la conception des armoires de datacenter signifie que les côtés d'un châssis de serveur se trouvent dans la même zone thermique que l'allée chaude : comme les racks et les armoires de serveur permettent une circulation libre de l'air sur les côtés des serveurs, ces entrées d'air ne sont pas isolées. Ainsi, au lieu d'expulser l'air chaud ou de faire entrer l'air froid, les entrées d'air peuvent permettre à l'air préchauffé provenant de l'arrière de la pile du serveur de pénétrer dans le châssis et de circuler à travers les composants, créant ainsi une boucle de chauffage. Voir Figure 3.

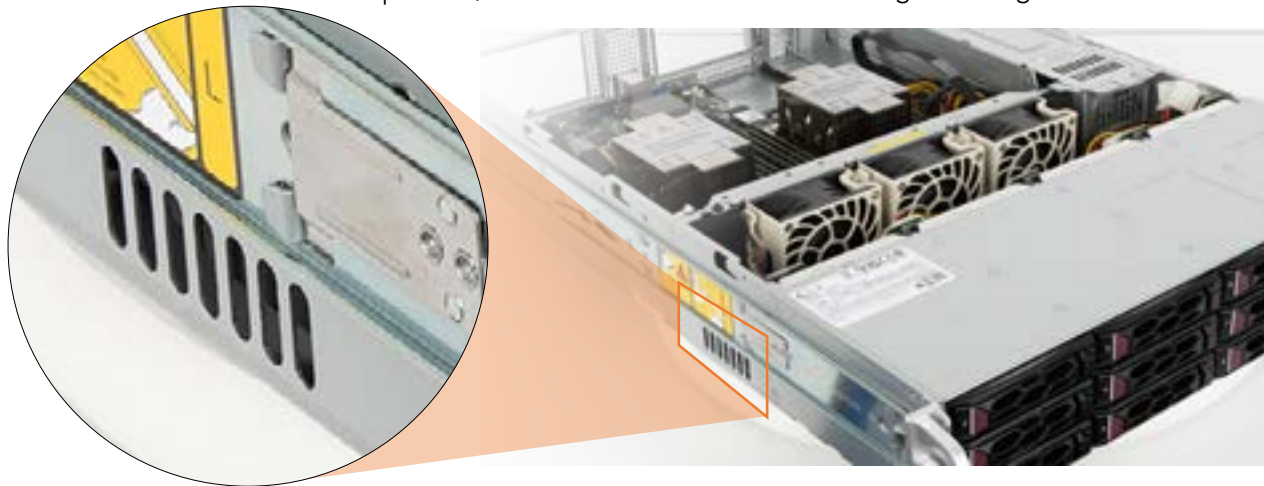


Figure 3 : Entrées d'air du châssis du Supermicro SYS-621C-TN12 que nous avons testé, qui peuvent permettre à l'air préchauffé de l'allée chaude de circuler à travers les composants du serveur. Source : Principled Technologies.

Principales conclusions en matière de conception thermique

La disposition de la carte mère du serveur **Dell PowerEdge HS5620** a permis d'atténuer le transfert de chaleur entre les composants. Au total, six ventilateurs tournaient à 20 000 RPM chacun. Dans la disposition de la carte mère du serveur **Supermicro SYS-621C-TN12R**, les composants sensibles sont placés à proximité les uns des autres. Au total, trois ventilateurs tournaient à 13 500 RPM chacun. De plus, des entrées d'air sur le côté du châssis pouvaient permettre à l'air préchauffé de l'allée chaude de circuler dans le système.

Le Dell PowerEdge HS5620 a continué à fonctionner sans même un avertissement de composant ; le Supermicro SYS-621C-TN12R a subi une défaillance dans les deux scénarios

Scénario 1 : Températures ambiantes de 25 °C

Afin d'évaluer la performance des serveurs sous des températures typiques d'un datacenter, nous avons lancé notre premier scénario. L'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) recommande de conserver un datacenter type à des températures comprises entre 18 °C et 27 °C, bien que des températures allant jusqu'à 45 °C soient acceptables pour certaines classes d'équipement.⁴ Dans ce scénario, nous avons ciblé une température ambiante de 25 °C dans l'environnement de test lors de l'exécution des charges applicatives sur les serveurs.

Le serveur Dell PowerEdge HS5620 n'a affiché aucun avertissement ni aucune défaillance de composant dans ce scénario. Sa conception de circulation de l'air a maintenu les zones thermiques isolées, ce qui a permis de conserver des températures de fonctionnement sûres pour tous les composants. En revanche, 22 minutes après le début du test, le BMC (Baseboard Management Controller) du système Supermicro a averti que le disque SSD du système d'exploitation avait atteint une température critique. Puis, 10 minutes plus tard, un message a indiqué que le disque avait atteint un état irrécupérable, bien que le SSD n'ait pas subi de défaillance dans ce scénario. Cela est dû au fait que cette alerte BMC n'a pas interrogé le composant pour détecter une panne. Elle a simplement indiqué que le disque avait dépassé un seuil à partir duquel une panne était peut-être imminente.

Tout au long de la charge applicative de deux heures, le disque SSD du système d'exploitation du serveur Dell a atteint une température moyenne de 43,9 °C, tandis que le SSD inactif a atteint une température moyenne de 45,5 °C. Le système Supermicro a enregistré une température moyenne de 77,5 °C pour le SSD d'exploitation et une température moyenne de 61,7 °C pour le SSD inactif lors du test, à savoir des températures jusqu'à 33,6 °C plus élevées que celles enregistrées par le système Dell. Alors que les processeurs du serveur Dell ont atteint une moyenne de 73,7 °C et de 70,7 °C pendant la charge applicative, les processeurs du serveur Supermicro ont atteint une moyenne de 77,9 °C et de 71,1 °C.

Les figures 4 et 5 montrent les températures des disques SSD et des processeurs pour les deux systèmes au cours du test de deux heures. La Figure 6 montre la consommation électrique des serveurs, où les augmentations de puissance correspondent à l'effet de la charge applicative sur les systèmes, y compris les ventilateurs occupés à refroidir les serveurs.

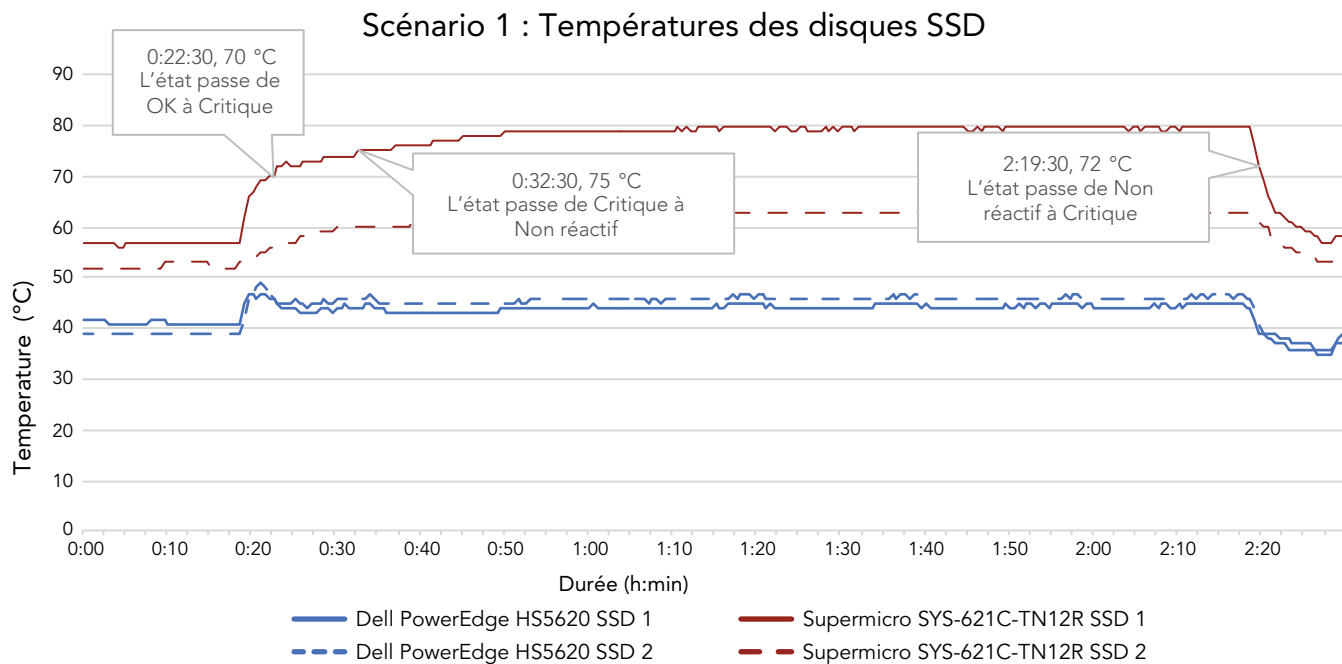


Figure 4 : Températures des disques SSD dans le Dell PowerEdge HS5620 et le Supermicro SYS-621C-TN12 au cours du premier scénario, où les serveurs ont exécuté une charge applicative à virgule flottante à une température ambiante de 25 °C. La charge applicative a commencé à 0:15 et s'est terminée à 2:15. Le disque SSD 1 exécutait le système d'exploitation, alors que le disque SSD 2 était inactif. Les températures basses sont meilleures. Source : Principled Technologies.

Scénario 1 : Températures des processeurs

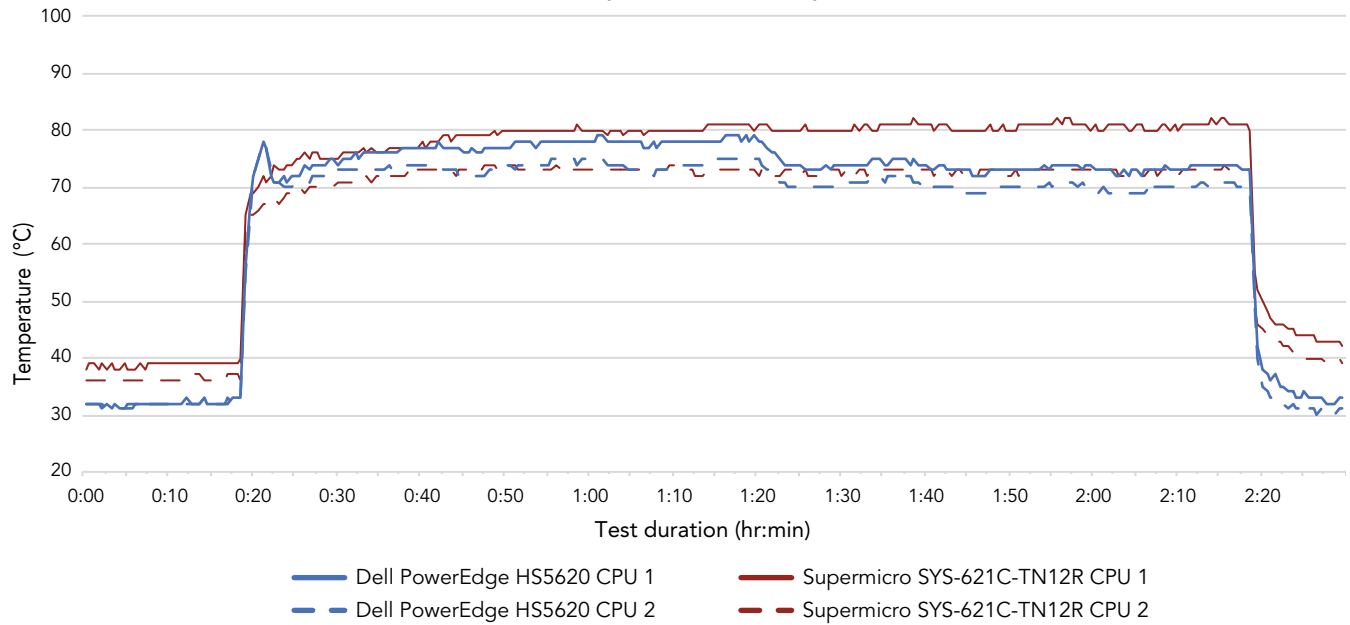


Figure 5 : Températures des processeurs dans le Dell PowerEdge HS5620 et le Supermicro SYS-621C-TN12 au cours du premier scénario, où les serveurs ont exécuté une charge applicative à virgule flottante à une température ambiante de 25 °C. La charge applicative a commencé à 0:15 et s'est terminée à 2:15. Les températures basses sont meilleures. Source : Principled Technologies.

Scénario 1 : Consommation électrique

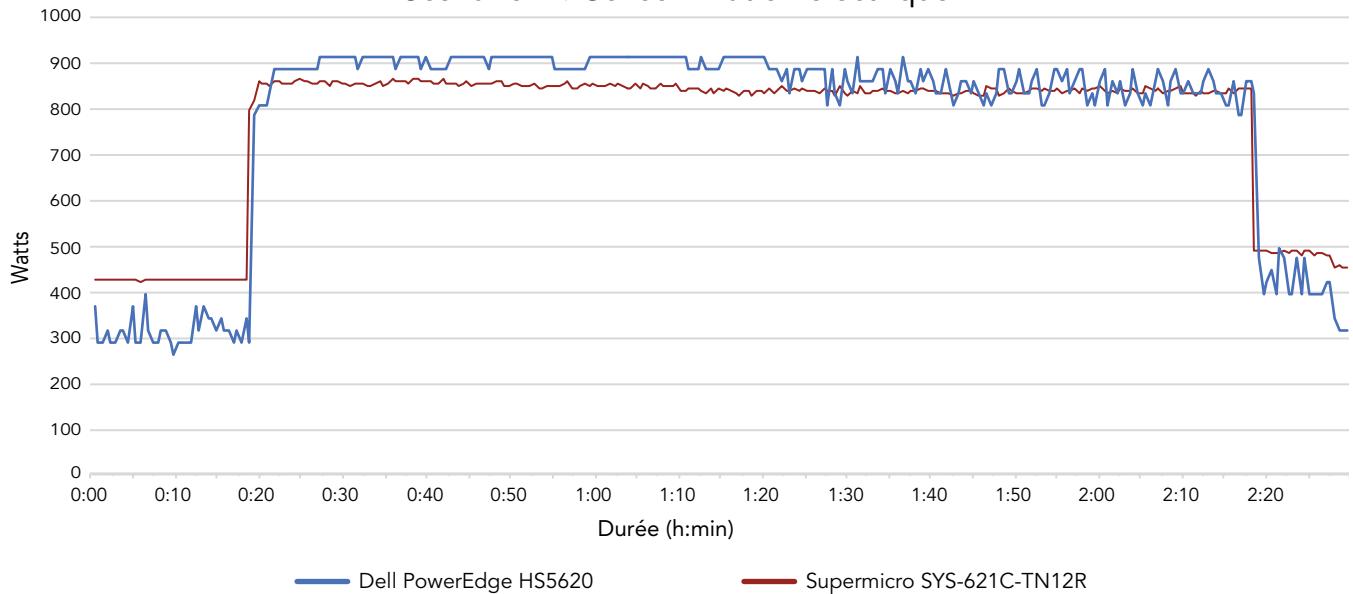


Figure 6 : Consommation électrique en watts du Dell PowerEdge HS5620 et du Supermicro SYS-621C-TN12 au cours du premier scénario, où les serveurs ont exécuté une charge applicative à virgule flottante à une température ambiante de 25 °C. La charge applicative a commencé à 0:15 et s'est terminée à 2:15. Source : Principled Technologies.

Dans ce scénario reflétant les opérations quotidiennes dans un datacenter à 25 °C, le Dell PowerEdge HS5620 a fonctionné sans problème, tandis que le Supermicro SYS-621C-TN12R a émis un avertissement critique concernant son disque de système d'exploitation. Le Tableau 4 résume les résultats de ce scénario de test.

Tableau 4 : Résumé de nos conclusions au cours du premier test de deux heures, pendant lequel les serveurs ont exécuté une charge applicative à virgule flottante à une température ambiante de 25 °C.

Scénario 1 : Températures ambiantes de 25 °C		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Résultats	✓ Aucune défaillance du système	✓ Aucune défaillance du système
Défaillances de composants	Aucun	Aucun
Avertissements relatifs aux composants	Aucun	SSD du système d'exploitation
Température moyenne du SSD du système d'exploitation	43,9 °C	77,5 °C
Température moyenne du SSD inactif	45,5 °C	61,7 °C
Températures moyennes des processeurs	73,7 °C	77,9 °C
	70,7 °C	71,1 °C

Scénario 2 : Défaillance de ventilateur

Même si une surveillance minutieuse et un entretien régulier peuvent prolonger la durée de vie d'un serveur, les composants internes peuvent subir une défaillance de manière inattendue. Dans notre deuxième scénario de test, nous avons cherché à voir les performances de chaque serveur en cas de défaillance de ventilateur.

En matière de couverture de circulation d'air équivalente des composants, nous avons déterminé que le ventilateur 1 du serveur Supermicro est le mieux aligné avec le ventilateur 2 du système Dell. Nous avons désactivé manuellement ces ventilateurs pour nos tests. Nous avons de nouveau commencé le test à une température ambiante de 25 °C et avons lancé la charge applicative après 15 minutes d'inactivité des serveurs. Au cours du test de deux heures puis pendant 15 minutes, nous avons surveillé les systèmes pour détecter les avertissements et les défaillances.

Le Dell PowerEdge HS5620 n'a rencontré aucune défaillance de composant ou n'a émis aucun avertissement de composant, tandis que le Supermicro SYS-621C-TN12R (avec seulement deux ventilateurs en bon état) a émis des alertes concernant des températures élevées pour les processeurs, la mémoire RAM et deux cartes réseau. **Le disque du système d'exploitation du système Supermicro a échoué 1 heure et 49 minutes après le début du test, ce qui a entraîné une défaillance du système. Une fois que le disque SSD a refroidi et que le système d'exploitation a pu recommencer à fonctionner, nous avons dû redémarrer le serveur via le BMC.** Les canaux d'air et les ventilateurs du système n'ont pas pu compenser les défauts de conception du refroidissement, tels que les schémas de circulation d'air qui ont dirigé l'air chaud provenant des processeurs et de la mémoire vers les disques SSD. En revanche, le plus grand nombre de ventilateurs du système Dell (chacun tournant à un taux de rotations par minute (RPM) plus élevé que ceux du système Supermicro) et la conception de la circulation d'air ont permis de maintenir les composants du système à un niveau de refroidissement et de fonctionnement optimal.

Nous avons à nouveau constaté que le système Dell a maintenu des températures plus basses, en moyenne, pendant la charge applicative de deux heures. Son disque SSD du système d'exploitation a atteint une moyenne de 54,2 °C, soit 28 °C de moins que la moyenne de 82,2 °C du disque SSD du système d'exploitation du serveur Supermicro. Le disque SSD inactif du système Dell a atteint une moyenne de 47 °C, soit 21,5 °C de moins que la moyenne de 68,5 °C du disque SSD inactif du serveur Supermicro. En ce qui concerne les températures moyennes des processeurs, celles du serveur Dell étaient de 56,9 °C et 44,3 °C, tandis que celles du serveur Supermicro étaient beaucoup plus chaudes, à 98,6 °C et 72,8 °C, une différence de température pouvant atteindre 54,3 °C. Nous avons vu les systèmes de gestion du serveur Dell ajuster les performances lorsque les températures ont franchi les seuils de sécurité en fonction de la détection ou non de pannes matérielles de refroidissement ou de conditions environnementales anormales.

Les figures 7 et 8 montrent les mesures de température des disques SSD et des processeurs que nous avons collectées. La Figure 9 compare la consommation électrique des systèmes pendant l'exécution de la charge applicative, générant de la chaleur interne sous charge et compensant la perte du ventilateur.

Scénario 2 : Températures des disques SSD

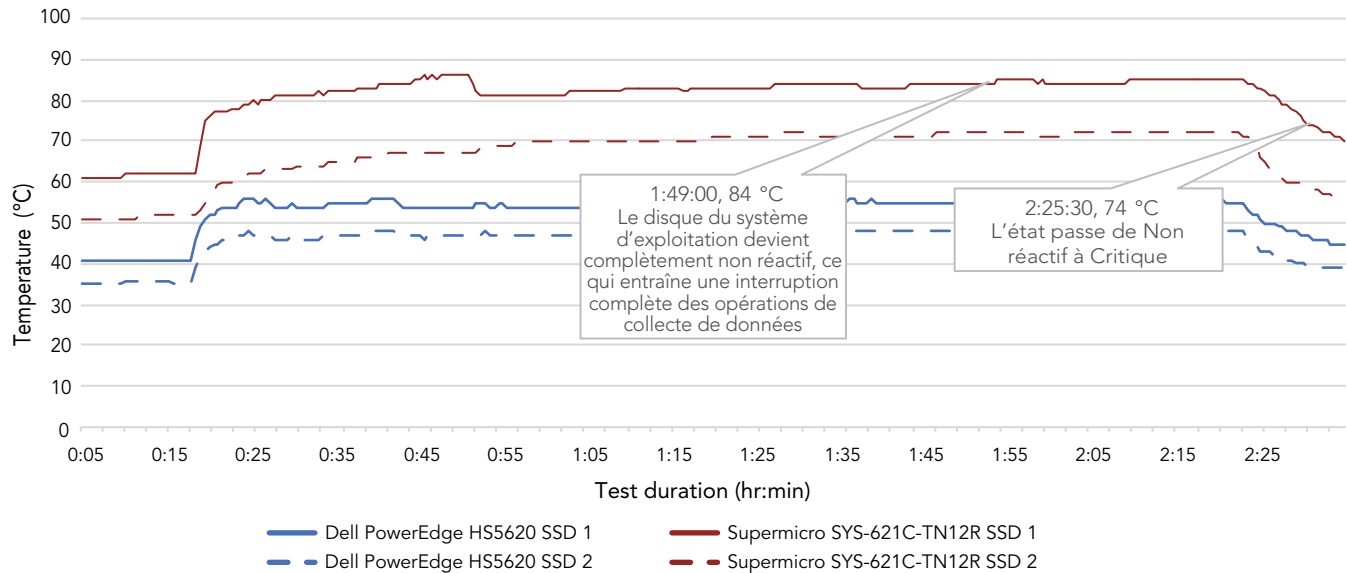


Figure 7 : Températures des disques SSD dans le Dell PowerEdge HS5620 et le Supermicro SYS-621C-TN12 au cours du deuxième scénario, où les serveurs ont exécuté une charge applicative à virgule flottante avec un ventilateur désactivé sur chaque serveur. La charge applicative a commencé à 0:15 et s'est terminée à 2:15. Le disque SSD 1 exécutait le système d'exploitation, alors que le disque SSD 2 était inactif. Les températures basses sont meilleures. Source : Principled Technologies.

Scénario 2 : Températures des processeurs

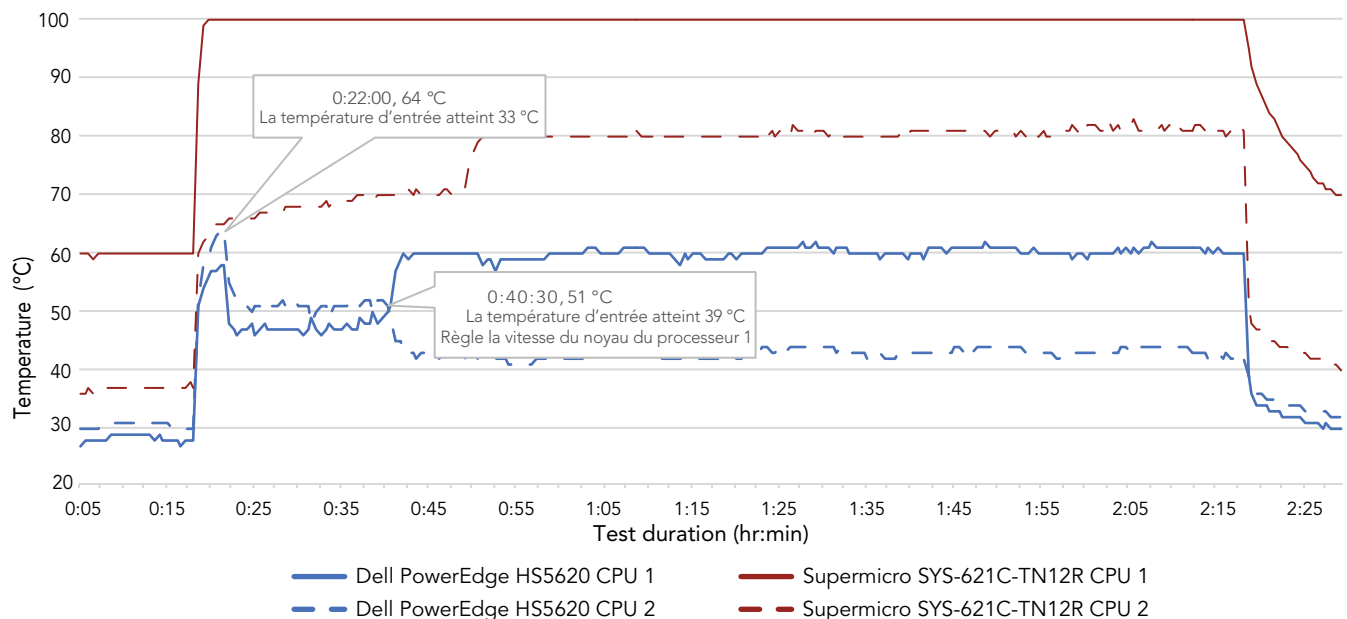


Figure 8 : Températures des processeurs dans le Dell PowerEdge HS5620 et le Supermicro SYS-621C-TN12 au cours du deuxième scénario, où les serveurs ont exécuté une charge applicative à virgule flottante avec un ventilateur désactivé sur chaque serveur. La charge applicative a commencé à 0:15 et s'est terminée à 2:15. Les températures basses sont meilleures. Source : Principled Technologies.

Scénario 2 : Consommation électrique

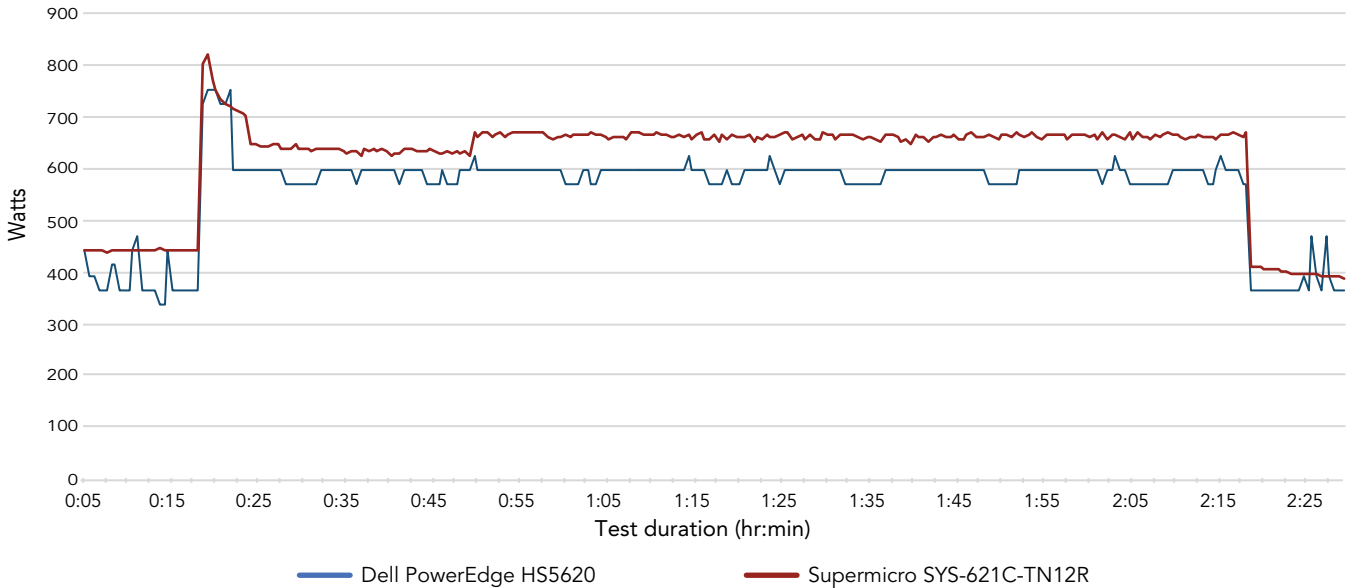


Figure 9 : Consommation électrique, en watts, du Dell PowerEdge HS5620 et du Supermicro SYS-621C-TN12 au cours du deuxième scénario, où les serveurs ont exécuté une charge applicative à virgule flottante avec un ventilateur désactivé sur chaque serveur. La charge applicative a commencé à 0:15 et s’est terminée à 2:15. Source : Principled Technologies.

Un serveur capable de rester opérationnel en cas de défaillance d’un ventilateur donne le temps à une entreprise de mettre en œuvre une procédure d’urgence pendant que les administrateurs IT s’occupent de la maintenance du système. Cependant, si le disque du système d’exploitation ou un autre composant critique d’un serveur tombe en panne peu après son ventilateur, les applications importantes peuvent se déconnecter de manière inattendue, interrompant ainsi le travail des utilisateurs. L’attente d’un ventilateur de remplacement peut maintenir le serveur hors service pendant encore plus longtemps. Le Tableau 5 résume nos conclusions issues de ce scénario de test.

Tableau 5 : Résumé de nos conclusions au cours du deuxième test de deux heures, pendant lequel les serveurs ont exécuté une charge applicative à virgule flottante avec un ventilateur désactivé sur chaque serveur.

Scénario 2 : Défaillance de ventilateur		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Résultats	✓ Aucune défaillance du système	✗ Défaillance du système
Défaillances de composants	Aucun	SSD du système d’exploitation
Avertissements relatifs aux composants	Aucun	1 SSD, 1 processeur, 1 module de mémoire, 2 cartes réseau
Température moyenne du SSD du système d’exploitation	54,2 °C	82,2 °C
Température moyenne du SSD inactif	47,0 °C	68,5 °C
Températures moyennes des processeurs	56,9 °C 44,3 °C	98,6 °C 72,8 °C

Nous avons également exécuté un deuxième scénario de défaillance de ventilateur, dans lequel le ventilateur que nous avons désactivé dans les deux serveurs se trouvait à un emplacement différent. Pour ce scénario, nous avons déterminé que le ventilateur 3 du système Supermicro était comparable au ventilateur 3 du système Dell. Encore une fois, le Dell PowerEdge HS5620 n’a rencontré aucun avertissement ou défaillance de composant, mais le Supermicro SYS-621C-TN12R a émis des avertissements concernant les processeurs et les disques SSD, et l’un de ses deux blocs d’alimentation a subi une défaillance. (Pour plus de détails sur ce test, voir les *données scientifiques qui ont servi à établir ce rapport.*)

Scénario 3 : Dysfonctionnement du système CVC

Les défaillances inattendues ne se limitent pas aux composants internes du serveur. Une surchauffe peut également se produire en cas de problème avec une installation. Notre troisième scénario reflète un datacenter dont le système de refroidissement ne fonctionne pas correctement.

Pendant 15 minutes, nous avons vérifié que chacun des composants des serveurs était en ligne et en bon état à une température ambiante de 25 °C. Nous avons ensuite exécuté la charge applicative pendant 15 minutes avant d'arrêter tous les appareils de traitement d'air dans l'environnement de test. Lorsque la température ambiante dans l'environnement a atteint 35 °C, environ une heure plus tard, nous avons remis les appareils de traitement d'air en marche pour refléter une situation dans laquelle une équipe d'installations répare le système CVC. Nous avons suivi la progression du refroidissement des serveurs jusqu'à ce que la température ambiante revienne à 25 °C.

Selon la documentation, le Dell PowerEdge HS5620 peut fonctionner dans des conditions à 30 °C dans la configuration que nous avons testée.⁵ Dans ce scénario, où les températures ont atteint jusqu'à 35 °C, le système a dépassé sa limite et n'a émis aucun avertissement au niveau des composants et n'a connu aucune défaillance. Nous avons constaté qu'il a ajusté la vitesse du cœur de processeur et la consommation électrique pour éviter la surchauffe en réponse aux signaux des capteurs d'entrée (pour plus d'informations, voir les *données scientifiques qui ont servi à établir ce rapport*). **Bien que la documentation du système Supermicro SYS-621C-TN12R indique que le système peut fonctionner dans des environnements à 35 °C,⁶ il a connu une défaillance du disque SSD du système d'exploitation dans ce scénario, qui a entraîné une défaillance du système.** La télémétrie de l'application du système d'exploitation a cessé de fonctionner presque une heure après le début du test. Le système a cessé de répondre aux commandes SSH et KVM. Nous l'avons donc arrêté manuellement avec le contrôleur BMC. Pendant ce temps d'arrêt, le système a toutefois continué à consommer plus d'électricité que le Dell PowerEdge HS5620 (Figure 12). Dans ce scénario, le système Supermicro a également généré des avertissements de température élevée sur une carte réseau et un processeur.

Tout au long de la charge applicative de deux heures, le disque SSD du système d'exploitation du système Dell a atteint une moyenne de 48 °C et son disque SSD inactif une moyenne de 49,2 °C. Par rapport aux températures moyennes des disques SSD du système Supermicro (82,4 °C pour le disque du système d'exploitation et 66,4 °C pour le disque inactif), le système Dell a conservé ses disques SSD à une température jusqu'à 34,4 °C inférieure.

Les Figures 10 et 11 montrent les températures des disques SSD et des processeurs pour les deux systèmes au cours de ce scénario. La Figure 12 compare l'augmentation de la consommation électrique des systèmes au fur et à mesure de l'exécution de la charge applicative.

Scénario 3 : Températures des disques SSD

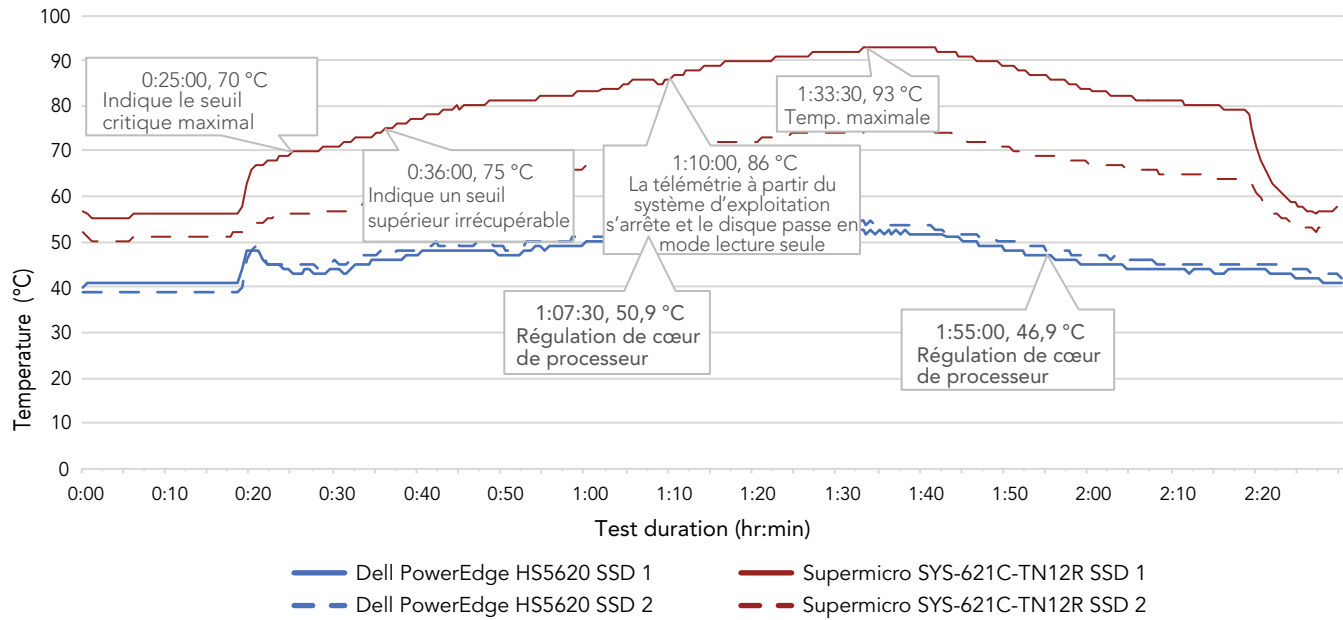


Figure 10 : Températures des disques SSD du Dell PowerEdge HS5620 et du Supermicro SYS-621C-TN12 au cours du troisième scénario, où les serveurs ont exécuté une charge applicative à virgule flottante alors que la température ambiante passait de 25 °C à 35 °C pour simuler une défaillance du système CVC. La charge applicative a commencé à 0:15 et s'est terminée à 2:15. Le disque SSD 1 exécutait le système d'exploitation, alors que le disque SSD 2 était inactif. Les températures basses sont meilleures. Source : Principled Technologies.

Scénario 3 : Températures des processeurs

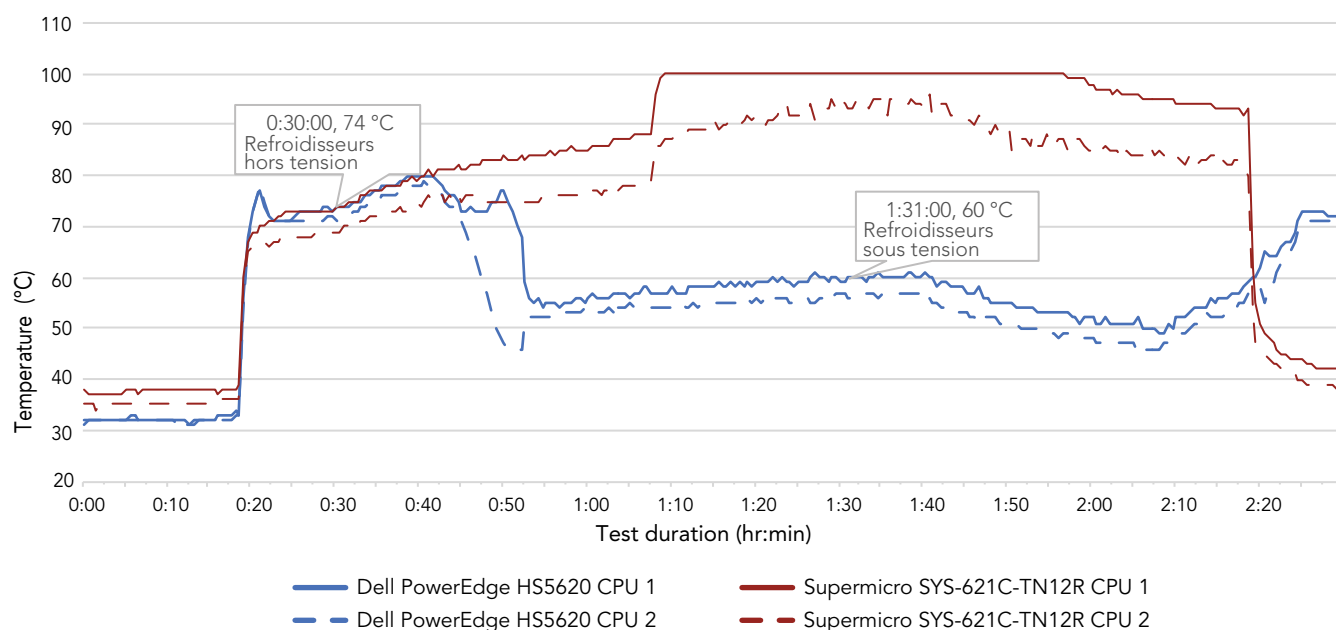


Figure 11 : Températures des processeurs du Dell PowerEdge HS5620 et du Supermicro SYS-621C-TN12 au cours du troisième scénario, où les serveurs ont exécuté une charge applicative à virgule flottante alors que la température ambiante passait de 25 °C à 35 °C pour simuler une panne du système CVC. La charge applicative a commencé à 0:15 et s’est terminée à 2:15. Les températures basses sont meilleures.
Source : Principled Technologies.

Scénario 3 : Consommation électrique

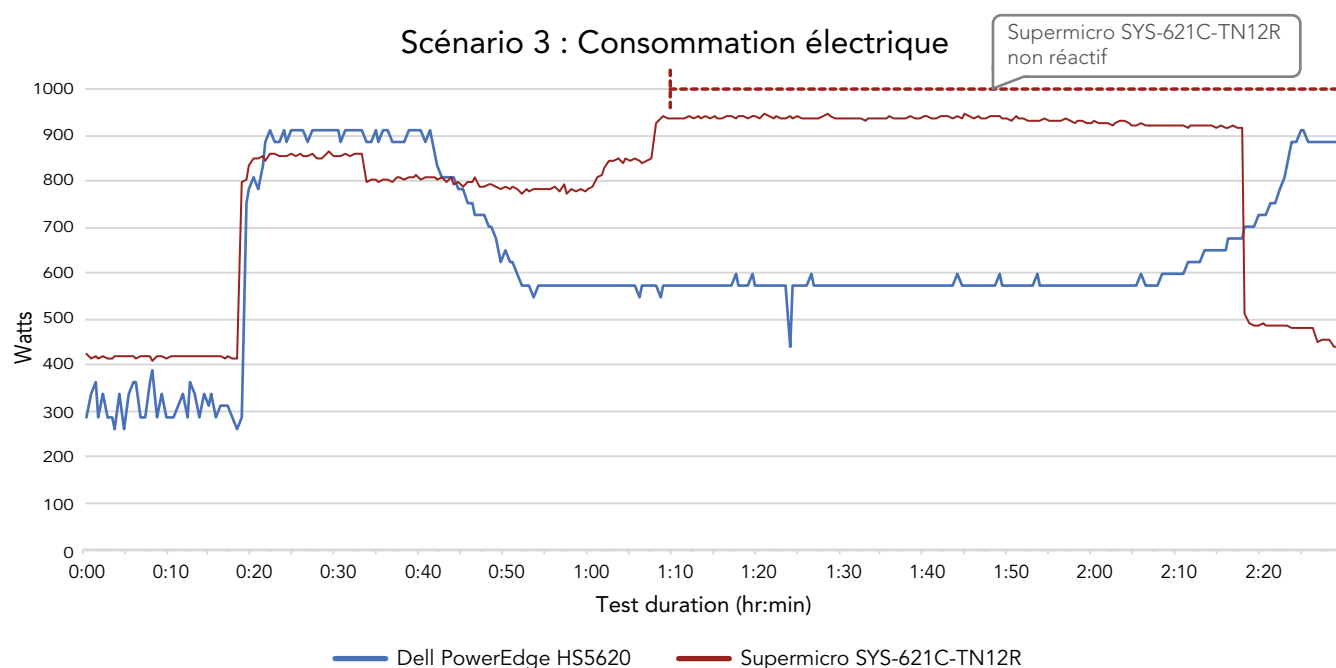


Figure 12 : Consommation électrique en watts du Dell PowerEdge HS5620 et du Supermicro SYS-621C-TN12 au cours du troisième scénario, où les serveurs ont exécuté une charge applicative à virgule flottante alors que la température ambiante passait de 25 °C à 35 °C pour simuler une panne du système CVC. La charge applicative a commencé à 0:15 et s’est terminée à 2:15. Source : Principled Technologies.

Dans une situation où le système CVC d’un datacenter est en dessous des performances attendues ou subit une défaillance, un serveur qui continue à fonctionner peut réduire l’impact sur les utilisateurs et les opérations critiques. Une telle solution peut également permettre aux administrateurs IT de gagner du temps et d’économiser des efforts. En effet, si un serveur émet des avertissements ou subit une défaillance en raison d’une surchauffe, un administrateur doit passer plus de temps à le vérifier, voire à le redémarrer manuellement. Le Tableau 6 présente un résumé de nos conclusions issues de ce scénario de test.

Tableau 6 : Résumé de nos conclusions au cours du troisième test de deux heures, où les serveurs ont exécuté une charge applicative à virgule flottante alors que la température ambiante passait de 25 °C à 35 °C pour simuler un dysfonctionnement du système CVC.

Scénario 3 : Dysfonctionnement du système CVC		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Résultats	✓ Aucune défaillance du système	✗ Défaillance du système
Défaillances de composants	Aucun	SSD du système d'exploitation
Avertissements relatifs aux composants	Aucun	2 disques SSD, 1 processeur, 1 carte réseau
Température moyenne du SSD du système d'exploitation	48,0 °C	82,4 °C
Température moyenne du SSD inactif	49,2 °C	66,4 °C
Températures moyennes des processeurs	60,5 °C 56,6 °C	89,0 °C 80,8 °C

À propos du serveur Dell PowerEdge HS5620

Selon Dell, le PowerEdge HS5620 à deux sockets 2U est « spécialement conçu pour les applications IT les plus populaires d'un Cloud Service Provider ».7 Avec jusqu'à deux processeurs Intel® Xeon® Scalable de 5e génération, jusqu'à 16 RDIMM DDR5 à 5 600 MT/s et une sélection de cartes de communication de firmware et de disques SSD validés par les fournisseurs, le PowerEdge HS5620 offre « des performances sur mesure, la flexibilité des E/S et une gestion d'écosystème ouvert ».8 Pour plus d'informations, rendez-vous sur <https://www.dell.com/en-us/shop/ipovw/poweredge-hs5620>.

Conclusion : soyez résistant aux hautes températures grâce au Dell PowerEdge HS5620, qui permet d'améliorer l'efficacité

L'augmentation de la température de votre datacenter peut aider votre entreprise à faire des progrès en matière d'efficacité énergétique et de réduction des coûts de refroidissement. Grâce à des serveurs capables de supporter ces températures quotidiennes plus élevées, ainsi que des températures élevées en raison de circonstances imprévues, votre entreprise peut continuer à fournir les performances dont vos applications et clients ont besoin.

Lorsque nous avons exécuté une charge applicative à virgule flottante sur un Dell PowerEdge HS5620 et un Supermicro SYS-621C-TN12R dans trois types de scénarios simulant des opérations classiques à 25 °C, une défaillance de ventilateur et un dysfonctionnement du système CVC, le serveur Dell n'a rencontré aucun avertissement ni aucune défaillance de composant. En revanche, le serveur Supermicro a été confronté à des avertissements dans les trois types de scénarios et a subi des défaillances de composants dans les deux derniers tests, rendant le système inutilisable. Lorsque nous avons examiné et analysé chacun des systèmes, nous avons découvert que la disposition de la carte mère, les ventilateurs et le châssis du serveur Dell PowerEdge HS5620 offraient un certain nombre d'avantages de conception de refroidissement.

Pour les entreprises qui cherchent à atteindre leurs objectifs de développement durable en exploitant des datacenters plus chauds, et pour celles qui s'intéressent à la conception de refroidissement des serveurs, le Dell PowerEdge HS5620 est un candidat intéressant capable de supporter des températures plus élevées lors des opérations quotidiennes et des dysfonctionnements inattendus.

-
1. ENERGY STAR, « 5 Simple Ways to Avoid Energy Waste in Your Data Center », consulté le 8 avril 2024, https://www.energystar.gov/products/data_center_equipment/5-simple-ways-avoid-energy-waste-your-data-center.
 2. Supermicro, « Supermicro 80mm Hot-Swappable Middle Fan (FAN-0206L4) », consulté le 9 avril 2024, https://store.supermicro.com/us_en/80mm-fan-0206l4.html.
 3. Electronics Cooling, « The Hidden Risk of Invisible Airflow Imbalance in an Efficient Contained Data Center », consulté le 4 avril 2024, <https://www.electronics-cooling.com/2016/07/the-hidden-risk-of-invisible-airflow-imbalance-in-an-efficient-contained-data-center/>.
 4. ASHRAE TC9.9, « Data Center Power Equipment Thermal Guidelines and Best Practices », consulté le 24 avril 2024, https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/bookstore/ashrae_tc0909_power_white_paper_22_june_2016_revised.pdf.
 5. Dell, « Guide technique Dell PowerEdge HS5620 », consulté le 8 mai 2024, <https://www.delltechnologies.com/asset/en-us/products/servers/technical-support/poweredge-hs5620-technical-guide.pdf>.
 6. Supermicro, « CloudDC SuperServer SYS-621C-TN12R », consulté le 26 avril 2024, <https://www.supermicro.com/en/products/system/datasheet/sys-621c-tn12r>.
 7. Dell, « Notice technique PowerEdge HS5620 », consulté le 1er avril 2024, <https://www.delltechnologies.com/asset/en-us/products/servers/technical-support/poweredge-hs5620-spec-sheet.pdf>.
 8. Dell, « Notice technique PowerEdge HS5620 ».

Données scientifiques ayant permis l'élaboration de ce rapport

Dans cette section, nous répertorions l'ensemble de nos résultats et décrivons les solutions ayant fait l'objet de tests ainsi que nos méthodologies de test.

Les tests pratiques ont pris fin le 9 avril 2024. Lors des tests, nous avons déterminé les configurations matérielles et logicielles appropriées et avons effectué les mises à jour au fur et à mesure de leur disponibilité. Les résultats de ce rapport reflètent les configurations que nous avons finalisées le 11 mars 2024 ou antérieurement. Inévitablement, il est possible que ces configurations ne représentent pas les toutes dernières versions disponibles au moment de la parution de ce rapport.

Graphiques

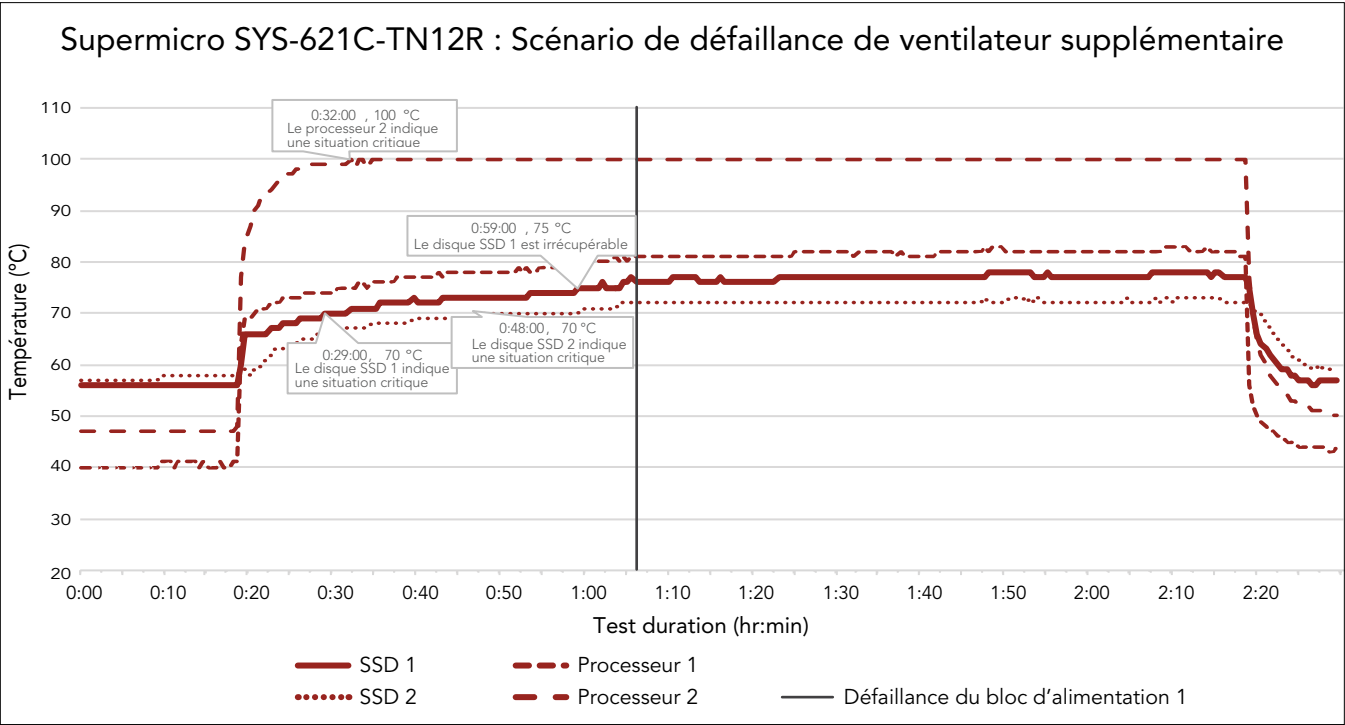


Figure 1 : Températures du disque SSD et du processeur dans le Supermicro® SYS-621C-TN12 lors d'un scénario de défaillance de ventilateur supplémentaire, où le serveur a exécuté une charge applicative à virgule flottante avec le ventilateur 3 désactivé. La charge applicative a commencé à 0:15 et s'est terminée à 2:15. Le disque SSD 1 exécutait le système d'exploitation, alors que le disque SSD 2 était inactif. Source : Principled Technologies.

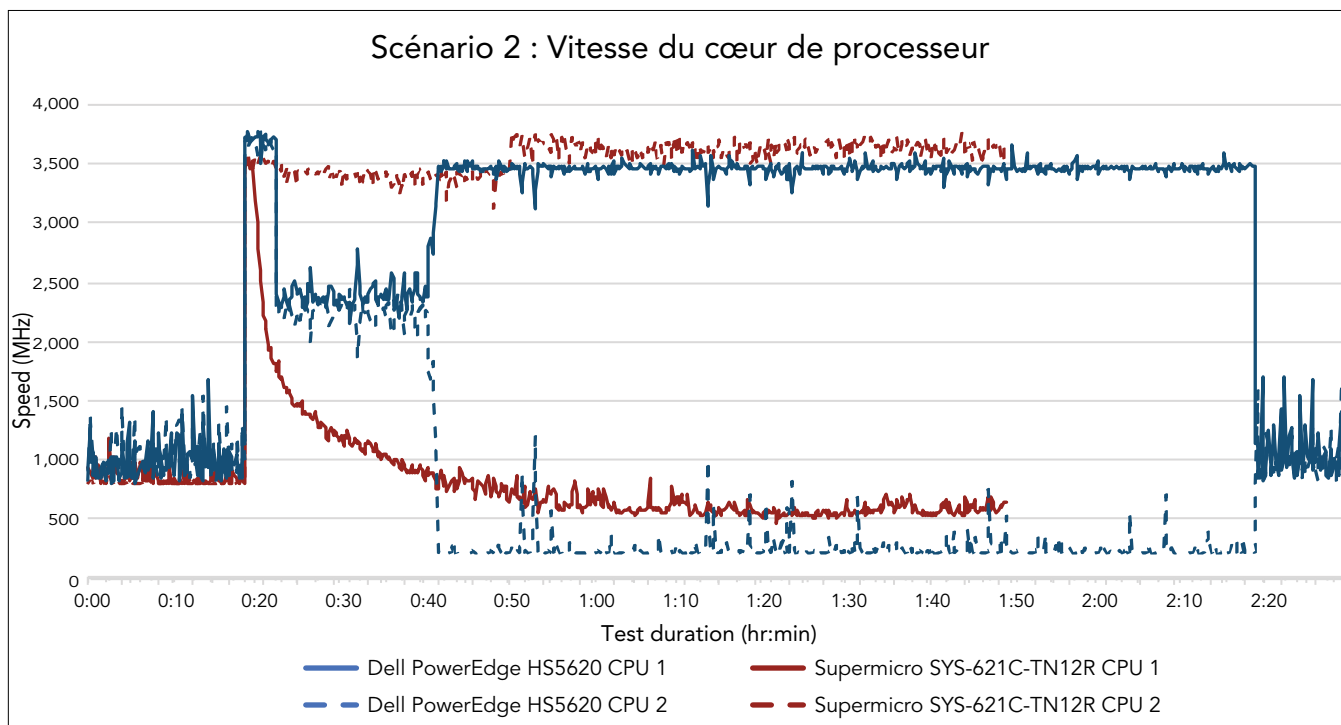


Figure 2 : Vitesses de cœur de processeur du Dell™ PowerEdge™ HS5620 et du Supermicro SYS-621C-TN12 lors du premier scénario de défaillance de ventilateur. La charge applicative à virgule flottante a commencé à 0:15 et s'est terminée à 2:15. Source : Principled Technologies.

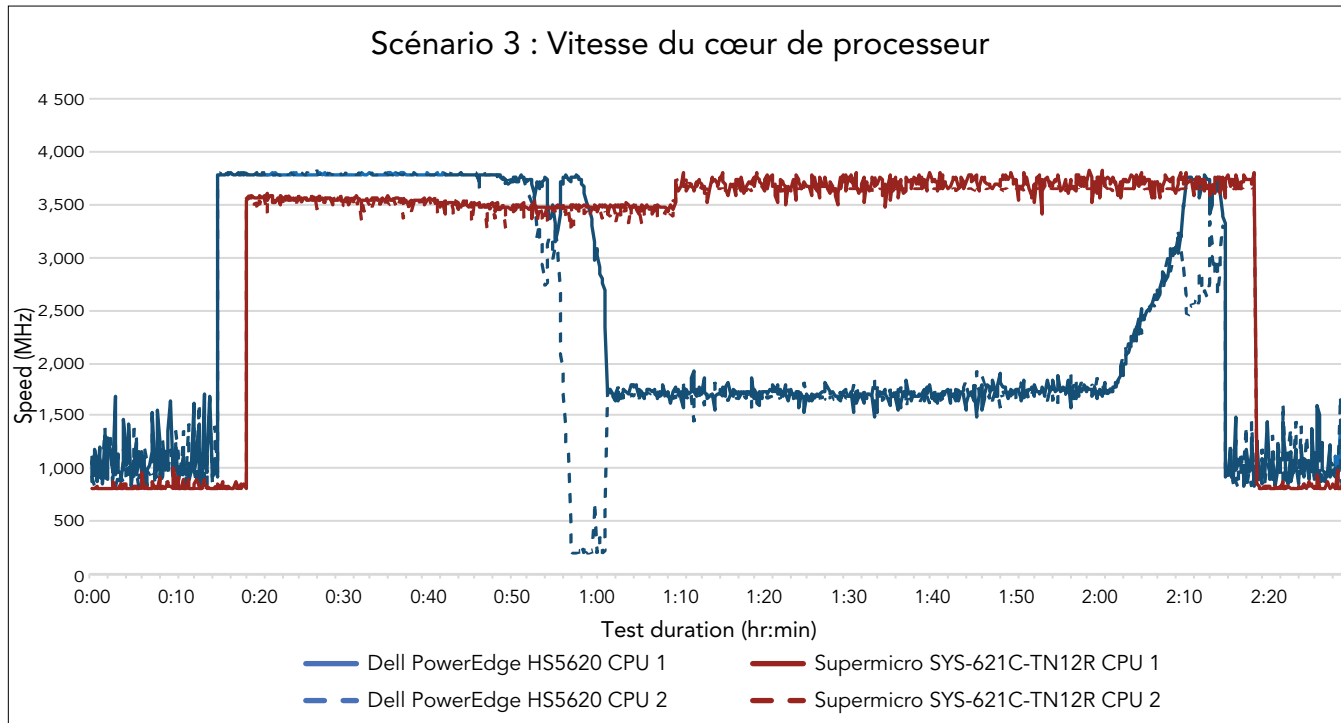


Figure 3 : Vitesses de cœur de processeur du Dell PowerEdge HS5620 et du Supermicro SYS-621C-TN12 lors du scénario de dysfonctionnement du système CVC. La charge applicative à virgule flottante a commencé à 0:15 et s'est terminée à 2:15. Source : Principled Technologies.

Informations sur la configuration système

Tableau 1 : Informations détaillées sur les systèmes testés.

Informations sur la configuration système	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Nom et version du BIOS	Dell 2.1.3	Supermicro 2.1
Paramètres du BIOS autres que les paramètres par défaut	Performances par watt (SE)	S/O
Nom et numéro de version/build du système d'exploitation	Ubuntu 22.04.3	Ubuntu 22.04.3
Date d'application des dernières mises à jour/ derniers correctifs du système d'exploitation	11/03/24	28/01/2024
Règle de gestion de l'alimentation	Performances par watt (SE)	Performances équilibrées
Processeur		
Nombre de processeurs	2	2
Fournisseur et modèle	Intel® Xeon® Gold 6444Y	Intel Xeon Gold 6444Y
Nombre de cœurs (par processeur)	16	16
Fréquence du cœur (GHz)	3,60 (4,0 turbo)	3,60 (4,0 turbo)
Modification	8	8
Module(s) de mémoire		
Mémoire totale du système (Go)	1 024	1 024
Nombre de modules de mémoire	16	16
Fournisseur et modèle	Hynix® HMC94AEBRA109N	SK Hynix HMC94MEBRA123N
Taille (Go)	64	64
Type	DIMM DDR5	DDR5
Vitesse (MHz)	4 800	4 800
Vitesse du serveur (MHz)	4 800	4 800
Contrôleur de stockage (stockage avant)		
Fournisseur et modèle	Adp Dell HBA355i	Supermicro MegaRAID AOC-S3916L-H16iR-32DD-P
Taille de la mémoire cache (Go)	0	8
Version du firmware	24.15.14.00	5.240.02-3768
Version du pilote	S/O	52.24.0-4766
Contrôleur de stockage (NVMe® M.2)		
Fournisseur et modèle	Dell BOSS-N1 monolithique	S/O
Taille de la mémoire cache (Go)	0	S/O
Version du firmware	2.1.13.2025	S/O

Informations sur la configuration système	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Stockage local (SE)		
Nombre de disques	2	2
Fournisseur et modèle des disques	Dell NVMe PE8010 RI M.2 960 Go	Micron® 7450 MTFDKBA960TFR
Taille de disque (Go)	960	960
Informations sur les disques (vitesse, interface, type)	SSD M.2 8 GT/s.	PCIe® M.2 NVMe
Stockage local (données)		
Nombre de disques	12	12
Fournisseur et modèle des disques	HGST HUH721212AL5200	WDC WUH721814ALE6L4
Taille de disque (Go)	120 000	1 400
Informations sur les disques (vitesse, interface, type)	Disque dur SAS 12 Gbit/s. 3,5"	Disque dur SATA 6 Go 3,5"
Carte réseau A		
Fournisseur et modèle	4 Intel 25G 2P E810-XXV	3 Intel E810-XXVAM2 (AOC-S25GC-i2S)
Nombre et type de ports	2 25Gb	2 25Gb
Version du pilote	22.5.7	4.20 (0x800177B4)
Carte réseau B		
Fournisseur et modèle	1 Broadcom® NetXtreme Gigabit Ethernet (BCM5720)	1 Intel E810-XXVAM2 (AOC-A25G-i2SM)
Nombre et type de ports	2 1Gb	2 25Gb
Version du pilote	22.71.3	4.30 (0x800177B4)
Ventilateurs de refroidissement		
Nombre, fournisseur, modèle	1 Dell HPR Gold 5 Dell HPR Silver	3 Supermicro Middle Fan FAN-0206L4
Blocs d'alimentation		
Fournisseur et modèle	Dell 05222NA00	Supermicro PWS-1K23A-1R
Nombre de blocs d'alimentation	2	2
Puissance de chaque bloc (W)	1 800	1 200

Procédure de test

Afin de créer un environnement dont nous pourrions contrôler et mesurer la température, nous avons construit un boîtier personnalisé autour d'un rack de serveurs 42U entièrement chargé. Nous avons testé les systèmes Dell et Supermicro au même emplacement dans le rack, et nous avons collecté les températures de serveur internes au cours de trois types de scénarios. Nous avons réalisé l'étude comparative stress-ng sur les serveurs du rack en quatre phases, avec un intervalle de 1 minute et 10 secondes entre chacune d'elles. Les systèmes Dell et Supermicro que nous avons testés ont lancé la charge applicative au cours de la quatrième phase, en commençant 3 minutes et 30 secondes après le début de la charge applicative sur les premiers serveurs. Nous décrivons, ci-dessous, les étapes que nous avons suivies pour configurer et exécuter les tests.

Installation et configuration d'Ubuntu 22.04.3

1. Démarrez à partir du support Ubuntu 22.04.3.
2. Sélectionnez Essayer ou Installer le serveur Ubuntu.
3. Dans le menu de langue, conservez les valeurs par défaut et sélectionnez Terminé.
4. Sélectionnez Mettre à jour pour accéder au nouveau programme d'installation.
5. Dans la configuration du clavier, conservez les valeurs par défaut et sélectionnez Terminé.
6. Au niveau du type d'installation, conservez les valeurs par défaut, puis cliquez sur Terminé.
7. Dans le menu des connexions réseau, conservez les valeurs par défaut et sélectionnez Terminé.
8. Sur l'écran de configuration du proxy, conservez les valeurs par défaut, puis sélectionnez Terminé.
9. Sur l'écran de configuration du miroir d'archivage Ubuntu, attendez que le test réussisse, puis sélectionnez Terminé.
10. Sur l'écran de configuration du stockage guidée, conservez les valeurs par défaut et sélectionnez Terminé.
11. Sur l'écran de résumé de la configuration du stockage, conservez les valeurs par défaut et sélectionnez Terminé.
12. Pour confirmer l'action destructrice, sélectionnez Continuer.
13. Sur l'écran de configuration du profil, sous votre nom et votre nom d'utilisateur, saisissez `ptuser`. Sous le nom de vos serveurs, saisissez un nom et confirmez un mot de passe.
14. Sélectionnez Terminé.
15. Sur l'écran de mise à niveau vers Ubuntu Pro, conservez les valeurs par défaut et sélectionnez Continuer.
16. Sur l'écran de configuration SSH, sélectionnez Installer le serveur OpenSSH, puis sélectionnez Terminé.
17. Sur l'écran des snapshots de serveur présenté, conservez les valeurs par défaut et sélectionnez Terminé.
18. Une fois l'installation terminée, sélectionnez Redémarrer maintenant.
19. Connectez-vous à Ubuntu à l'aide des informations d'identification que vous avez créées ci-dessus.
20. Traitez les mises à jour :

```
sudo apt update
sudo apt upgrade
```

21. Installez les utilitaires CIFS et mappez le partage PT :

```
sudo apt install cifs-utils
sudo mkdir /mnt/pt-data01
sudo mount -t cifs //10.41.1.21/pt /mnt/pt-data01/ -o "rw,user=<useraccount>,pass=<password>"
```

22. Configurez la mise en réseau :

```
sudo cp /etc/netplan/*.yaml /etc/netplan/00-installer-config.yaml.bak
sudo nano /etc/netplan/*.yaml
```

23. Identifiez la carte réseau souhaitée et effectuez les réglages suivants :

```
addresses:
- <IP_Address>/<CIDR>
routes:
- to: default
  via: <Default_Gateway>
nameservers:
  search: [<NameServer1>, <NameServer2>]
  addresses: [<DNS_IP1>, <DNS_IP2>, <DNS_IP3>]
```

24. Testez et appliquez le fichier modifié :

```
sudo netplan try
sudo netplan apply
```

25. Définissez le nom d'hôte :

```
sudo hostnamectl set-hostname <NewHostname>
```

26. Redémarrez l'hôte :

```
sudo shutdown -r now
```

Déploiement de sudo sans mot de passe

Déploiement côté client

1. Modifiez le fichier sudoers :

```
sudo visudo /etc/sudoers
```

2. Ajoutez l'entrée suivante à la fin du fichier :

```
ptuser ALL=(ALL:ALL) NOPASSWD: TOUS
```

Déploiement côté contrôleur

1. Générez la paire de clés SSH :

```
ssh-keygen -t rsa -b 4096 -N "" -f "$HOME/.ssh/id_rsa.pub"
```

2. Copiez la clé publique SSH sur chaque serveur distant :

```
ssh-copy-id ptuser@<remote_server_IP>
```

Mise en œuvre de la pile TIG-P pour la collecte de données

Configuration de Docker

1. Connectez-vous à la machine d'enregistrement en tant que ptuser.
2. Préparez l'installation de Docker :

```
sudo apt update
sudo apt install ca-certificates curl
sudo install -m 0755 -d /etc/apt/keyrings
sudo curl -fsSL https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg -o /etc/apt/keyrings/docker.asc
sudo chmod a+r /etc/apt/keyrings/docker.asc
```

3. Ajoutez le référentiel aux sources Apt et installez :

```
echo \
"deb [arch=$(dpkg --print-architecture) signed-by=/etc/apt/keyrings/docker.asc] https://download.
```

```
docker.com/linux/ubuntu \
$(. /etc/os-release && echo "$VERSION_CODENAME" stable" | \
sudo tee /etc/apt/sources.list.d/docker.list > /dev/null
sudo apt update
sudo apt install docker-ce docker-ce-cli containerd.io docker-buildx-plugin docker-compose-plugin
```

Configuration de la pile TIG Huntabyte

1. Sur la machine d'enregistrement, clonez le référentiel tig-stack :

```
git clone https://github.com/huntabyte/tig-stack.git
```

2. Modifiez le fichier .env pour le déploiement :

```
sudo nano tig-stack/.env
```

3. Pour FluxDB, saisissez le nom d'utilisateur, le mot de passe, l'organisation, le bucket et la période de rétention comme suit :

```
DOCKER_INFLUXDB_INIT_USERNAME: admin
DOCKER_INFLUXDB_INIT_Password: <PasswordHere>
DOCKER_INFLUXDB_INIT_ORG: PT
DOCKER_INFLUXDB_INIT_BUCKET: <BucketName>
DOCKER_INFLUXDB_INIT_RETENTION: 52w
```

4. Générez une chaîne hexadécimale aléatoire de 32 caractères à l'aide de la commande suivante, puis saisissez le résultat du token admin dans le fichier .env :

```
openssl rand -hex 32
```

5. Enregistrez et quittez.
6. Modifiez le fichier telegraf.conf :

```
sudo nano tig-stack/telegraf/telegraf.conf
```

7. Définissez les valeurs suivantes :

```
adaptés :
influxdb:
  image: influxdb
telegraf:
  image: gibletron/telegraf-ipmitool
grafana:
  image: grafana/grafana-oss
links:
  - prometheus
```

8. Enregistrez et quittez.
9. Démarrez Docker Compose (headless/détaché) :

```
sudo docker-compose up -d
```

10. Sur chaque serveur que vous souhaitez surveiller, exécutez la commande suivante :

```
sudo apt install telegraf
```

11. Pour ouvrir l'interface de gestion InfluxDB, accédez à l'adresse IP de l'hôte InfluxDB doté du port 8086.

12. Créez un ou plusieurs jetons API selon vos besoins, en veillant à les enregistrer avant de fermer la fenêtre.
13. Sous Charger des données, cliquez sur Jetons API, puis sur Générer un jeton API.
14. Sur chaque serveur que vous souhaitez surveiller, modifiez le fichier /etc/telegraf/telegraf.conf avec les éléments suivants :

```
[[outputs.influxdb_v2]]
  urls = ["<influxDB_IP>:8086"]
  token = "<API_token>"
  organization = "PT"
  bucket = "<bucket_name>"
```

15. Sur chaque système testé, ajoutez les éléments suivants :

```
[[inputs.intel_powerstat]]
  cpu_metrics = ["cpu_frequency"]
```

16. Enregistrez et quittez.
17. Réinitialisez Telegraf :

```
sudo systemctl restart telegraf
```

Configuration de Prometheus

1. Ajoutez les éléments suivants dans le fichier /home/ptuser/tig-stack/docker-compose.yml :

```
prometheus:
  image: prom/prometheus:latest
  volumes:
    - ${PROM_CFG_PATH}:/etc/prometheus/prometheus.yml
    - prom-storage:/prometheus
  ports:
    - 9090:9090
  volumes:
    prom-storage:
```

2. Enregistrez et quittez.
3. Modifiez le fichier .env et ajoutez l'entrée suivante :

```
PROM_CFG_PATH=./prometheus/prometheus.yml
```

4. Enregistrez et quittez.
5. Sur chaque serveur que vous souhaitez surveiller, exécutez la commande suivante :

```
sudo apt install dbus prometheus-node-exporter prometheus-node-exporter-collectors -y
```

6. Sur chaque système testé, exécutez la commande suivante :

```
sudo apt install prometheus -y
```

7. Pour créer la tâche de surveillance dans Prometheus, ajoutez les éléments suivants dans le fichier /home/ptuser/tig-stack/prometheus/prometheus.yml :

```
- job_name: "<custom_name>"
  static_configs:
    - targets: ["<target_IP:9090>"]
```

8. Ajoutez des tâches et/ou des cibles supplémentaires en créant d'autres entrées similaires à celle de l'étape 7. Vous pouvez ajouter d'autres cibles pour la même tâche dans une autre ligne cible.
9. Enregistrez et quittez.

Tests avec stress-ng

Dans chaque scénario de test, nous avons suivi ces étapes pour exécuter la charge applicative → virgule flottante stress-ng.

1. Sur chaque serveur, exécutez la commande suivante :

```
sudo apt install stress-ng linux-tools-generic -y
```

2. Sur chaque serveur testé, exécutez les commandes suivantes :

```
sudo modprobe rapl
sudo modprobe intel_rapl_common
sudo modprobe intel_rapl_msr
sudo modprobe msr
sudo modprobe intel-uncore-frequency
sudo setcap cap_sys_rawio,cap_dac_read_search,cap_sys_admin+ep /usr/bin/telegraf
sudo chmod -R a+rx /sys/devices/virtual/powercap/intel-rapl/
```

3. Sur chaque serveur testé, accédez à https://github.com/andikleen/pmu-tools/blob/master/event_download.py, téléchargez le fichier raw et exécutez-le :

```
sudo chmod +x event_download.py
./event_download.py
```

4. Sur le contrôleur, installez PSSH :

```
sudo apt install pssh -y
```

5. Sur le contrôleur, créez des fichiers à utiliser lors de l'exécution de stress-ng :

```
sudo touch ~/.pssh_hosts_file
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave1
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave2
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave3
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave4
```

6. Modifiez le fichier ~/.pssh_hosts_file, puis saisissez toutes les adresses IP du serveur avec une adresse sur chaque ligne.
7. Modifiez les fichiers ~/.pssh_hosts_file_wave1 à ~/.pssh_hosts_file_wave4, puis saisissez un quart des adresses IP dans chaque fichier.
8. Vérifiez que tous les serveurs sont en ligne et répondent aux commandes à distance :

```
sudo pssh -i -h ~/.pssh_hosts_file uptime
```

9. Sur le contrôleur, créez un dossier de journal pour le test stress-ng :

```
sudo mkdir /var/log/stress-ng
sudo chmod 777 /var/log/stress-ng
```

10. Exécutez un test à l'aide des commandes suivantes, en modifiant « wave1 » en fonction du numéro de phase approprié.

```
pssh -i -h ~/.pssh_hosts_file_wave1 sudo stress-ng --cpu 4 --matrix 0 --cpu-method matrixprod --mq 4 --hdd 6 --tz --metrics --perf --times --aggressive -t 2h --log-file /var/log/stress-ng/$(date +%Y%m%d_%H%M%S').log
```

► Consultez la version en anglais d'origine de ce rapport à l'adresse <https://facts.pt/gPS09my>

Ce projet a été réalisé à la demande de Dell Technologies.



Facts matter.®

Principled Technologies est une marque déposée de Principled Technologies, Inc.
Tous les autres noms de produit sont des marques déposées par leurs propriétaires respectifs.

EXCLUSION DE GARANTIE, LIMITATION DE RESPONSABILITÉ :

Principled Technologies, Inc. a pris toutes les mesures raisonnables pour garantir la précision et la validité de ses tests. Toutefois, Principled Technologies, Inc. décline spécifiquement toute garantie, expresse ou implicite, relative aux résultats et à l'analyse des tests, à leur précision, à leur exhaustivité ou à leur qualité. Cela inclut toute garantie implicite d'adéquation à un usage particulier. Toute personne ou entité s'appuyant sur les résultats d'un de ces tests le fait à son propre risque et accepte que Principled Technologies, Inc., ses collaborateurs et ses sous-traitants ne soient en aucun cas responsables de toute perte ou tout préjudice causés par une erreur ou un défaut éventuels dans le cadre d'une procédure ou d'un résultat de test.

Principled Technologies, Inc. ne peut en aucun cas être tenu responsable des dommages indirects, spéciaux, fortuits ou consécutifs résultant de ses tests, même si la société a été informée de la possibilité de tels dommages. La responsabilité de Principled Technologies, Inc. ne peut en aucun cas, notamment en cas de dommages directs, excéder les montants versés en relation avec les tests de Principled Technologies, Inc. Les recours uniques et exclusifs du client sont définis dans le présent document.