EXCLUSIF GAGNEZ UN SERVEUR CHAMPION DU GREEN500 AVEC ASUS

HPC REVIEW

Le magazine référence des solutions hautes performances

www.hpcreview.fr

HPC | BIG DATA | CLOUD | STOCKAGE | VISUALISATION | VIRTUALISATION | RÉSEAU | WORKSTATIONS

Quand le volume de données et la demande augmentent, mais que le budget ne suit pas...

Découvrez le tout nouveau

Saber 1000

SATA 3.0 Enterprise de la gamme SSD.

Caractéristiques

- Contrôleur Barefoot 3 d'OCZ, firmware développé en interne et la mémoire NAND de A19nm nouvelle génération de Toshiba
- Performances durables et réponses E/S cohérentes pour les SSD d'entreprise SATA dédiés au déploiement de grand volume
- Compatible avec la fonctionnalité Power Failure Management Plus (PFM+) pour la protection contre les coupures inopinées d'alimentation électrique
- Gestion centralisée via la suite logicielle OCZ StoragePeak 1000
- Disponible jusqu'à 960 Go

Offre des performances exceptionnelles pour les applications courantes des centres de données

Lecture dans le cache et indexation

Infrastructure de bureau virtuel (VDI)

Serveur Web frontal

Diffusion de contenu multimédia en direct

Vidéo à la demande (VoD)

Système d'aide à la décision (DSS)

Infrastructure en nuage

Gestion des relations client (CRM)

Archivage en ligne

Montage vidéo/ partage de photos

Gestion de contenu d'entreprise (ECM)

Bibliothèque de bandes virtuelle (VTL)

OCZ STORAGE SOLUTIONS | A Toshiba Group Company

2crsi.com | carri.com | Ingram.fr

ocz.com

Plus haut, plus loin, plus fort !

Telle pourrait être la devise de l'industrie informatique dans son ensemble, laquelle a depuis ses origines au siècle dernier, fait progresser de façon spectaculaire les activités humaines.

Ce numéro en est un parfait exemple, les recherches pour atteindre une nouvelle architecture basée sur des principes quantiques battant son plein. Au vu des progrès réalisés ces derniers mois, l'espoir d'un succès semble à portée de main. Car la transition d'une informatique binaire vers une informatique quantique est une course contre le temps !

La loi de Moore devrait cesser d'exister vers 2020, la taille des transistors approchant celle des atomes qui les composent…impossible en l'état actuel des techologies d'aller plus loin dans l'infiniment petit. Et à cette échelle, les effets quantiques perturberont les transistors traditionnels qui composent les processeurs actuels. il s'agit donc d'anticiper autant que possible pour maîtriser ce nouvel état de la matière et donner lieu à la génération suivante d'ordinateurs.

C'est l'histoire d'un parcours semé d'embûches au potentiel faramineux que nous vous contons dans ces pages.

Bonne lecture !

La rédaction

EN COUVERTURE

ORDINATEUR QUANTIQUE, où en est l'industrie ?

NEWSFEED

HP Helion 9 Cloud System

Gary Quinn, CEO de FalconStor

The Machine

Tous les livres

Tous les moocs

L'observatoire du HPC

LAB REVIEW

Datacore SANsymphony v10

HP StoreOnce Backup 4500

Panasonic Toughpad 4K

HPC Labs : comment testons-nous ?

HOW TO

Comprendre Hadoop-as-a-Service

AVIS D'EXPERT

De la sécurité du Cloud

TECH ZONE

L'intelligence artificielle pour les développeurs

BIG HPC REVIEW CONTEST

HPC REVIEW

A unique chance to win an ASUS ESC4000 G2S!

The groundbreaking server that powers the World's Number One Green500 cluster

Ready to run with Intel Xeon CPUs, AMD GPUs, memory and storage !

Asus ESC4000 G2S (2U) features :

- **Processor : Dual Intel® Xeon processor E5-2600 v2 product family**
- **Core Logic : Intel C602 PCH**
- **Memory : 16 x DDR3 DIMM Slots (Up to 512GB R-DIMM)**
- **HDD bays : 6 x hot-swappable 2.5in bays**
- **Networking : 2 x Intel GbE LAN (82574L) + 1 x Management LAN**
- **Graphic Cards: 2 x AMD FirePro S9150 - 16Gb**

Click below to enter the contest

I want to win!

The winner will be announced on September 1st, 2015

Free contest with no purchase necessary. Participation open worldwide.

AMD FIREPRO ASUS intel

Du binaire au quantique: un taux d'erreur qui compte

LE CHRONIQUEUR MASQUÉ

Binaire. On peut interpréter pas mal de choses en lisant ce terme ! Par exemple : quelqu'un de Binaire est un être un peu primaire dont la capacité de réflexion se limite à deux choix : bien ou mal, blanc ou noir… Mais c'est aussi la base de notre informatique actuelle : 2 bits, 0 et 1. Doit-on pour autant estimer que les systèmes informatiques binaires doivent être considérés comme le calcul à son état primaire : une espèce d'Australopithèque de l'IT qui arrive à ses limites et qui est incapable d'exploiter les choix infinis qui l'entourent ? Pour pouvoir confirmer un tel constat, il faudrait disposer d'autres solutions…

Justement, il en existe au moins une autre : L'ordinateur quantique. Précisons d'emblée qu'à ce jour, on en est plus au stade du fantasme technique que de la révolution technologique opérationnelle. Pour autant, reconnaissons que les promesses d'évolution que représente cette technologie sont absolument hallucinantes, tant par la vitesse d'exécution que par son caractère illimité. Ok, mais c'est quoi au juste, me demanderez-vous ?

Plus au stade du fantasme technique que de la révolution technologique

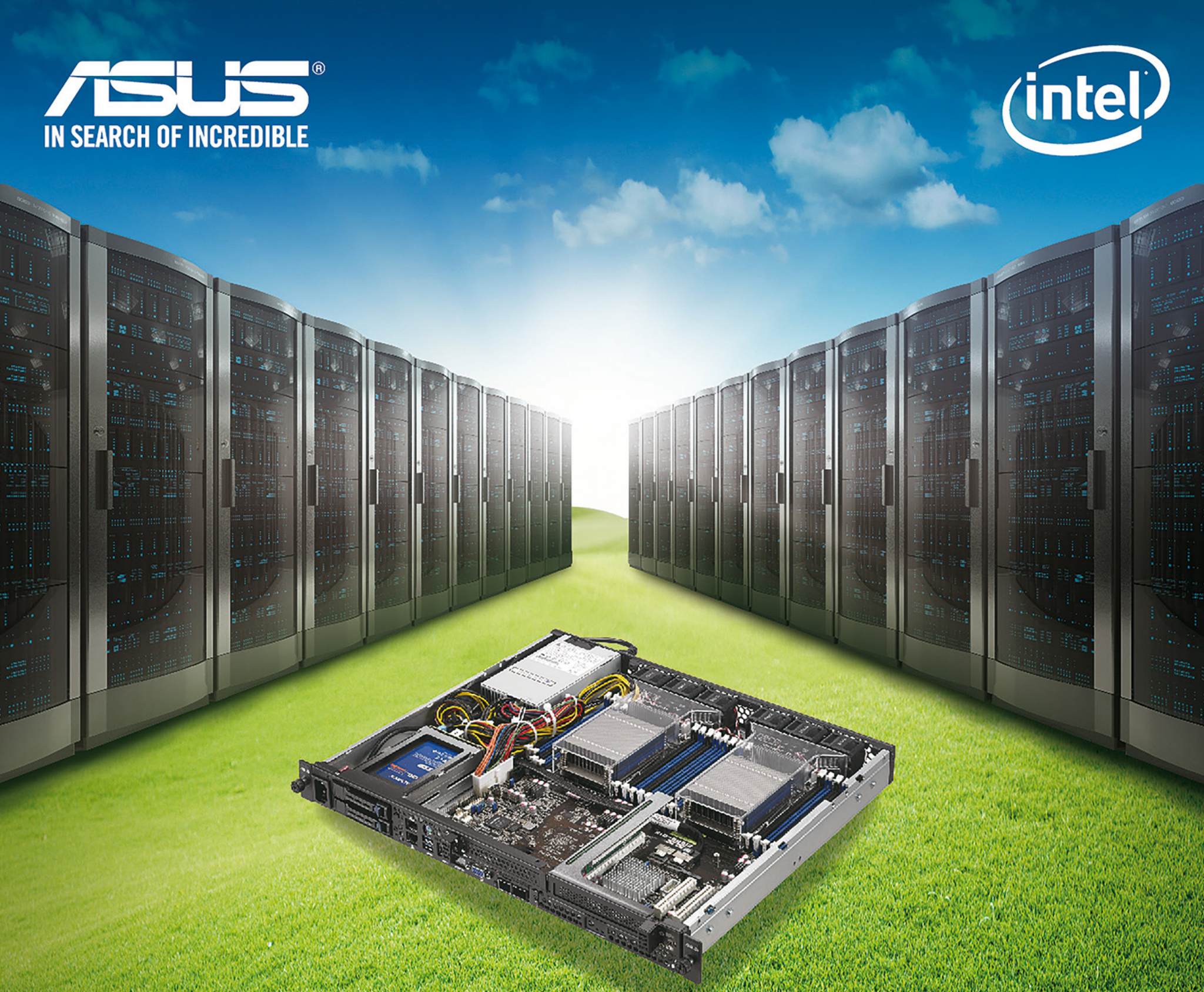
Pour pouvoir expliquer concrètement « l'ordinateur quantique » il faudrait que je sois chercheur à l'Inria ou que je travaille au sein des équipes dédiées chez Google ou IBM dans la mesure où ces acteurs sont réputés être les seuls à maitriser cette techno dans son état actuel. Et encore, « maîtriser » est un bien grand mot puisqu'ils en sont au seul stade de la mission de recherche : Quantic. Mais bon, je me lance quand même : au lieu de se limiter à deux Bits : 0 et 1, le système Quantique fonctionne avec des Qubits. En bref, il s'agit une superposition de l'état binaire ouvrant donc des capacités de calcul hors norme et surtout illimitées. La grande difficulté des chercheurs c'est que le taux d'erreur induit par ce mode de calcul limite encore le déploiement de tels systèmes dans l'industrie. Rien que ça !

Voilà, ça doit être beaucoup plus clair maintenant, n'est-ce pas ? Sinon, vous aurez tout loisir de pénétrer les secrets de cette technologie dans les pages qui suivent.

Le chroniqueur masqué est un expert de l'industrie HPC qui décrypte pour vous l'actualité dans chaque numéro

ASUS®
IN SEARCH OF INCREDIBLE

intel



RS400-E8-PS2-F

Most Compact 1U Dual Xeon Flexible I/O Server

http://www.asus.com/Commercial_Servers_Workstations/

HP Helion 9 Cloud System libère les infrastructures hybrides

HP Helion CloudSystem 9.0 étend le support à de multiples hyperviseurs etClouds pour apporter un maximum de flexibilité aux entreprises et aux Service Providers.

Durant l'événement HP Discover 2015, HP a dévoilé des évolutions au sein de la gamme de solutions HP Helion, permettant aux entreprises de tirer pleinement parti d'une évolution vers une infrastructure hybride. HP a également annoncé le HP Helion CloudSystem 9.0, dernière version de sa solution intégrée de Cloud d'entreprise, ainsi que des enrichissements aux HP Helion Managed Cloud Services, destinés à administrer des applications d'entreprise à l'intérieur d'un environnement cloud infogéré et sécurisé.

La majorité du budget IT des entreprises – jusqu'à 90% selon certaines estimations – est aujourd'hui utilisé au maintien en fonction des systèmes existants. HP estime que les entreprises peuvent réduire d'environ 40% les coûts de maintenance de leur IT en migrant leurs plates-formes existantes vers le Cloud. Cette démarche peut libérer des capitaux permettant de moderniser le développement des applications et de rechercher de nouvelles opportunités de générer du chiffre d'affaires. « Les entreprises qui veulent évoluer vers le Cloud ont des besoins variés. Certaines veulent migrer leurs applications traditionnelles dans le Cloud, quand d'autres cherchent plutôt à bâtir une nouvelle génération d'applications Cloud-natives, à l'aide de technologies modernes comme OpenStack, Cloud Foundry ou Docker », explique Bill Hilf, Senior Vice-Président de l'entité HP Helion Product and Service Management. « Avec HP Helion CloudSystem 9.0, l'extension du support vers des hyperviseurs et des environnements Cloud multiples donne aux entreprises et aux Service Providers une flexibilité additionnelle pour que leurs appli-

HP Helion CloudSystem est une solution de Cloud privé, intégrée et complète, conçue pour tirer pleinement bénéfice d'une infrastructure hybride. Elle permet le fonctionnement des applications traditionnelles et Cloud-natives.

cations - existantes et nouvelles - puissent tirer parti des avantages du Cloud. »

UNE SOLUTION CLOUD SIMPLE ET FLEXIBLE

HP Helion CloudSystem est une solution de Cloud privé, intégrée et complète, conçue pour tirer pleinement bénéfice d'une infrastructure hybride. Elle permet le fonctionnement des applications traditionnelles et Cloud-natives, grâce à ses fonctionnalités d'automatisation, d'orchestration et de supervision sur de multiples environnements hétérogènes de Cloud, d'applications et de technologies. HP Helion CloudSystem 9.0 élargit le support de multiples hyperviseurs et de multiples Clouds pour apporter un maximum de flexibilité aux entreprises et aux Service Providers. De plus, cette offre s'intègre avec HP Helion OpenStack et HP Helion Development Platform, afin de doter les clients d'une plate-forme open source de qualité entreprise, d'une infrastructure et d'outils de développement d'applications Cloud-natives. Les fonctionnalités de HP Helion CloudSystem 9.0 incluent :

• Le support simultané de plusieurs environnements de Cloud, comme Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, HP Helion Public Cloud, les technologies OpenStack et VMware, avec la capacité de contrôler finement l'endroit où s'exécutent les applications.

• La dernière version de HP Helion OpenStack, avec la publication des APIs OpenStack, permettant de simplifier et d'accélérer le développement d'applications et l'intégration avec d'autres Clouds, ainsi que des composants additionnels faciles à utiliser par les développeurs au sein de HP Helion Development Platform, fondée sur Cloud Foundry.

• Le support de nombreux hyperviseurs, dont Microsoft Hyper-V, RedHat KVM, VMware vSphere, ainsi que la possibilité de faire des déploiements en bare-metal, offrant ainsi aux clients un choix plus large, sans risquer de s'enfermer dans des solutions propriétaires.

• Le support des Clouds privés compatibles avec AWS au moyen de HP Helion Eucalyptus, ce qui donne la possibilité aux clients de déployer des applications fonctionnant sur AWS sur des Clouds dont ils ont la maîtrise.

• Le support des données non-structurées au moyen du Swift OpenStack Object Storage project.

• La dernière version de Cloud Service Automation, qui offre les capacités de management nécessaires pour piloter des environnements de Cloud hybride, ainsi que des fonctionnalités pré-intégrées permettant de gérer un environnement de calcul distribué et de stockage d'objets optimisé, et de développer rapidement des applications Cloud-natives.

• Un processus d'installation intuitif activé sous la forme d'une appliance virtuelle, qui permet de réaliser l'installation en quelques heures.

HP Helion CloudSystem 9.0 est disponible soit sous la forme d'une suite logicielle indépendante, qui supporte des plates-formes matérielles multifournisseurs, ou bien intégrée au

« L'ère du numérique bouleverse l'industrie du divertissement. Les consommateurs veulent accéder à leurs programmes à la demande, où ils le désirent, et sur tout type de périphérique. L'IT doit prendre les devants sur la transformation numérique »

sein d'une plate-forme matérielle HP ConvergedSystem à base de serveurs en lame, ou sur une architecture hyper-convergée. La disponibilité est prévue plus tard dans l'année 2015. Les solutions de financement et de paiement à l'usage proposées par HP Financial Services permettent aux clients d'aligner l'acquisition de HP Helion CloudSystem 9.0 sur leur stratégie de transformation de l'informatique vers un modèle hybride 1.

« L'ère du numérique bouleverse l'industrie du divertissement. Les consommateurs veulent accéder à leurs programmes à la demande, où ils le désirent, et sur tout type de périphérique. Pour relever ce défi, l'IT doit prendre les devants sur la transformation numérique », a déclaré John Herbert, vice-président exécutif et CIO de la 20th Century Fox. « Le Cloud déployé par Fox Media est construit sur HP Helion CloudSystem. Il est utilisé pour la diffusion de séries télévisées en haute définition ainsi que pour des longs métrages. Le HP Helion CloudSystem a aidé notre transition vers un modèle de fournisseur de service interne, ce qui nous a permis de délivrer des services de Cloud computing hybrides tout en conservant le contrôle, et de fournir de nouveaux services plus rapidement, tout en assurant une haute fiabilité et une haute performance. Cela nous a aidés à gagner des parts de marché et à accroître la satisfaction de nos clients, tout en économisant des millions de dollars. »

UN ENVIRONNEMENT CLOUD VIRTUEL DE CLASSE ENTREPRISE

HP Helion Managed Services apporte aux entreprises la sécurité et la haute disponibilité nécessaires aux applications critiques, tout en leur garantissant la souveraineté des données, le respect des contraintes règlementaires, et des contrats de niveau de service de qualité entreprise.

Afin d'enrichir cette offre et de proposer aux clients davantage de valeur et de flexibilité, HP Helion Managed Services sera proposé dans la version beta de HP Helion OpenStack Managed Private Cloud et de HP Helion Eucalyptus Managed Private Cloud, deux services qui seront accessibles via un portail.

En complément de ces offres beta, HP Helion Managed Cloud Services supportera le développement d'applications Cloud-natives au sein d'un Cloud infogéré utilisant HP Helion Development Platform et l'automatisation de certains services de cloud privé virtuels.

HP Helion Managed Cloud Services inclut les fonctionnalités suivantes

- De nouvelles capacités de provisionnement automatisé via un portail de self-service construit avec HP Cloud Service Automation, permettant un déploiement plus rapide des Clouds.
- Le support de plates-formes multiples pour faciliter la mise en œuvre de maquettes de Cloud hybride avec HP Helion OpenStack et HP Helion Eucalyptus
- Des capacités de développement d'applications Cloud-natives grâce à l'intégration avec HP Helion Development Platform, permettant aux entreprises de développer, de déployer et de mettre en service plus rapidement des applications Cloud-natives. La disponibilité des HP Helion Managed Cloud Services est prévue au courant de l'année 2015.

BIG HPC REVIEW CONTEST

HPC REVIEW

Win an OCZ Saber 1000 SATA Enterprise SSD !

(960 GB capacity model)

Saber 1000 Features

- **Leverages OCZ's Barefoot 3 controller, in-house firmware, and next generation A19nm NAND from Toshiba**
- **Delivers sustained performance and consistent I/O responses for high-volume deployment enterprise SATA SSDs**
- **Supports Power Failure Management Plus (PFM+) to protect against unexpected power loss events**
- **Central management capability via OCZ StoragePeak 1000 software suite**
- **Energy savings resulting from low 3.7W operating power**
- **2.5-inch, 7mm enclosure footprint**
- **Backed by a 5-year warranty**

Click below to enter the contest

I want to win!

The winner will be announced on June 30th, 2015

No purchase necessary. Participation open worldwide. Drawing on June 30, 2015.

Gary Quinn, CEO de FalconStor

FALCONSTOR RELOADED

« Côté technologie, nous n'avons pas grand chose à prouver mais du point de vue business, tout à faire. »

De la Start-up à la Star...

En septembre 2010, ReiJane Huai, l'un des fondateurs de Falconstor quitte la tête de la firme à la suite d'un procès en recours en nom collectif l'accusant de délit d'initié et également soupçonné d'avoir effectué une opération spéculative, avec la complicité d'autres cadres dirigeants, pour un montant total de 125000 actions à un prix artificiellement gonflé de 545 000 dollars. Toujours selon le New York Post, La SEC a emboîté le pas en déclenchant une enquête fédérale pour soupçon de pratique comptable douteuse dans la gestion de Falconstor. Reijane Huai est un expert reconnu dans le domaine de l'IT, notamment dans le secteur du stockage logiciel. Il a fait ses premières armes chez Cheyenne Software dont il devint le CEO en 1993. Racheté par Computer Associates (CA technologies aujourd'hui) en 1996, il devint un proche de son patron Charles Wang. C'est en 2000 qu'il se lance dans sa dernière aventure, Falconstor. Après une reconnaissance par la presse, de la société comme du rôle joué par Huai, Falconstor n'arrive pas à se décoller de l'image de start-up prometteuse. Depuis le départ de Huai, aucun dirigeant n'a su encore donner une direction à l'entreprise. « Sur un marché ultra-concurrentiel, il faut savoir se distinguer avec quelque chose d'unique dans sa technologie » nous confie Gary Quinn, aujourd'hui CEO et Président de Falconstor. Saura-t-il enfin faire décoller une société à la technologie si prometteuse mais qui jusqu'à présent, n'est pas complètement parvenue à faire ses preuves côté business ? Rendez-vous en 2015 ...

Les débuts de FalconStor sont particuliers : les produits sont mondialement distribués et reconnus mais la plupart du temps en OEM, masquant ainsi l'origine des technologies au profit des constructeurs.

C'est en 2000 que FalconStor, spécialiste reconnu du stockage est né. Après des années de progression grâce à des innovations technologiques sous l'impulsion de l'un de ses fondateurs, ReiJane Huai, la société a également connu quelques revers côté business (voir encadré « De la Start-up à la Star ... ») et prend un nouveau départ avec l'arrivée au pouvoir de Gary Quinn, en tant que Président et CEO de la firme depuis juillet 2013. Nous l'avons rencontré cet été, afin de connaître les orientations stratégiques de ce qui fut certainement l'une des entreprises les plu sinnovantes du secteur. Sans ambages, Gary Quinn nous confirme qu'il doit rapidement mettre au point une stratégie opérationnelle qui colle aux besoins actuels des entreprises et fasse enfin reconnaître FalconStor comme un acteur majeur dans son secteur. FalconStor, c'est au début de la bande virtuelle. Dès 2005-2006, les produits Network Storage Server et Continuous Data Protector arrivent sur le marché. La fonction RecoverTrack (qui est un outil d'automatisation de reprise d'activité) est supportée par les principaux produits de la société. A l'époque, ce genre de technologie était avant-gardiste. Après la virtualisation de serveur amorcée par VMware, suit celle du desktop puis celle du réseau et enfin celle

« L'ère du numérique bouleverse l'industrie du divertissement. Les consommateurs veulent accéder à leurs programmes à la demande, où ils le désirent, et sur tout type de périphérique. »

du stockage, point fort de FalconStor. Enfin le produit Optimized Backup and Deduplication vient en complément de ses gammes.

UNE RÉPUTATION SOLIDE MAIS DISCRÈTE

Les débuts de FalconStor sont particuliers : les produits sont mondialement distribués et reconnus mais la plupart du temps en OEM, masquant ainsi l'origine des technologies au profit des constructeurs. De nombreuses grandes marques les ont adoptés comme EMC, IBM, Storagetek ou encore SDK. Et comme bien souvent, arrive le moment où ces dernières finissent par rattraper leur retard technologique. « Côté technologie, nous n'avons pas grand chose à prouver mais du point de vue business, tout à faire. Mon prédécesseur s'est tout particulièrement penché sur la partie technologie tout en essayant de développer le marché PME. En 2013, on s'est focalisé sur le développement du réseau de distribution et aujourd'hui nous sommes à 95% du chiffre d'affaires via nos partenaires, VAR, intégrateurs et distributeurs » précise Gary Quinn.

Le récent dirigeant de FalconStor, lucide, estime qu'aujourd'hui le monde du stockage a beaucoup évolué et les grandes tendances sont plus centrées sur du stockage utilisant de la mémoire flash. Par ailleurs, sans stratégie Cloud pas de survie possible et l'on voit de plus en plus apparaître des acteurs du domaine avec des solutions Cloud. C'est inévitablement sur ces deux points que FalconStor doit travailler pour essayer d'accroître sa part de marché et sa notoriété. Par ailleurs, l'un des grands reproches fait à cette société est un manque de visibilité dans les gammes de produits qu'il propose. Tout comme d'autres acteurs

majeurs avant lui, tel CA Technologies qui n'a pas hésité à refondre plusieurs fois toutes ses gammes pour séduire ses clients, FalconStor aurait à gagne à clarifier sa stratégie produit. Ce sont bien les deux axes sur lesquels Gary Quinn a décidé de travailler depuis quelques mois et il sera possible, à terme, pour un de ses clients de souscrire à l'ensemble des fonctions proposées par FalconStor via une interface unique. En outre l'ensemble des produits sera accessible « on demand » avec une facturation à l'usage. Désormais la stratégie est tournée vers l'utilisateur final, à savoir l'entreprise et ses besoins et non plus sur les détails techniques des produits proposés (IPStor 2 à venir, plateforme unifiée de gestion de données). A noter que FalconStor étant un éditeur de solutions logicielles, il reste donc agnostique sur le matériel sous-jacent présent chez le client potentiel. Les objectifs affichés en termes de business sont les marchés flash/SSD et celui des fournisseurs de services Cloud. 2015 sera donc un moment important pour la mise au point de la stratégie en cours et la sortie officielle des produits ou services. PROPOS RECUEILLIS PAR **SOLANGE BELKHAYAT-FUCHS**

THE MACHINE
L'ORDINATEUR CONCEPT DE HP

320 Téra-octets de mémoire et 2500 cœurs de processeur : c'est le design concept du super ordinateur que hp a présenté lors de son évènement annuel Discovery à Las Vegas.

« Avec The Machine, nous serons en mesure de résoudre des problèmes que nous ne savons pas résoudre aujourd'hui », estime Martin Fink. « The machine donnerait aux entreprises la capacité de s'attaquer à des ensembles de données beaucoup plus importants et plus complexes que ceux qu'ils peuvent gérer aujourd'hui.

The Machine est à l'industrie informatique ce que les concept-cars sont à l'industrie automobile. Un essai de consolidation des pistes de recherche pour démontrer ce que pourrait être l'ordinateur de demain. En l'espèce, cet ordinateur d'un nouveau genre vise à répondre aux nouveaux types de problèmes posés par l'explosion de données à traiter. Ce qui rend cette machine différente des ordinateurs de la génération actuelle est que la mémoire centrale est au cœur de cette architecture que hp nomme MDC (Memory Driven Computer). La mémoire, qualifiée ici d'universelle, est considérée comme un pool de mémoire à laquelle peut êter affectée n'importe quelle ressource : CPU, GPU, interface réseau ou n'importe quel dispositif de traitement de données.

«Lorsque vous démarrez The Machine, c'est la mémoire qui boote en premier. Le processeur ne démarre qu'une fois que l'ensemble de la mémoire a été initialisée » explique Martin Fink, CTO de HP, Directeur des hp Labs et instigateur du projet. « Dans les ordinateurs aujourd'hui, le processeur est au centre de l'univers. Avec la Machine, c'est la mémoire que nous mettons au centre de l'univers et ce sont les processeurs qui l'environnent », En l'état du projet, HP utilise de la DRAM, volatile, pour simuler de la mémoire non volatile. « Nous continuons nos recherches sur l'ensemble du spectre des mémoires non volatiles et la prochaine étape pourrait être la mémoire à changement de phase sur laquelle nous travaillons actuellement avec des partenaires. »

A long terme, HP prévoit d'utiliser des memristors, qui sont à l'étude dans ses laboratoires depuis quelques années déjà. Ses efforts portent aussi sur les technologies photoniques pour faire transiter l'information au sein de la machine bien plus rapidement que le cuivre ne le permet actuellement. Le prototype annoncé pour l'an prochain sera équipé de 320 To de mémoire, contre 12 To pour l'ordinateur le plus capacitif du constructeur à l'heure actuelle. Le prototype accueillera par ailleurs 2 500 coeurs de processeurs capables d'exécuter 10 000 threads.

« Avec The Machine, nous serons en mesure de résoudre des problèmes que nous ne savons pas résoudre aujourd'hui », estime Martin Fink. « The machine donnerait aux entreprises la capacité de s'attaquer à des ensembles de données beaucoup plus importants et plus complexes que ceux qu'ils peuvent gérer aujourd'hui, et effectuer des analyses des centaines de fois plus rapide. Cela pourrait conduire à des bonds en avant dans toutes sortes de domaines où l'analyse des informations est cruciale, comme la médecine génomique, où les plus rapides machines de séquençage des gènes produisent une surabondance de nouvelles données. » The machine promet de consommer beaucoup moins d'électricité que les ordinateurs existants. Rendez-vous en 2018 pour le premier prototype opérationnel.

RAMON LAFLEUR

INNOVATION BY SIMULATION
SIMULER POUR INNOVER

Forum Teratec

le rendez-vous international
The international meeting

HPCBIG DATASIMULATION

2005 DIX ANS 2015

23 & 24 juin/June 2015

ECOLE POLYTECHNIQUE
PALAISEAU - FRANCE

www.teratec.eu

Platinum Sponsors :

Bull atos technologies · hp · intel

Gold Sponsors :

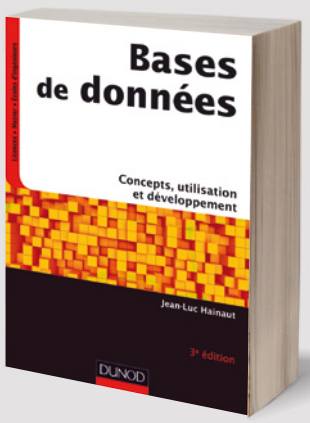
cea · panasas · SEAGATE · sgi

Silver Sponsors :

DDN STORAGE · DELL · FUJITSU · GENCI · Inria · NVIDIA

BOOKS

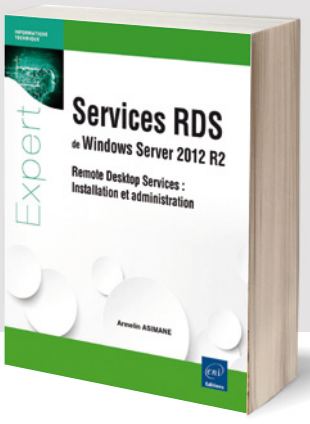
Bases de données – concepts, utilisation et développement



Cet ouvrage vise un triple objectif : comprendre les concepts théoriques, apprendre à utiliser des bases de données, et enfin savoir en construire de nouvelles. Cette 3e édition comporte des mises à jour sur les technologies du Big Data (NoSQL) et sur l'utilisation de SQLfast un outil d'apprentissage du langage SQL. La première partie décrit les concepts fondamentaux des bases de données : structures de données, modèle relationnel et normalisation, technologie et SGBD. La deuxième partie décrit les différents aspects du langage SQL, depuis les formes et fonctions élémentaires jusqu'aux fonctions avancées du modèle relationnel objet et de la programmation d'applications ainsi qu'aux SGBD NoSQL. La troisième partie décrit les techniques et les méthodes de construction de bases de données relationnelles et relationnelles objet. On y trouve également une introduction à la rétro-ingénierie des bases de données. Plus de 300 exercices, la plupart accompagnés de leurs corrigés, et des études de cas sont proposés dans les chapitres et leurs annexes. **Jean-Luc Hainaut, Editions Dunod,704 pages (37€)**

Services RDS de Windows Server 2012 R2

Ce livre est destiné à tout professionnel IT souhaitant mettre en place une infrastructure RDS (Remote Desktop Services) sur le système d'exploitation Windows Server 2012 R2. Ce livre développe l'ensemble des éléments nécessaires à l'implémentation d'une infrastructure centralisée, basée sur des sessions ou des bureaux virtuels, et la virtualisation de serveurs et d'applications. Les premiers chapitres rappellent au lecteur les principes de base du système d'exploitation Windows Server 2012 R2 et de l'annuaire Active Directory. Les chapitres suivants présentent les services Bureau à distance et guident le lecteur dans l'apprentissage des technologies qui composent une infrastructure RDS, tels que les différents rôles de serveurs, les hôtes de sessions Bureau à distance, les hôtes de virtualisation Bureau à distance, la virtualisation de serveurs avec Hyper-V, ou encore la virtualisation d'applications avec App-V. Armelin Asimane, Editions ENI, 564 pages (39€ / 29,26€ en numérique)



WebGL par la pratique

WebGL s'est imposé comme le standard pour la 3D. Programmer du contenu 3D pour Internet est une tâche plus complexe que l'élaboration d'une page Web. Elle requiert la maîtrise de divers langages informatiques qu'il faut faire coexister simultanément (HTML, JavaScript, CSS, OpenGL Shader Language) ainsi que des trois piliers de l'infographie : la modélisation géométrique, le rendu graphique et l'animation. Cet ouvrage propose une introduction à ce vaste domaine, en exposant l'ensemble des bases indispensables à la pratique de WebGL. Pragmatique et didactique, illustré de plus de 90 exemples et exercices corrigés, il s'adresse tout particulièrement aux étudiants en informatique, ainsi qu'aux passionnés des technologies Web. Stéphane Gobron, Mario Gutierrez, Editions Eyrolles, 326 pages (49€)

MOOCS

Python pour les scientifiques

Ce cours est une introduction au langage Python et à ses bibliothèques scientifiques les plus courantes. Il vous montrera comment créer et partager vos feuilles d'exercices grâce à l'utilisation du notebook IPython. Composé d'exercices et de cas pratiques, il est aussi une zone d'aide et de ressources.

Organisateur : Ionix
Langue : français
Début des cours : 8 juin 2015
Durée des cours : 3 heures
Liens pour s'inscrire : https://courses.ionisx.com/courses/EPITA/002-001-002/2014-FALL/about

Datascience et analyse situationnelle : dans les coulisses du Big Data

Le MOOC Datascience et Analyse situationnelle : dans les coulisses du Big Data, propose des méthodes pour une exploitation "intelligente" et efficace de ces données à partir d'exemples concrets et actuels touchant des secteurs variés tels que l'automobile ou encore la santé et de concepts issus de la sociologie et des sciences cognitives. Quelques-unes des multiples facettes du Big Data seront abordées : les enjeux qu'il représente, la convergence entre l'Homme et la machine, les différentes technologies mobilisables et la nouvelle donne concernant la collecte, le travail et l'exposition des données notamment.

Organisateur : Ionix
Langue : français
Début des cours : disponible sans limite
Durée des cours : 5 semaines
Effort estimé par semaine : 2 à 3 heures
Liens pour s'inscrire : https://courses.ionisx.com/courses/IONISx/002-002-003/2014-FALL/about

Déployez des applications dans le cloud avec IBM Bluemix

Ce cours est destiné aux développeurs qui souhaitent héberger leurs applications en ligne sans avoir à se soucier de la mémoire, de l'espace disque, de l'installation du serveur et de sa configuration. En quelques minutes, votre application sera hébergée dans le cloud sur la plateforme IBM Bluemix. Basé sur la plateforme open-source CloudFoundry, IBM Bluemix vous fournit les serveurs et vous offre un large catalogue de services : Redis, MongoDB, RabbitMQ, traductions, analyses cognitives avec Watson... Vous pouvez y développer en Java, PHP, Python, Go, Node.js...
Dans ce cours, nous allons manipuler et déployer des applications Node.js. Seule une connaissance de base de Node.js est requise (en cas de doute, vous pouvez toujours vous référer à mon précédent cours sur Node.js). De même, nous allons apprendre à configurer Git avec Bluemix mais je suppose que vous connaissez (et utilisez) déjà Git (si ce n'est pas le cas, je vous encourage vivement à suivre ce cours sur Git et Github !). En revanche, aucune connaissance en cloud n'est attendue : les notions de IaaS, PaaS, conteneurs et machines virtuelles vous seront présentées pas à pas !

Organisateur : OpenClassrooms
Langue : français
Début des cours : disponible sans limite
Durée des cours : 3 semaines
Effort estimé par semaine : 2 à 3 heures
Liens pour s'inscrire : http://openclassrooms.com/courses/deployez-des-applications-dans-le-cloud-avec-ibm-bluemix

L'OBSERVATOIRE du HPC

44 milliards de dollars

C'est la projection du chiffre d'affaires mondial du HPC en 2020. Le cabinet d'études Market Research Media prévoit que le secteur du calcul intensif va croître d'une moyenne de 8,3% annuels pour atteindre 44 milliards de dollars 2020. Ce secteur va en outre générer 220 milliards de dollars cumulés en chiffre d'affaires sur la période 2015-2020. *Source : http://www.marketresearchmedia.com/*

LE TOP 3 DU TOP 500

1 Tianhe-2
National Supercomputing Center à Canton : 33863 /54902 TFlops Constructeur NUDT **Architecture** Xeon E5–2692 + Xeon Phi 31S1P, TH Express-2

2 Titan
Oak Ridge National Laboratory, Etats-Unis : 17590 / 27113 TFlops Constructeur Cray XK7 **Architecture** Opteron 6274 + Nvidia Tesla K20X, Cray Gemini Interconnect

3 Sequoia
Lawrence Livermore National Laboratory, Etats-Unis : 17173 / 20133 TFlops Constructeur IBM Blue Gene/Q, **Architecture** PowerPC A2

Le TOP500 classe tous les six mois les 500 superordinateurs les plus puissants au monde. Les deux valeurs retenues, RMAX et RPEAK, représentent la puissance de calcul Linpack maximale et théorique.

LE TOP 3 DU GREEN 500

1 5271,81 MFlops/W
GSI Heimholtz Center (Allemagne)
Consommation 57,15 kW

2 4945,63 MFlops/W
High Energy Accelerator KEK (Japon)
Consommation 37,83 kW

3 447,58 MFlops/W
GSIC Center, Tokyo Institute of Technology (Japon)
Consommation 35,39 kW

Le classement Green 500 liste les supercalculateurs les plus éconergétiques au monde. L'efficacité énergétique est appréciée par la mesure des performances par Watt. L'unité est ici le MFlops/Watt.

JULY 12 - JULY 16, 2015 | FRANKFURT, GERMANY

ISC HIGH PERFORMANCE

· 5 DAYS · 300 SPEAKERS · 160 EXHIBITORS · 2,600 ATTENDEES

2015 Highlights: Industry Innovation, New Technologies, HPC Applications & TOP500.

Celebrating its 30th anniversary, ISC High Performance is the Nr. 1 HPC Event in Europe. The 2015 conference and exhibition will zero in on supercomputing, networking and storage.

ISC High Performance
The HPC Event.

isc-hpc.com

Platinum Sponsors

BULL intel SAMSUNG SUPERMICRO

L'ORDINATEUR QUANTIQUE EST-IL POUR DEMAIN ?

Comme le démontre la loi de Moore, le secteur informatique est sans aucun doute celui qui a le plus progressé depuis sa création voici 70 ans. Si les architectures ont suivi dès le départ le modèle de Von Neumann, les chercheurs et départements R & D ont toujours eu pour objectif de travailler pour la génération suivante. La voie de l'ordinateur quantique que nous vous présentons dans ces pages en fait partie...non sans mal. Récit.

Si l'on pouvait construire un ordinateur quantique avec seulement 50 bits quantiques (qubits) au lieu de quatre aucun des supercalculateurs TOP500 d'aujourd'hui ne pourrait réussir à surpasser ses performances – IBM

La recherche d'un successeur aux architectures actuelles a un fondement technique. En effet, selon la loi de Moore toujours, la taille des transistors approchera celle de l'atome à l'horizon 2020. À cette échelle, les effets quantiques perturbent le fonctionnement des composants électroniques. La finesse de gravure photolithographique actuelle montrera donc ses limites, empêchant toute évolution architecturale par les voies classiques. Tout comme la multiplication des cœurs d'exécution au sein des processeurs a succédé à la course à la fréquence au cours de la décennie écoulée, l'évolution du cœur architectural de l'approche quantique vise à dépasser, à démultiplier même, les capacités des ordinateurs actuels.

COMMENT FONCTIONNE UN ORDINATEUR QUANTIQUE ?

L'informatique quantique est basée sur des bits quantiques ou qubits. Contrairement aux ordinateurs traditionnels, dans lequel ces bits ne peuvent avoir qu'une valeur de zéro ou de un, un qubit peut représenter un zéro, un, ou les deux valeurs simultanément. Représenter l'information sous forme de qubits permet à l'information à traiter d'une manière qui n'a pas d'équivalent en informatique classique, profitant de phénomènes tels que l'effet tunnel et l'intrication quantique. En tant que tel, les ordinateurs quantiques peuvent théoriquement être en mesure de résoudre certains problèmes en quelques jours là où les architectures traditionnelles prendraient des millions d'années pour résoudre le même problème. La promesse est phénoménale ! Mais les embûches nombreuses.

UN ORDINATEUR QUANTIQUE POUR QUOI FAIRE ?

Contrairement aux ordinateurs actuels qui reposent sur le modèle de Von Neumann et qui reposent sur les échanges des quatre éléments qui le distinguent, à savoir l'unité arithmétique de traitement, l'unité de contrôle, la mémoire et les dispositifs d'entrée sortie, le calcul quantique exige peu d'entrées et peu de sorties. Il ne se prête donc a priori qu'aux calculs dont la complexité réside dans la combinatoire. On trouve ces problèmes dans l'ordonnancement et les autres calculs de recherche opérationnelle, en bio-informatique, et en cryptographie. Ce faible volume des entrées-sorties par rapport à celui du traitement les prédispose en outre à une utilisation à distance au travers d'Internet.

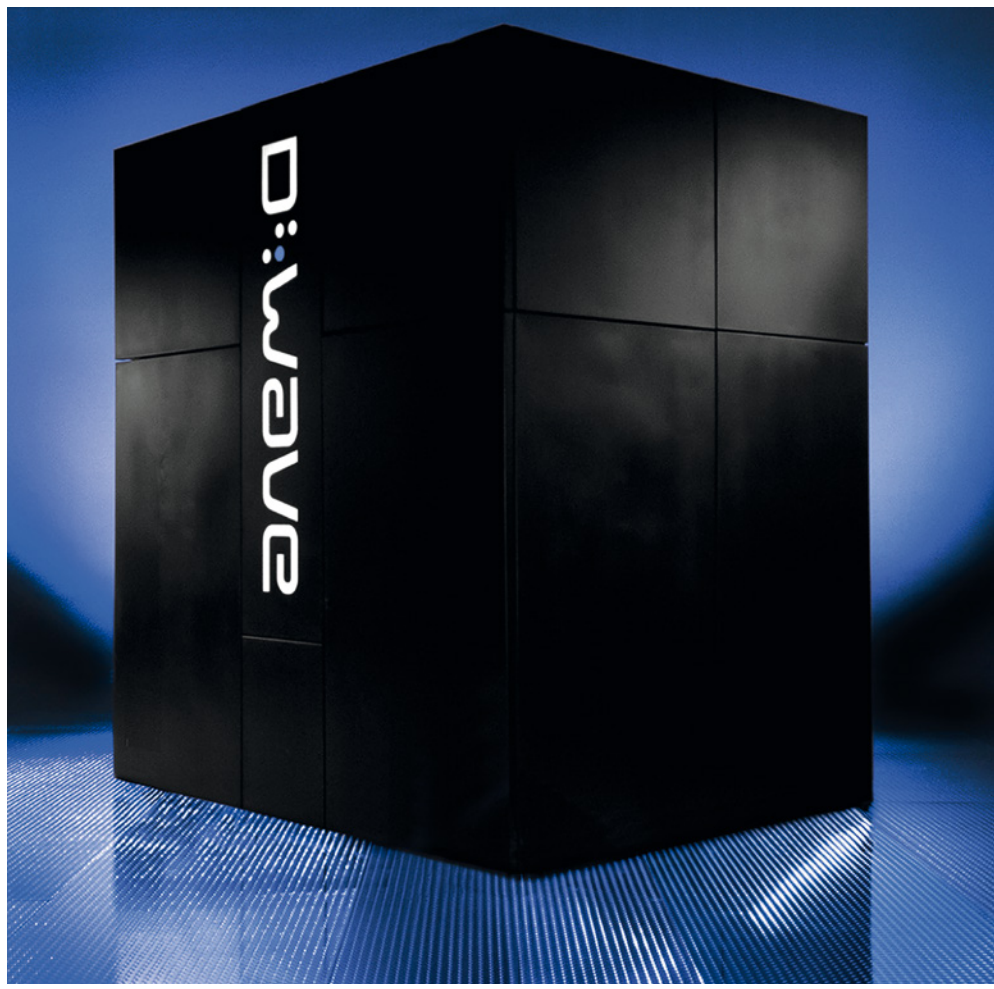
UN POTENTIEL VERTIGINEUX

Si de grands calculateurs quantiques (plus de 300 qubits) pouvaient être construits — ce qui n'est pas assuré — ils seraient capables, d'après David Deutsch, physicien britannique et professeur de physique à l'université d'Oxford, de simuler le comportement de l'univers lui-même. Ils pourraient également résoudre des problèmes de cryptanalyse en un temps beaucoup plus court qu'un ordinateur classique, car augmentant de façon linéaire (en N) avec la taille N de la clé, et non de façon exponentielle (en 64n, par exemple) comme avec des méthodes séquentielles de force brute. Les calculateurs quantiques demandent des techniques de calcul différentes de la programmation, mais utilisant beaucoup l'algèbre linéaire classique.Mais la technologie souffre notamment de problèmes de fiabilité des résultats.

Le qubit, l'unité de stockage de l'information quantique, est fragile et sensible aux variations de température et de champ magnétique, ce qui génère des erreurs. Et ce même si les travaux s'effectuent à une température proche du zéro absolu.

D-WAVE : LE PRÉCURSEUR AU RAYON D'ACTION LIMITÉ

La société D-Wave a annoncé officiellement le 13 février 2007 avoir réalisé un calculateur quantique à base solide de 16 qubits. Ce calculateur serait cependant limité à certaines opérations quantiques d'optimisation. Les problèmes combinatoires résolus (de type sudoku) le sont moins vite qu'avec un simple ordinateur. Au cœur de son système D-Wave 2 dont s'est notamment équipée la Nasa et Google, réside le SQUID, un transistor quantique maison capable de manipuler des qubits supraconducteurs, qui sont les le briques base d'un ordinateur quantique. Le nom SQUID signifie Superconducting Quantum Interference Device. Le terme «interférence» se réfère aux électrons - qui se comportent comme des ondes à l'intérieur de vagues quantiques, motifs d'interférence qui donnent lieu à des effets quantiques. La raison pour laquelle les effets quantiques tels que les ondes d'électrons sont maintenues en place de la structure - lui permettant de se comporter comme un qubit - est due aux propriétés de la matière dont elle est faite. Le Squid est composé de niobium métallique (par opposition aux transistors classiques fabriqués à partir de silicium). Quand ce métal est refroidi, il devient supraconducteur, et commence à présenter des effets quantiques. La structure supraconductrice code les états comme de minuscules champs magnétiques, qui soit pointent vers le haut ou vers le bas. Nous appelons ces états +1 et -1, et ils correspondent aux deux états que le qubit peut adopter. L'utilisation de la mécanique quantique permet de contrôler cet objet pour faire adopter à un, plusieurs ou tous les qubits une superposition de ces deux états. Bien que le D-Wave 2 comporte 512 Qubits, cet ordinateur



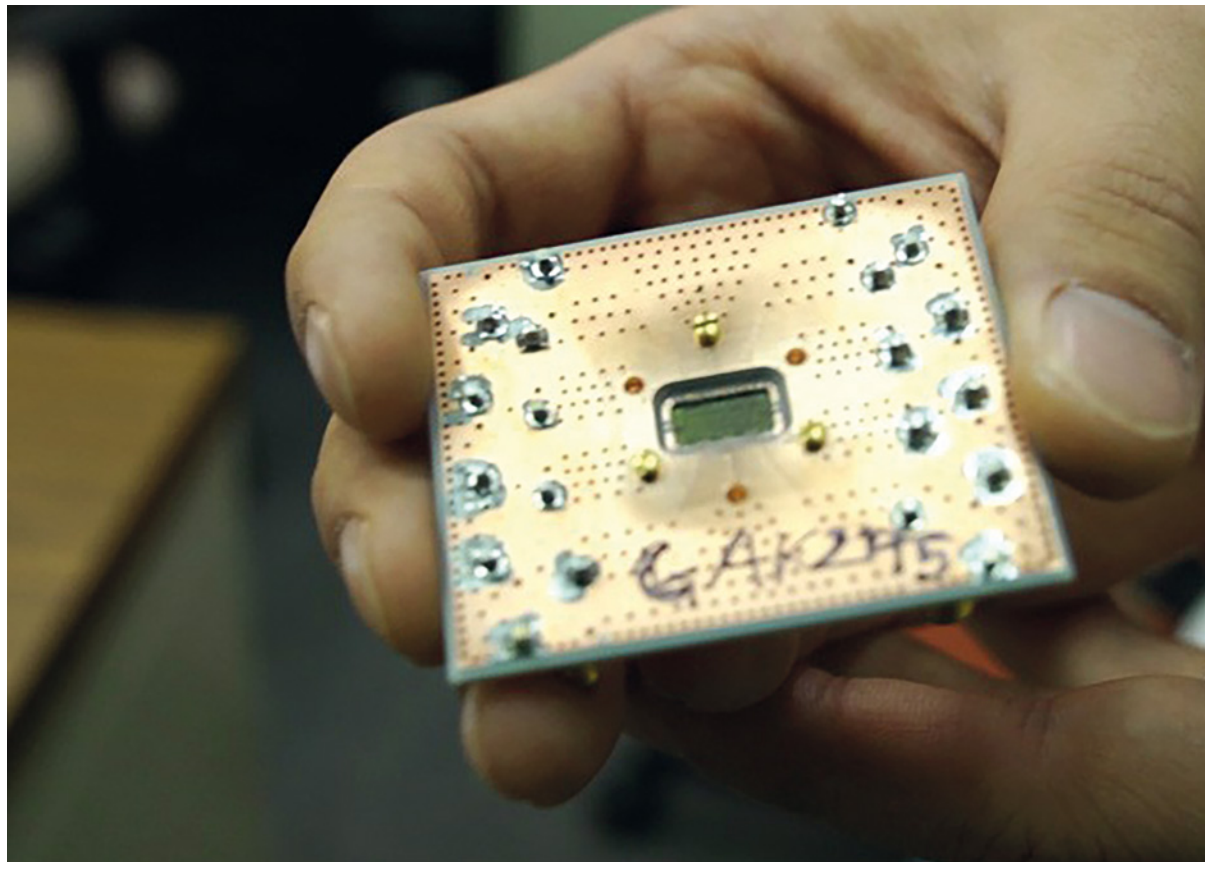
quantique souffre de deux défauts : leur durée de vie est limitée et le champ d'application restreint à des tâches d'optimisation, de Machine Learning, de reconnaissance de formes et de détection des anomalies, d'analyse Financière et de processus de vérification et de validation. En outre il n'est pas autonome et doit fonctionner avec un calculateur traditionnel, ce qui fait du D-Wave 2 un co-processeur quantique encore éloigné de l'ordinateur quantique universel poursuivi par Google, IBM ou Microsoft.

GOOGLE : RÉSOUDRE LA CORRECTION D'ERREUR ET L'ALTÉRATION DE PHASE

L'université de Californie, associée à Google, a mis au point un mécanisme de correction d'erreurs sur les qubits, l'équivalent quantique des bits. Or ces erreurs sont aujourd'hui un des principaux freins à la conception d'ordinateurs quantiques. Les équipes du professeur de physique John Martinis de l'université de Californie, auxquelles Google est associé depuis septembre dernier, viennent de franchir une étape supplémentaire dans ce qui fait leur spécialité : la fiabilité des ordinateurs quantiques.

L'équipe de l'université de Californie et de Google est ainsi parvenue à programmer une puce renfermant 9 qubits capables de se surveiller les uns les autres pour détecter les erreurs d'inversion de bits. Le procédé imaginé ne permet pas de corriger ces erreurs, mais évite qu'elles ne contaminent les étapes suivantes d'un calcul. L'équipe de John Martinis explique que le mécanisme qu'ils ont imaginé réduit d'un facteur de 2,7 le taux d'erreur lorsque 5 qubits sont utilisés, et par un facteur de 8,5 quand les 9 éléments sont actifs.

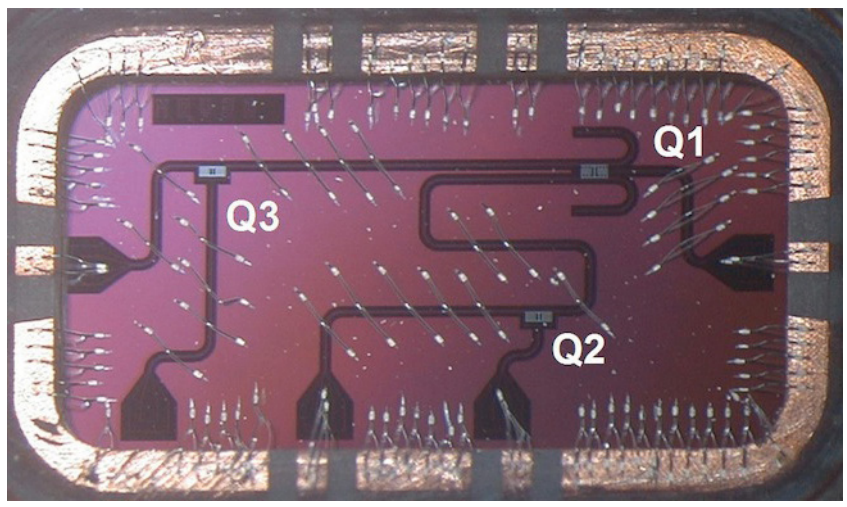
« D'autres travaux doivent encore être menés avant de pouvoir affirmer que des calculs quantiques exempts d'erreurs soient possibles », explique Daniel Gottesman, qui travaille sur la correction d'erreur à l'institut Perimeter au Canada. Si l'inversion de bits que traite John Martinis, peut être prise en charge par des algorithmes classiques, un autre type d'erreurs, l'altération d'une propriété du qubit appelée la phase, nécessite lui des calculs bien plus complexes exploitant eux-mêmes les effets de l'informatique quantique. Dans la MIT Technology Review, Austin Fowler, un ingénieur de Google, assure que les équipes de Mountain View et celles de l'université de Californie travaillent précisément sur le sujet de l'altération de phase, ainsi que sur un mécanisme de détection d'erreurs sur plus de 9 qubits.



Avec une puce de trois qubit, IBM a jeté les bases d'un ordinateur quantique beaucoup plus important

IBM : SUPRACONDUCTIVITÉ ET CONFIGURATION CARRÉE

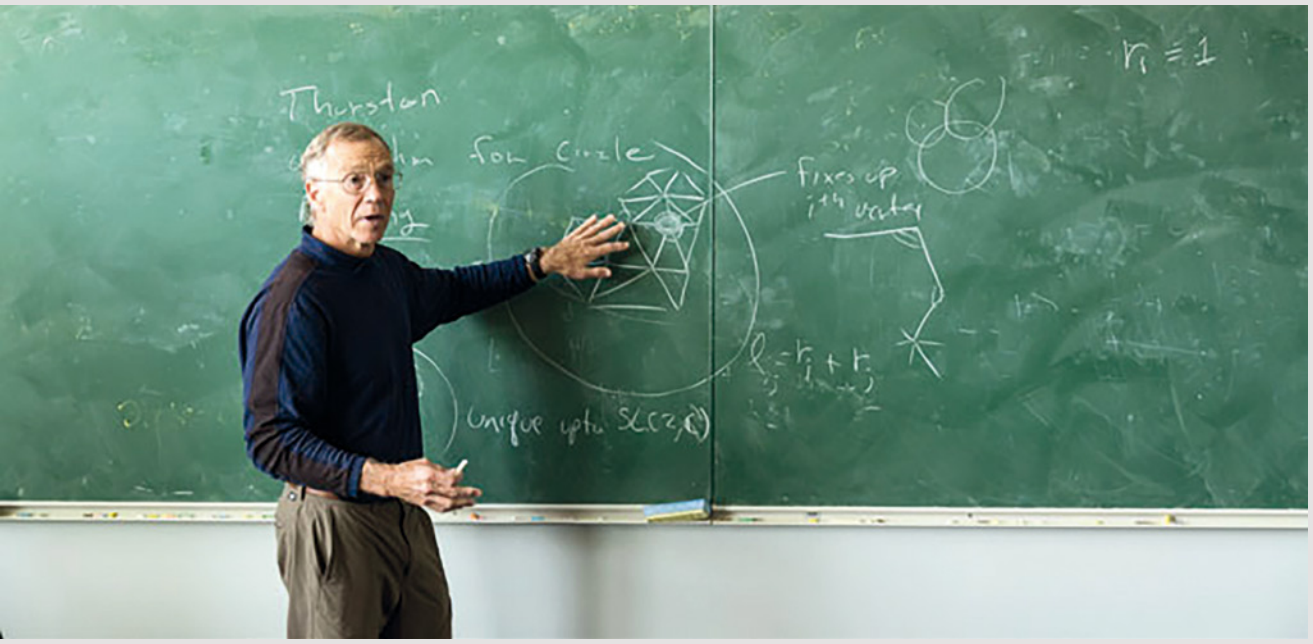
On le voit, un ordinateur quantique ne fonctionnera que lorsque l'on supprimera la décohérence quantique, à savoir l'émergence d'erreurs dans les calculs à cause de la température ambiante, ou à des radiations électromagnétiques. Les qubits sont extrêmement sensibles, une simple mesure peut changer leur état. Il est très possible d'avoir des erreurs de bit de type flip, ce qui équivaut à obtenir l'état opposé (1 au lieu de 0, par exemple). Ou



encore tomber sur une erreur de phase de retournement, donc dans le signe de l'état de superposition.

La correction d'erreur quantique est indispensable à toute conception d'ordinateur quantique fiable à grande échelle. Jusqu'ici, il n'était possible de détecter que l'un ou l'autre de ces deux phénomèbnes simultanément. La solution d'IBM est un circuit de bit quantique qui est basé sur un réseau carré de quatre qubits en surfusion, supraconducteurs, placés sur une puce d'une superficie d'environ 60mm². La forme carrée du circuit permet de travailler à la résolution de la correction d'erreur quantique. Cette forme permet égale-

Microsoft Research Station Q, le hub de recherche quantique chez Microsoft



Station Q siège de la recherche en matière d'informatique quantique chez Microsoft, est situé sur le campus de l'Université de Californie, Santa Barbara. Station Q est dirigé par Michael Freedman, dont la préoccupation principale depuis dix ans est l'informatique quantique. Cette dernière devrait selon Freedman, être capable de résoudre des problèmes qui prendraient des milliers d'années – voire davantage – en moins de temps qu'il n'en faut pour prendre une tasse de café. Avec des usages inédits en matière de Machne Learning, médecine, chimie, cryptographie, la science des matériaux et l'ingénierie. Il pourrait permettre à l'homme de comprendre et de contrôler les éléments qui constituent notre univers. « L'informatique quantique », soutient Freedman « pourrait avoir d'énormes conséquences sur le calcul. La vérité est que nous ne le savons pas encore. » Le principal axe de recherche de Q Station diffère de ceux de D-Wave, Google et IBM et porte sur les qubit toplogiques dérivés d'une particule appelée fermion de Majorana, censé être plus fiable et mieux adapté à la production de masse que ceux conçus avec d'autres techniques.

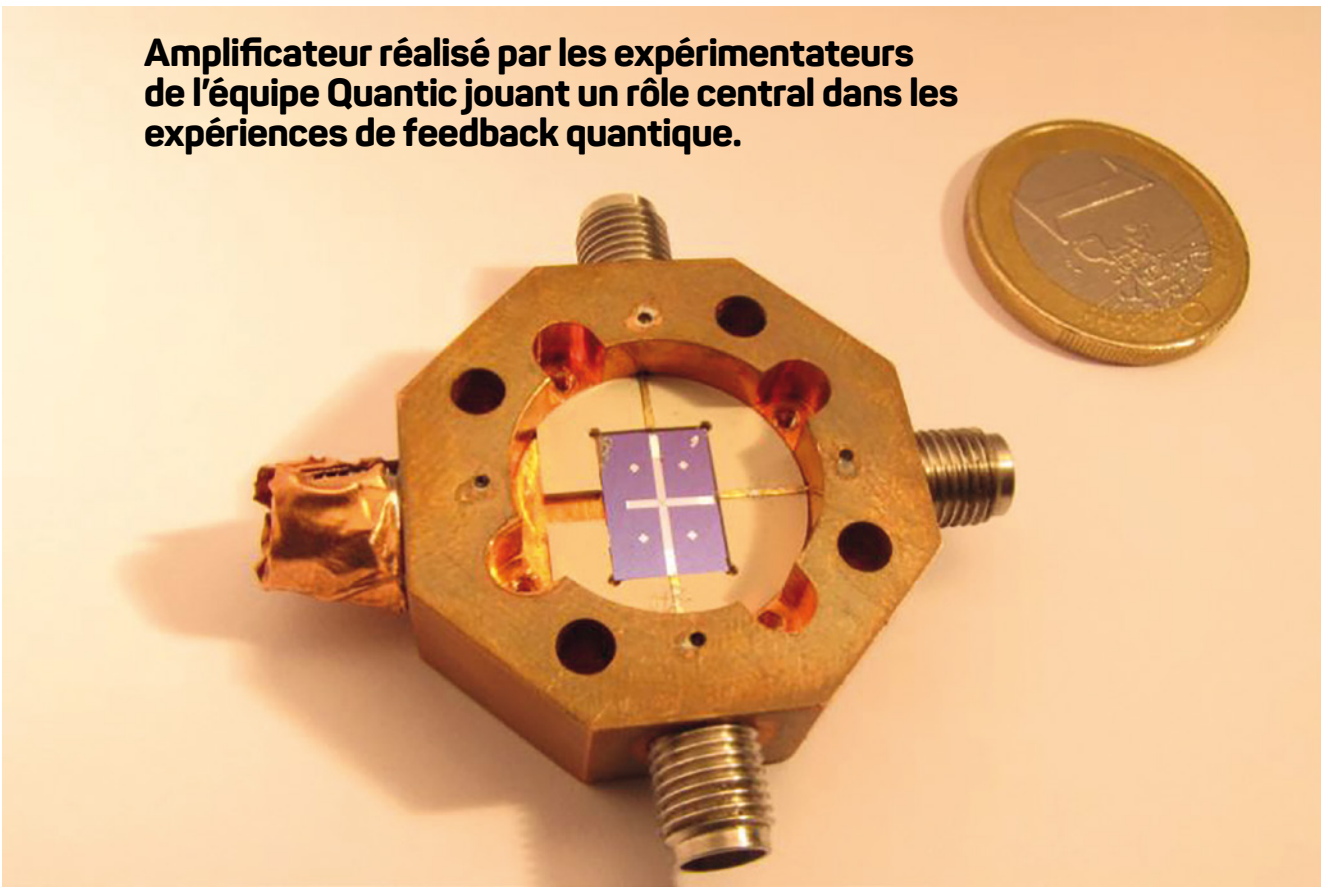
ment de mettre à l'échelle en ajoutant davantage de qubits.

Les travaux antérieurs dans ce domaine, en utilisant des arrangements linéaires, ne permettaient d'observer que les erreurs d'inversion de bits offrant des informations incomplètes sur l'état quantique d'un système », indique Jay Gambetta du Quantum Computing Group d'IBM. « Nos travaux nous permettent de résoudre cet obstacle en détectant les deux types d'erreurs quantiques. Mieux, ils sont transposables à des systèmes plus importants, tant que les qubits sont disposés dans une configuration carrée, par opposition à un réseau linéaire.»

L'étape suivante consiste à concevoir et fabriquer «une poignée de qubits supraconducteurs» fiable avec des taux d'erreur faibles. Une fois cela fait, nous pourrions très bien être sur le chemin à un ordinateur quantique à part entière. Si l'on pouvait construire un ordinateur quantique avec seulement 50 bits quantiques (qubits) au lieu de quatre aucun des supercalculateurs TOP500 d'aujourd'hui ne pourrait réussir à surpasser ses performances - ce qui serait absolument incroyable.

INRIA : MISSION QUANTIC

Mazyar Mirrahimi, directeur de recherche à l'Inria et responsable de la mission Quantic,



Amplificateur réalisé par les expérimentateurs de l'équipe Quantic jouant un rôle central dans les expériences de feedback quantique.

estime nécessaire pour avancer vers un véritable ordinateur quantique, de coupler plusieurs systèmes quantiques, ce qui semble très difficile en optique quantique. Ce problème a amené les chercheurs du domaine de la physique mésoscopique à privilégier plutôt les circuits supraconducteurs à basses températures dans le but de réaliser des portes logiques et les mémoires d'un ordinateur quantique . On sent poindre le début d'une ingénierie des systèmes qui obéit à des lois quantiques ou « ingénierie quantique ». En termes d'impact, Mazyar Mirrahimi estime qu'il y a tout un champ d'applications possible, notamment en métrologie pour améliorer la précision des mesures, comme on l'a fait pour l'horloge atomique. On pourrait envisager, par exemple, d'améliorer les mesures d'amplitude d'un champ magnétique et la stabiliser. Certaines applications comme la cryptographie quantique ou la communication quantique sont basées sur ces mêmes lois et sont plus faciles à obtenir. Il y existe déjà des prototypes industriels qui permettent de communiquer de l'information par des fibres optiques en la cryptant de façon quantique par la polarisation des photons de la lumière. Résoudre des problèmes non accessibles aux calculateurs actuels implique d'être en mesure de manipuler des milliers de qubits. Or, la superposition quantique (la faculté pour un qubit de valoir en même temps 0 et 1) est très fragile. Aller au-delà de 9 qubits implique une augmentation du risque d'apparition de nouvelles sources de bruits, en particulier, de bruits corrélés (qui peuvent affecter plusieurs qubits à la fois). Nous parlons ici du problème de « scalabilité » : comment augmenter la taille du système de façon significative sans détériorer les propriétés de ses sous-systèmes ? C'est le cœur du problème dans le développement d'un ordinateur quantique universel.

On le voit, le potentiel de l'ordinateur quantique est tel qu'il justifie à lui seul les investissements consentis par les plus gros acteurs et instituts de recherche de la planète. S'il n'a pas la capacité de révolutionner le tout-venant, le potentiel d'accélération sur des recherches et traitements spécifiques est réel. L'état de la recherche est néanmoins encourageant, et permet aux secteurs académique et industriel de s'allier pour résoudre les problèmes rencontrés en chemin. On n'en verra les fruits que d'ici quelques années, mais pour un secteur aussi jeune que l'est l'informatique quantique les progrès réalisés en une décennie sont encourageants ! **JOSCELYN FLORES**

Comment augmenter la taille du système de façon significative sans détériorer les propriétés de ses sous-systèmes ?

HPC ACADEMY

Association à but non lucratif pour l'éducation aux technologies HPC

Nos moyens d'actions

Formation continue

> Proposer des formations en programmation parallèle pour les universitaires et l'industrie.

Evangélisation

> Participer activement à la promotion du HPC auprès de la sphère académique.

Mentoring

> Favoriser les échanges entre nos membres partenaires et nos adhérents.

Stimuler l'innovation

> Organiser des HPC Camps pour les étudiants et favoriser la découverte de nouveaux talents.

Insertion professionnelle

> Développer une bourse d'emplois et permettre à nos adhérents de mettre à jour leurs compétences.

Présence européenne

> Promouvoir le HPC sur tout le territoire européen avec la mise en place de nombreux événements.

Nos membres partenaires :

HPC Today · CARRIOCA Systems · numscale Unlocked software performance

Pour plus d'informations et pour devenir membre

www.hpc.academy

Lab Review

Comment testons-nous ?

Les HPC Labs

Entité technique du groupe HPC Media et totalement indépendants de l'industrie, les HPC Labs ont pour mission de développer des méthodologies et des métrologies de tests matériels et logiciels dans l'univers IT à haute performance. Capitalisant sur les meilleures pratiques dans le domaine, ces outils s'appuient sur plusieurs dizaines d'années d'expérience conjointe de la part des responsables du laboratoire.

Les HPCBench Solutions

Conçus expressément pour HPC Review, les HPCBench Solutions évaluent non seulement les performances mais également d'autres aspects tout aussi importants à l'usage, comme l'efficacité énergétique, le volume sonore, etc. A différencier des protocoles synthétiques type Linpack, ces protocoles permettent la comparaison directe entre solutions d'une même catégorie, à partir d'un indice unique prenant en compte les spécificités du matériel ou du logiciel testé. Ainsi par exemple, un SSD sera testé avec le HPCBench Solutions > Storage, tandis qu'un accélérateur GPU sera testé avec le HPCBench Solutions > Accels. Rigoureux et exhaustifs, ces protocoles vous permettent de choisir ce qui sera pour vous, objectivement, la meilleure solution.

HPC Bench Indice total 9 108

Un indice unique pour vous permettre de comparer facilement

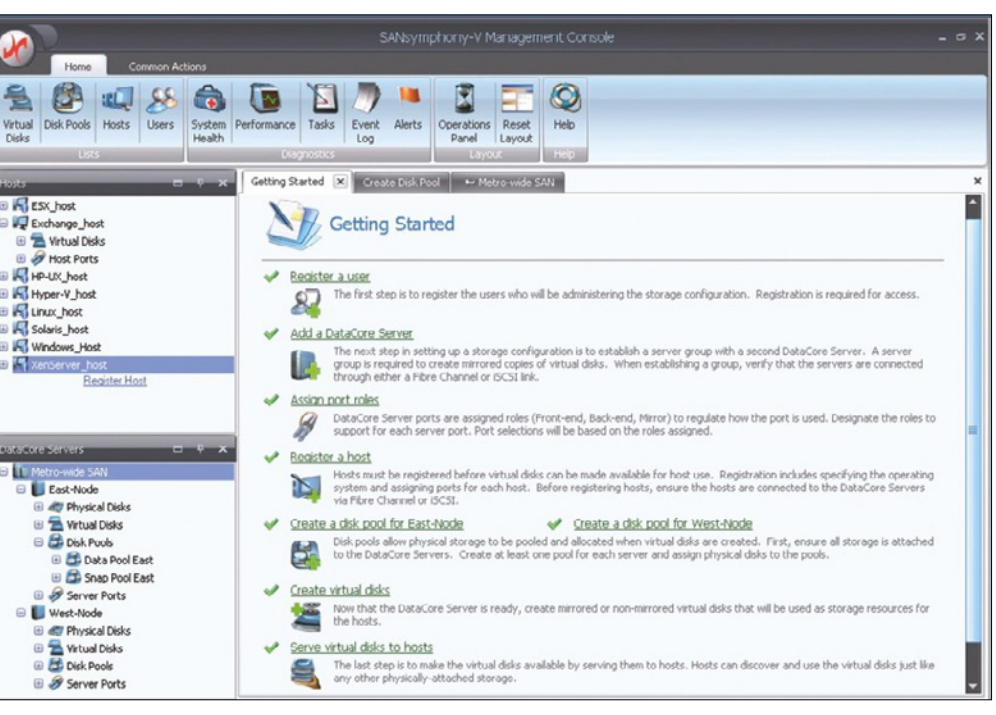
HPC REVIEW AWARD

L'excellence récompensée

Datacore SANsymphony v10

HPC REVIEW AWARD

La virtualisation du stockage d'entreprise offre de nombreux avantages par rapport aux solutions matérielles propriétaires. DataCore en est un acteur déterminant, ayant créé et développé le concept dès 1998. L'applicatif DataCore SANsymphony-V est un excellent exemple et sa dernière version 10 offre de nouvelles fonctionnalités et caractéristiques qui font de



la virtualisation du stockage une discipline convaincante. Les nouvelles fonctionnalités se concentrent fortement sur la performance le plus élevée possible par l'utilisation de Flash. Normalement réservé aux baies de disques d'entreprise haut de gamme, SANsymphony-V permet la surveillance des activités disque et la migration de données actives (hot data) pour améliorer les performances de l'infrastructure de stockage et de travail à travers une gamme de dispositifs de fournisseurs. La taille du cluster de stockage pouvant être administrée s'étend à 32 noeurds et 32 Peta-octets. Une fonction miroir synchrone autorise en outre la réplication jusqu'à 100 km pour N + 1 réseaux redondants. Un assistant de déploiement intelligent simplifie la transformation de disque local et le stockage Flash sur les serveurs d'application dans un pool de stockage élastique, en utilisant la notion de Virtual SAN. L'espace de stockage peut également être partagé sur un cluster de serveurs, évitant ainsi la nécessité d'un SAN physique externe. SANsymphony-V est néanmoins en mesure d'unifier des SAN virtuels et physiques. Le logiciel fonctionne côté serveur comme un SAN virtuel et est en mesure d'administrer les SAN physiques connexes.

UN APPLICATIF AGNOSTIQUE POUR UN STOCKAGE HÉTÉROGÈNE

Présenté comme indépendant vis-à-vis du matériel, SANsymphony-V sait exploiter n'importe quel périphérique ou ressource de stockage compatible avec le serveur Windows sur lequel est installé le logiciel. Cela inclut les disques durs locaux, les SSD, les baies de stockage SAS, SAN ou FCoE. Cette version prend également en charge les interfaces à haut débit 40/56 Gigabit Ethernet et Fibre Channel 16 Gbps. Une fois le logiciel installé sur Windows Server 2012 R2, vous pouvez depuis la console de gestion lancer un SAN virtuel couvrant les systèmes de stockage locaux et en réseau. Avant d'allouer le stockage, les rôles des ports sont définis pour déterminer s'ils sont réservés au stockage ou dédiés à l'accès à des disques physiques du nœud local ou sur plusieurs nœuds en miroir. Cette dernière fonction fonctionne en temps

Une mécanique de thin Provisioning est appliquée par défaut pour économiser l'espace disque effectivement consommé.

réel. Au cas où la réplication vient à échouer, les disques virtuels restent disponibles pour les hôtes connectés pour fournir une redondance de bout en bout.

AFFICHER ET OPTIMISER LES PERFORMANCES DE L'INFRASTRUCTURE

Une fois les hôtes connectés au noeud de stockage, ils sont enregistrés à l'aide de la console. Les pools de disques groupent les périphériques de stockage physiques, chaque pool pouvant contenir un mélange hétérogène de disques et d'interfaces. Lors de la création du pool il convient de déterminer le nombre de niveaux requis (maximum 15) pour chaque pool. Le premier niveau est réservé aux ressources les plus performantes, typiquement des disques SAS ou SSD. Cet ordonnancement a deux vertus : indiquer au logiciel la hiérarchie des éléments composant l'infrastructure de stockage, et l'activation de la fonction d'auto-tiering de SANsymphony-V, laquelle migre les données à la volée pour optimiser les performances. La console d'administration affiche les ressources de stockage et leur utilisation sous forme graphique. Une carte thermique visuelle (heat map) indique en outre les performances de chaque ressource et pool de l'infrastructure en temps réel, éliminant le pénible travail de mesure – ou de devinette – dès lors qu'il s'agit d'avoir une idée précise de la composition de l'infrastructure de stockage à un moment donné.

Les profils de stockage sont établis à partir de règles pour assurer la migration automatique des données. Un profil critique forcera les données à rester dans les ressources les plus performantes indépendamment de la fréquence d'accès. Un profil Normal migrera les blocs de données à travers les niveaux de l'infrastructure en fonction de leur utilisation.

THIN PROVISIONING ACTIVÉ PAR DÉFAUT

Une mécanique de thin Provisioning est appliquée par défaut pour économiser l'espace disque effectivement consommé. SANsymphony-V alloue dynamiquement les blocs de disque dès qu'ils sont requis. La prise en charge d'un nombre illimité de snapshots pour les sauvegardes permet de revenir à n'importe quel moment dans le passé. Les disques virtuels en miroir sont faciles à créer: sélectionnez un pool sur un serveur, attribuez un pool depuis un autre serveur et laissez le logiciel agir. En complément, l'activation de la fonction CDP (Protection continue des données) crée un fichier journal de l'historique de chaque disque virtuel permettant un retour en arrière à tout moment depuis son activation.

A noter l'apparition d'une fonction de cache particulièrement innovante, puisqu'elle exploite la mémoire vive du serveur – jusqu'à 1 To – pour optimiser les écritures sur les disques. Cette fonction met en mémoire tampon et regroupe les demandes d'écriture, améliorant les performances de l'infrastructure même – et surtout – si elle est majoritairement composée de disques mécaniques. Les demandes de lecture et d'écriture aléatoires sont regroupées afin de réduire les temps de latence, libérant immédiatement les ressources concernées.

SANsymphony v10 rend le stockage défini par logiciel simple à appréhender et à déployer pour les entreprises à la recherche d'un moyen de gérer et de provisionner leur stockage hétérogène. Avec cette version DataCore a considérablement amélioré l'évolutivité et la disponibilité des données et la fonction de hiérarchisation des données et d'affichage des ressources de stockage selon leurs performances rend l'optimisation de l'infrastructure de stockage de l'entreprise accessible. **RAMON LAFLEUR**

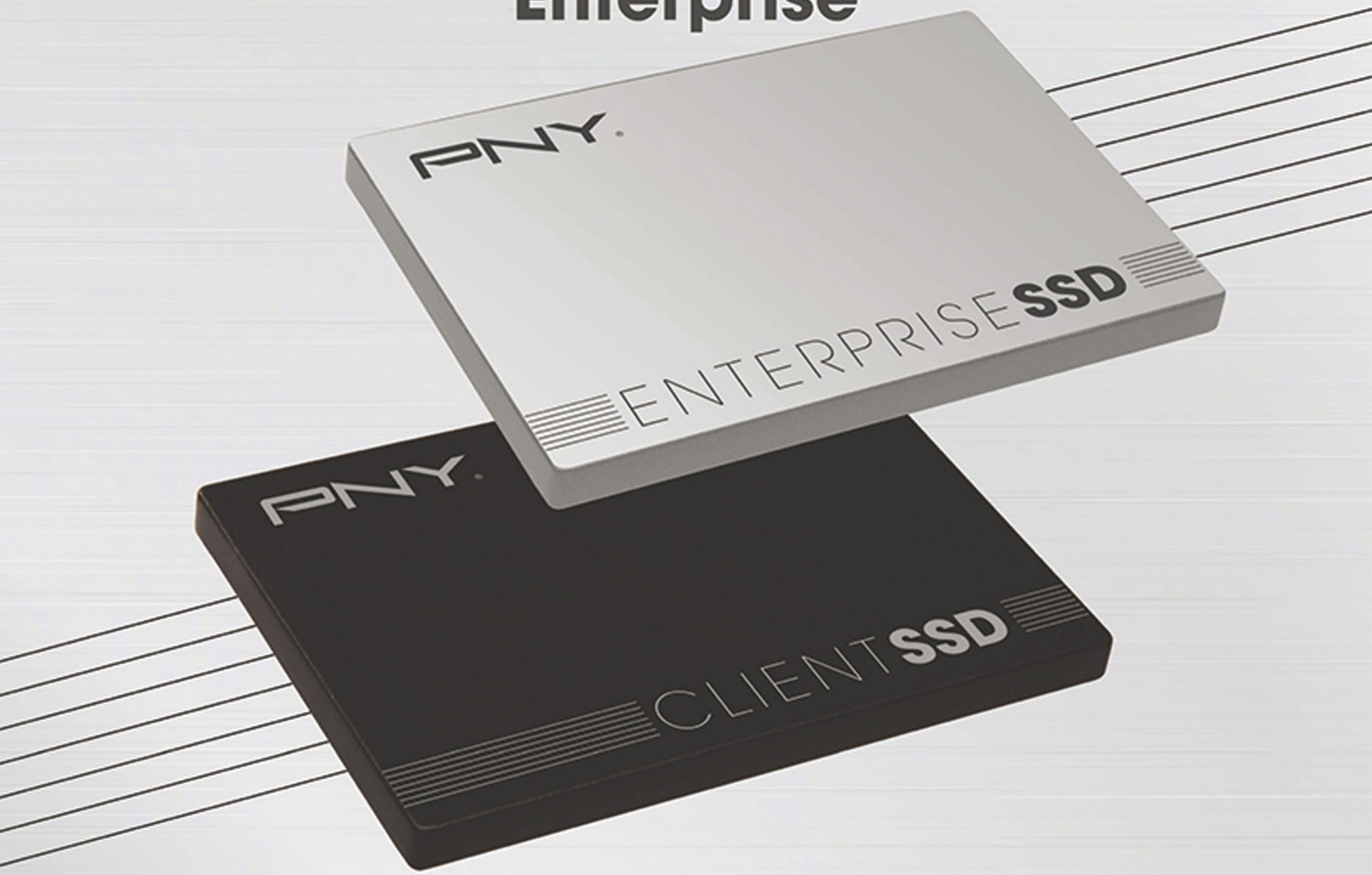
PNY

Professional Solutions

NVIDIA Quadro® / NVIDIA Tesla® / NVIDIA Grid®/ SSDs

Solid State Drives

EP7000 Series
Enterprise



CL4000 Series
Client

WWW.PNY.EU

PNYPROFR@PNY.EU

HP StoreOnce Backup 4500

Ce n'est plus une surprise : les entreprises doivent faire face à une quantité croissante de données. Laquelle s'accompagne inévitablement par une complexité de leur gestion et d'un accroissement des risques. Pour répondre à cet état de fait, HP dispose dans sa gamme StoreOnce Backup du modèle 4500 disposant du logiciel StoreOnce Catalyst pour fournir une architecture de sauvegarde à évolution horizontale qui s'étend sur l'ensemble de l'entreprise. Pour les environnements à grande échelle, hp propose la solution Federated Catalyst qui permet d'administrer les appliances locales et distantes en grand nombre.

ARCHITECTURE ÉVOLUTIVE POUR RÉPONDRE AUX BESOINS DE L'ENTREPRISE

L'architecture évolutive à une entreprise de payer en fonction de ses besoins. Les points de capacité disponibles par le biais de solutions de sauvegarde virtuelles ou d'autres appliances dédiées permettent d'ajouter de la capacité virtuelle, ou des nœuds au fur et à mesure des besoins. La capacité de l'appliance StoreOnce 4500 s'étend de 24 To bruts (16 To de capacité utile) à 192 To bruts (160 To de capacité utile)

TECHNOLOGIE DE DÉDUPLICATION INTÉGRÉE

L'architecture StoreOnce Backup autorise le choix du point de déduplication : à la source de l'application ou au niveau du serveur de sauvegarde ou encore sur l'appliance cible. L'intérêt des données dédupliquées est la réduction de charge réseau et de l'espace de stockage nécessaire. Le StoreOnce offre une solution unifiée pour un mouvement transparent des données au sein de l'entreprise. Dans un système à plusieurs nœuds, HP StoreOnce Federated Catalyst simplifie la gestion des sauvegardes et optimise le stockage disponible dans des environnements à grande échelle. Le débit de transmission des données va jusqu'à 14 To/h avec StoreOnce 4500 et StoreOnce Catalyst.

OPÉRATIONS AUTOMATISÉES DE SAUVEGARDE ET DE RÉCUPÉRATION APRÈS SINISTRE

Les opérations de sauvegarde et de récupération après incident sont réalisées à partir d'un panneau de commande unique, ce qui autorise la création de plans de récupération après sinistre en profitant des capacités multi-site de l'architecture en place. Le choix du type de récupération un à un déplace des données simultanément d'un site vers de nombreux sites. La seconde option, la récupération après sinistre en cascade, déplace des données de manière séquentielle d'un site vers un nombre quelconque d'autres sites. **RAMON LAFLEUR**

Panasonic Toughpad 4K

La station de travail au format tablette

La tablette Panasonic Toughpad 4K est la tablette de tous les superlatifs. Dotée d'un gigantesque écran IPS de 20 pouces et d'une résolution 4K, elle cache bien son jeu.

Panasonic commercialise la ToughPad 4K comme une solution portable pour de nombreux secteurs d'activité, des affichages de détail à la production vidéo, grâce à son grand écran d'une résolution incroyable de soit 3840 x 2160 pixels. Il existe deux versions de la tablette Toughpad 4K, la version standard (UT-MB5), et la version 4K Performance Toughpad (UT-MA6), que nous avons évalué. Notre version de test est équipée d'un processeur Intel Core i7 et d'un circuit graphique NVIDIA K1000M, ce qui en fait un poste de travail au format tablette. Son format et sa résolution la prédisposent) des missions d'affichage dans les secteurs de la santé, où l'affichage Ultra HD se prête bien à la visualisation des radiographies, ou pour les architectes qui doivent se

Mesurant 48 x 33 cm pour une épaisseur d'à peine 1,2 cm, la Touchpad 4K est techniquement portable, mais son utilisation mobile sera certainement limitée par les dimensions et le poids (près de 3 Kg). Le rapport entre la taille et le poids est cependant tout à fait remarquable.

rendre sur les chantiers de construction, tout en emportant avec eux de quoi revoir ou modifier des détails sur les plans, tout en pouvant afficher des modèles 3D du bâtiment en cours de construction.

Mesurant 48 x 33 cm pour une épaisseur d'à peine 1,2 cm, la Touchpad 4K est techniquement portable, mais son utilisation mobile sera certainement limitée par les dimensions et le poids (près de 3 Kg). Le rapport entre la taille et le poids est cependant tout à fait remarquable, étant donné que la plupart des moniteurs à cette résolution pèsent beaucoup plus, et ne sont pas tous tactiles. Le poids de cette tablette est comparable au MacBook Pro 15 pouces d'Apple. De par sa conception, la Toughpad 4K ressemble davantage à un PC de bureau tout-en-un, comme le Sony VAIO Tap 21 ou le Lenovo IdeaCentre Flex 20. Certes ce sont des dispositifs très différents correspondant à des usages significativement différents, mais la taille de l'écran et la conception semi-portable sont similaires.

Le châssis est recouvert d'une couche de fibre de verre très proche de la fibre de carbone, qui offre robustesse, rigidité et légèreté. Elle recouvre un châssis en alliage de magnésium, conàu pour résiter aux chocs jusqu'à et Panasonic a construit dans une partie de la robustesse Toughpad prévu. Le Toughpad 4K est conçu pour gérer gouttes de jusqu'à 75 cm de hauteur. Une robustesse essentiel pour protéger l'écran de 20 pouces. Ce dernier est doté d'une résolution record de 3840 x 2560 pixels, avec une densité de 230 pixels par pouce (ppp) avec un ratio original de 15:10.

UN ÉCRAN HORS NORMES

Nous avons testé l'affichage de cette Toughpad avec des vidéos et des images 4K, ainsi qu'avec des logiciels tels qu'Adobe Photoshop et Indesign d'Adobe. Les couleurs sont vives et éclatantes, avec une large gamme, et les angles de vision sont superbes, permettant une grande visibilité à partir de presque toutes les directions. Si sa taille de 20 pouces est trop grande pour une utilisation au format tablette, il est particulièrement bien adapté en tant que dispositif de présentation portable. Cette qualité d'affichage est possible grâce à l'emploi de la technologie IPS, laquelle offre des angles de vision de 180 degrés à la fois horizontalement et verticalement. L'affichage de plans et schémas, à près de pleine résolution grandeur. L'écran offre en outre une fonctionnalité tactile 10 points, et prend également en charge le stylet optionnel Toughpad Styles Pen proposé par Panasonic. Ce dernier utilise une technologie de détection optique infrarouge pour proposer une résolution au pixel près et se connecte à la tablette par Bluetooth, avec 2048 niveaux de sensibilité.

Pour exploiter la tablette dans une configuration de bureau, Panasonic propose une station d'accueil qui se connecte à la tablette par un port propriétaire de 24 broches, et offre trois ports USB supplémentaires 3.0 (pour connecter un clavier, une souris, ou un stockage externe), un port HDMI pour connecter un second écran, et un second port Ethernet, ce qui évitera de débrancher le câble au moment d'emporter la tablette. Un support VESA optionnel permet d'accrocher la tablette à un

mur ou à un support d'écran fixe ou mobile. Autre accessoire proposé par Panasonic : un étui aux dimensions de la tablette avec bandoulière, protection d'écran escamotable et chevalet intégré pour maintenir l'ensemble debout.

En matière de connectique, la toughpad 4K est beaucoup plus complète que les tablettes standard. Sur le bord droit du châssis se trouvent un port USB 3.0, un slot pour carte SD (SD, SDHC, SDXC), et le connecteur d'alimentation. Exclusif au modèle de performance Toughpad 4K, vous trouverez également une interface filaire Gigabit Ethernet et un mini DisplayPort (capable d'affficher en 4K sur un secon écran externe). Sur la gauche du châssis se trouve un lecteur de SmartCard et quatre boutons physiques (l'interrupteur, Volume Haut et Bas, et le commutateur pour éviter la rotation automatique de l'écran). En façade trône l'unique bouton physique Windows et au centre supérieur une webcam HD 720p, tandis qu'au dos, figure un objectif photo de 5 mégapixels exclusif à ce modèle. Pour la connectivité sans fil, la tablette offre le Wi-Fi 802.11n et Bluetooth 4.0. A noter que la Toughpad 4K emprunte à ses cousines tablettes l'attirail habituel de capteurs : lumière ambiante, magnétomètre, capteur gyroscopique et accéléromètre.

Comme la plupart des autres tablettes, le Panasonic Toughpad 4K Performance possède deux objectifs : 720p à l'avant et 5 Megapixels l'arrière, mais il serait extrêmement malaisé d'utiliser la tablette pour prendre des instantanés sur les sites touristiques. Il reste néanmoins parfaitement adapté pour des prises de vue statiques dans le cadre de projets architecturaux, par exempe. L'objectif photo de 5 mégapixels situé à l'arrière fournit des images de bonne qualité en pleine lumière, qualité qui diminue légèrement en faible luminosité, avec des couleurs apparaissant délavées et l'apparition de quelques artefacts dans les zones sombres. L'affichage 4K est à peu près équivalent à une image de 10 mégapixels, soit le double du capteur. Cela signifie que le zoom ou la visualisation d'images plein écran pourra donner des photos granuleuses et pixellisées. La caméra frontale offre une résolution vidéo 720p (environ 1,2 mégapixels), suffisante pour une utilisation avec Skype. De nombreuses caractéristiques de sécurité aident à protéger cet investissement important, comme la protection contre le vol de Computrace, une puce Trusted Platform Module (TPM) v1.2, et la technologie Anti-Theft d'Intel, en plus de la protection habituelle par mot de passe et le lecteur de SmartCard. Une boucle pour câble de sécurité permet enfin de verrouiller physiquement la tablette.

Le stockage est dévolu à un SSD de 256 Go rapide, mais compte tenu de la capacité importante occupée par les médias d'une résolution de 4K occupant sensiblement plus d'espace que du contenu stndard ou HD, un stockage externe s'imposera pour le stockage des médias. L'emplacement SD permet de pallier quelque peu cette limitation. Le Toughpad 4K est livré avec Windows 7 Professionnel, disponible via le droit de downgrade depuis Windows 8 Pro. Initialement disponible uniquement avec Windows 7 en raison d'un manque de pilotes compatibles avec Windows 8 pour la carte graphique NVIDIA Quadro K1000M, le modèle performance aujourd'hui est également disponible sour Windows 8 Pro. Le modèle standard est disponible uniquement avec Windows 8.

L'utilitaire Panasonic Dashboard vous permet d'ajuster et de contrôler plusieurs aspects des paramètres et les performances de la tablette. Plus important encore, le tableau de bord vous permet également de régler les différents aspects de l'affichage, comme icône et la taille du texte, et d'ajuster le profil de couleur pour ajuster exactement ce que vous voulez voir. Le système est également livré avec le navigateur Web Firefox préinstallé, et un essai de 30 jours de Microsoft Office 365. Panasonic assortit le Toughpad 4K d'une garantie de trois ans, ce qui comprend à la fois les pièces et la main-d'œuvre ainsi que support technique gratuit 24/7 par téléphone.

A L'ÉPREUVE DES TESTS

Le Panasonic Toughpad 4K Performance (UT-MA6) est équipé d'un processeur Intel Core i7-3687U double cœur antérieur aux processeurs Haswell actuels et est doté de 16 Go de RAM, et constitue un mélange unique de design et de fonctionnalités.

À certains égards, il s'agit indiscutablement d'un appareil haut de gamme, comparable à la Wacom Cintiq Companion, conçue pour l'utilisateur qui a besoin d'un superbe écran et de la capacité de travailler directement les images ou modèles 3D. Au vu de notre test Photoshop CS6, représentatif d'une charge de travail graphique lourde, le Toughpad 4K fait beaucoup mieux, terminant l'épreuve en 4 minutes 5 secondes, contre près de 5 minutes pour la Wacom Cintiq (04:55). D'autres portables à haute résolution peuvent aussi être considérés, car l'affichage 4K est comparable à celui que l'on trouve déjà sur certains ordinateurs portables comme le MacBook Pro d'Apple ou le Toshiba Satellite P50T-BST2N01. En comparaison avec ces derniers, nous commençons à voir les limites de la tablette de Panasonic, qui est distancée par ces portables de dernière génération avec de meilleurs résultats à noter test Photoshop : 3mn14 pour le MacBook Pro d'apple et 3mn30 pour le Toshiba Satellite.

La tablette de Panasonic est également proche des stations de travail tout en un comme le HP Z1 G2 - la portabilité en plus -, également conçue pour des tâches exigeantes comme le rendu des dessins d'ingénierie et des animations par ordinateur. A notre test Photoshop, Le HP s'en tire en 2mn 49. C'est aussi le seul système comparable en termes de conception générale, de positionnement et de prix.

Le GPU intégré à cette tablette offre des capacités graphiques significativement plus puissantes que les circuits graphiques intégrés disponibles sur le Wacom Cintiq Companion ou le Sony Tap 21, et est davantage comparable aux cartes graphiques du HP Z1 G2 ou de la station de travail Dell Precision M4800. Mais c'est aussi là omù la Touhpad monter ses limites, avec seulement 4580 points dans 3DMark Cloudgate, et 374 en Firestrike Extreme, contre près du double pour le le Dell M4800 (8636 points sur Cloudgate et 723 points sur Firestrike Extreme). Le record étant tenu par le HP Z1 G2, lequel obtient un score de 16 293 points (Cloudgate) et 1730 points (Firestrike Extreme).

Sur un tel modèle bien éloigné des canons du genre, l'autonomie de la batterie tient davantage de l'appoint utilisable ente deux endroits plutôt que celle d'une tablette ou même d'ordinateur portable. Nous avons mesuré une autonomie de 2 heures et 4 minutes – cela peut paraître peu face aux 6-8 heures devenues courantes dans les autres familles de produits. Toutefois, quand on garde à l'esprit l'équipement – et l'écran ! - inhabituellement gourmands en énergie, cela reste tout de même impressionnant.

CONCLUSION

A bien y regarder, il existe excessivement peu d'appareils comparables à la tablette Panasonic Toughpad 4K Performance. Suréquipée, raisonnablement portable, avec un très grand écran Ultra HD, et disposant d'une puissance de traitement fonctionnel, cela en fait un drôle d'appareil au positionnement complexe et difficilement applicable à des usages spécifiques. Difficulté renforcée par son prix, supérieur à tous les équipements comparables cités ci-dessus. A l'inverse, ce mélange unique pourra satisfaire à la perfection certaines niches où ses caractéristiques feront merveille, comme l'architecture, le design ou la mode, et où le fonctionnel le dispute à l'élégance. **JOSCELYN FLORES**

Tous les livres et vidéos ENI en illimité !

Des centaines de livres et vidéos
sur toutes les technologies
avec des mises à jour tous les mois,
sans engagement !

www.editions-eni.fr/abonnement

eni Editions

Editeur N° 1
de livres d'informatique

Comprendre Hadoop-as-a-Service

RAYMIE STATA *est PDG et fondateur de Altiscale, Inc. Raymie fut précédemment Chief Technical Officer chez Yahoo! où il a joué un rôle déterminant dans la recherche algorithmique, l'affichage publicitaire et le cloud computing. Il a également contribué à la stratégie Open Source de Yahoo et a lancé sa participation dans le projet Apache Hadoop.*

Hadoop est clairement devenu la plate-forme leader pour les grandes analyses de données d'aujourd'hui. Mais en dépit de ses immenses promesses, toutes les entreprises ne sont pas prêtes ou capables de mettre en œuvre et de maintenir un environnement Hadoop avec succès. En conséquence, la nécessité d'Hadoop couplé avec le manque d'expertise dans la gestion de grands systèmes, a entraîné la création d'une multitude d'offres d'un nouveau genre sous la forme de Hadoop-as-a-Service (Haas). Les fournisseurs HaaS représentent une occasion exceptionnelle pour les administrateurs et DSI débordés qui ont besoin d'intégrer Hadoop mais ne possèdent pas les ressources ou l'expertise interne pour le faire. Mais de quel type de fournisseur HaaS avez-vous besoin? Les différences entre chaque offre de service peuvent être considérables. Les fournisseurs Haas offrent une gamme de fonctionnalités et de support, de l'accès de base aux logiciels Hadoop et aux machines virtuelles, de logiciels préconfigurés dans un environnement «run it yourself» (RIY). Toute évaluation d'une offre HaaS devrait prendre en compte la façon dont chacun des services vous permet d'atteindre vos objectifs tout en réduisant les problèmes de gestion de l'infrastructure. Voici cinq critères qui aident à distinguer la variété des options Haas.

HAAS DEVRAIT SATISFAIRE LES BESOINS DES SCIENTIFIQUES À LA FOIS LES DONNÉES ET LES ADMINISTRATEURS DE CENTRE DE DONNÉES

Les Data scientists passent beaucoup de temps à manipuler des données, à intégrer des ensembles de données et à procéder à des analyses statistiques. Ces types d'utilisateurs désirent généralement un environnement fonctionnel riche et puissant. Idéalement, les data scientists devraient avoir la possibilité d'exécuter Hadoop à travers Hive, Pig, R, Mahout ou tout autre outils de data science. Idéalement toujours, les résultats des opérations devraient être immédiatement disponibles. Or bien souvent, les éventuels retards dans le démarrage des grappes et le rechargement des données fait perdre du temps. Un service Hadoop doit par conséquent éviter les retards

frustrants qui se produisent lorsque le data scientist doit déployer un cluster et charger les données de bases de données non HDFS avant de commencer le travail.

Le travail des administrateurs système implique généralement un ensemble de tâches de gestion connexes. Les consoles de gestion devraient être rationalisées pour leur permettre d'effectuer ces tâches rapidement et avec un nombre minimal d'étapes. Si l'administrateur doit configurer un ensemble de paramètres, seuls ces derniers devraient être exposés, en évitant l'accès aux paramètres qui sont gérés par le prestataire Haas. De même, les détails de surveillance à basse altitude devraient être laissés au fournisseur Haas. L'interface d'administration devrait simplement rendre compte de l'état de santé général et de la conformité du service.

HAAS DOIT STOCKER LES DONNÉES AU FORMAT HDFS

HDFS est le format natif pour stocker des données dans Hadoop. Lorsque les données existent dans d'autres formats, elles doivent être migrées au format HDFS. Le stockage persistant de données au format HDFS évite les délais et les coûts de traduction des données d'un autre format à HDFS.

Après le chargement des données initiales, les utilisateurs ne devraient pas avoir à gérer les données dans les systèmes de stockage exogènes à Hadoop. HDFS est le standard éprouvé pour fournir un stockage rentable, fiable et évolutif. Il est optimisé pour fonctionner efficacement avec MapReduce et est adapté à une utilisation interactive par les analystes et les data scientists, et est en outre compatible avec l'écosystème croissant d'applications Hadoop tierces. Les solutions Haas devraient toujours proposer HDFS en standard afin que les utilisateurs peuvent facilement tirer parti de ces avantages.

HAAS DEVRAIT FOURNIR DE L'ÉLASTICITÉ

L'élasticité doit être une considération centrale lors de l'évaluation des fournisseurs Haas. Une autre considération lors de l'évaluation des fournisseurs Haas est la facilité – l'élasticité - avec laquelle le service gère la demande. En particulier, on doit considérer la transparence avec laquelle le service gère les demandes changeantes des ressources de calcul et de stockage. Par exemple, les jobs Hadoop peuvent générer des résultats provisoires stockés temporairement. Un service HaaS mature doit pouvoir élargir le stockage nécessaire de façon transparente et sans intervention de l'administrateur système. Sinon, les administrateurs devront intégrer une mission de vérification et de réglage des paramètres de stockage, au risque de retarder la bonne marche des jobs Hadoop.

Il est tout aussi important de vérifier au préalable la façon dont HaaS gère les charges de travail. Les environnements qui soutiennent à la fois les jobs de production et d'analyse par les data scientists connaîtront un large éventail de charges de travail mixtes. Comment le service s'adapte-t-il à ces charges de travail variables? Peut-on gérer efficacement la capacité CPU connexe ? Idéalement, l'expansion et la contraction élastique des ressources devraient créer nombre minimal de tâches de configuration et d'administration.

Lorsque les données existent dans d'autres formats, elles doivent être migrées au format HDFS. Le stockage persistant de données au format HDFS évite les délais et les coûts de traduction des données d'un autre format à HDFS.

Un des avantages d'utiliser un Haas est qu'il réduit la nécessité d'une expertise Hadoop. Un HaaS devrait configurer automatiquement le nombre et type des nœuds optimaux en fonction du traitement retenu.

HAAS DEVRAIT SOUTENIR UNE ACTIVITÉ CONTINUE

Dans les environnements de production avec des charges de travail fixes, les administrateurs système tirent parti du système d'exploitation et des applications mises au point pour optimiser le traitement de ces charges de travail. Ils peuvent réaliser des opérations non-stop en élaborant le meilleur ensemble de paramètres de configuration et de surveillance des paramètres d'exploitation clés pour assurer exécuter des travaux comme prévu.

Les environnements de données importants, complexes, distribués et les systèmes parallèles présentent des conditions d'exploitation plus difficiles que l'on retrouve dans les applications non parallèles, y compris:

• La possibilité de redémarrer un sous-processus ayant échoué appartenant à un job pour éviter le redémarrage de l'intégralité du job

• La réduction ou élimination des jobs qui accaparent les ressources et finissent tard (ou pas du tout), même lorsque les ressources sont disponibles.

• Eviter le phénomène de « Deadlock », qui se produit quand un seul processus doit attendre une ressource détenue par un autre processus tandis que le second processus attend simultanément une ressource détenue par le premier processus.

HAAS DEVRAIT ÊTRE AUTO-CONFIGURABLE

Un des avantages d'utiliser un Haas est qu'il réduit la nécessité d'une expertise Hadoop. Un HaaS devrait configurer automatiquement le nombre et type des nœuds optimaux en fonction du traitement retenu. Les data scientists peuvent avoir des connaissances approfondies afin d'appliquer un test statistique particulier ou utiliser un algorithme de machine learning spécifique mais peuvent ne pas disposer des compétences pour décider de la configuration d'un cluster Hadoop nécessaire pour faire fonctionner leurs workflows.

Les administrateurs système ont rarement une expertise approfondie dans tous les domaines de la gestion des systèmes. Un HaaS qui fournit l'auto-configuration permet aux administrateurs système de se concentrer leur temps et leurs efforts sur des tâches prioritaires qui ne peuvent être facilement automatisés.

Les solutions Haas doivent configurer dynamiquement le nombre optimal et le type de noeuds et de déterminer automatiquement les paramètres de réglage en fonction du type de charge de travail et de stockage nécessaire. Ces environnements optimisés réduisent considérablement l'erreur humaine, le temps d'administration, et fournissent des résultats plus rapidement.

EVAULEZ LES OFFRES HAAS DISPONIBLES AVANT DE CHOISIR

Hadoop en tant que service est une option prometteuse pour construire et maintenir des clusters Hadoop. Les fournisseurs Haas proposent un large éventail de fonctionnalités et de support. Il convient cependant d'évaluer soigneusement ces offres Haas avant de fixer votre choix afin de vous laisser la meilleure chance de choisir celle qui répond à la fois à vos contraintes de gestion, de données et de traitements.

NOUVEAU & GRATUIT

HPC REVIEW

Le magazine référence des solutions hautes performances

www.hpcreview.fr

HPC | BIG DATA | CLOUD | STOCKAGE | VISUALISATION | VIRTUALISATION | RÉSEAU | WORKSTATIONS

Tous les 15 jours,
l'actualité du calcul intensif
sous toutes ses formes

abonnez-vous sur **hpcreview.fr**

De la sécurité du Cloud

Selon les experts sur Internet, « le Cloud » est soit un lieu complètement inadapté pour les données d'entreprise ; soit le seul emplacement qui soit réellement sécurisé. Certaines entreprises se sont empressées d'y migrer l'essentiel de leurs logiciels, tandis que d'autres affirmaient haut et fort que les poules auraient des dents avant qu'elles ne placent le moindre élément de leur système au-delà de leur pare-feu.

Depuis le lancement de notre plate-forme hébergée dans le Cloud, on m'a demandé à de nombreuses reprises comment nous pouvions désormais promouvoir l'utilisation du Cloud, après avoir passé plus de 20 ans à fournir un accès complet et sécurisé aux données stockées derrière des pare-feu. Bien entendu, comme pour la plupart des thèmes ayant divisé l'opinion sur Internet, le sujet est quelque peu complexe.

Avant d'aller plus loin, il est important de clarifier que cet article s'intéresse principalement aux problématiques du Cloud en termes de SaaS. Dans ce contexte, les applications installées, déployées et gérées par un fournisseur de services sont utilisées pour stocker et traiter des données appartenant à ses clients. Dans d'autres contextes, le Cloud peut faire référence au PaaS, à l'IaaS, ou à de nombreux autres modèles de technologies de l'information utilisées et gérées par une organisation, et fournies de façon flexible et dynamique aux clients dans une autre organisation. Plusieurs des points évoqués ici s'appliquent à ces autres scénarios, mais pour l'instant, intéressons-nous au SaaS.

DR NICKO VAN SOMEREN
CTO de Good Technology

LES CARACTÉRISTIQUES DE LA SÉCURITÉ DU CLOUD

Pour pouvoir établir la sécurité du Cloud, il faut comprendre ce que ce terme signifie. Souvent, il fait référence à un nombre d'éléments distincts : la confidentialité, l'intégrité, l'authenticité, la protection de la vie privée, la résilience, la disponibilité, ou un mélange complexe de plusieurs ou de l'ensemble de ces éléments. Si ce terme fait l'objet d'autant d'interprétations différentes, c'est tout d'abord en raison de sa définition dans le dictionnaire : le fait d'être libre de tout danger ou menace. Sa signification pour vous dépendra bien évidemment de ce que vous qualifiez de dangers et de menaces, ainsi que de la sévérité de ces menaces lorsque vos données et systèmes sont soit en local, soit dans le Cloud. Ceci explique également pourquoi on constate une telle diversité d'opinions quant à la sécurité du Cloud : tout dépend des types de menaces auxquelles on est exposé.

LES CARACTÉRISTIQUES DES DONNÉES À SÉCURISER

Comme pour la plupart des entreprises en général, nos clients varient énormément, non seulement en termes de tailles ou de secteur d'activité, mais aussi en ce qui concerne leur niveau

Pour certains, rien n'est plus important que l'intégrité de leurs données, tandis que d'autres préfèreraient perdre l'accès à leurs données que de les voir exposées aux agissements d'un individu externe à l'organisation.

de connaissances sur la sécurité. Nous avons des clients de taille moyenne dont la quasi-totalité du personnel est experte en matière de sécurité ; et d'autres de tailles similaires sans la moindre équipe informatique dédiée. Nous voyons également des clients petites entreprises dans le secteur des services financiers, et dont l'intégralité du personnel équivaut à un dixième des équipes informatiques de certaines de nos banques les plus importantes. Enfin, nous comptons des clients au sein de l'administration américaine, et d'autres qui voient ce même gouvernement comme un ennemi potentiel en matière de cybersécurité. Pour certains, rien n'est plus important que l'intégrité de leurs données, tandis que d'autres préfèreraient perdre l'accès à leurs données que de les voir exposées aux agissements d'un individu externe à l'organisation. Chacun possède une interprétation différente de la « sécurité », et chacun utilise une formule différente afin de mesurer les coûts et les bénéfices du Cloud.

UNE QUESTION DE COMPÉTENCES

Il est fort probable qu'un fournisseur de services Cloud renommé dispose à la fois de davantage de compétences et de plus de ressources dédiées à la sécurité informatique que ne pourraient se permettre ses clients. C'est le cas pour de nombreuses d'entreprises utilisant les nouvelles technologies sans qu'il s'agisse pour autant de leur cœur d'activité, et notamment la plupart des PME (alors que les grands établissements financiers échapperont généralement à cette règle). Et c'est justement cela qui constitue le principal argument des supporters du Cloud. Cependant, si les réglementations applicables stipulent que vous devez être capable d'identifier tout individu ayant accès à vos données et de prouver que chacun a fait l'objet d'une vérification préalable et adaptée de ses antécédents, il vous faudra alors vous assurez que votre fournisseur de Cloud soit capable de vous procurer ces informations de façon contrôlable. Dans ce cas, les solutions sont plus souvent légales que techniques.

GARE AUX ATTAQUES

Cela dit, votre fournisseur de Cloud pourrait choisir de ne pas vous protéger de certaines menaces. D'autres pourraient exploiter vos données de façons contraires à votre politique, ou porter une atteinte inacceptable à la vie privée de vos employés. Bien que cela soit fréquent chez les fournisseurs « gratuits », ces pratiques sont souvent prévues également dans le cadre d'offres dites premium. Et en admettant que votre activité entre potentiellement en concurrence avec celle de votre fournisseur de Cloud (scénario plausible pour une startup), ou que vous vous retrouviez en litige avec lui ou sa société mère (plausible pour beaucoup d'entreprises du secteur des nouvelles technologies), une attaque en provenance de votre fournisseur représenterait alors une menace crédible. Dans ce cas, vous préférerez sûrement que vos secrets commerciaux ou correspondances internes restent à l'abri de ce regard indiscret. En revanche, vous pourriez sereinement ignorer ce problème si vos données étaient toutes chiffrées en dehors du Cloud à l'aide de clés inaccessibles pour votre fournisseur.

VOTRE ACTIVITÉ CONDITIONNE LA SÉCURITÉ DE VOS DONNÉES

Il est également important de noter que sur un plan technique, il y a peu de différences

entre une attaque menée par un employé d'une société d'hébergement dans le Cloud, et le fait que cette société se retrouve amenée ou contrainte à autoriser l'accès à un tiers. Les assignations (obligations de divulgation) et les attaques menées en interne fonctionnent de la même façon. Ces éléments entreront en considération lors du choix de services Cloud si votre organisation opère à l'international ou est engagée dans des activités liées à la politique ou sensibles sur ce point de vue. On sait désormais depuis quelques années que beaucoup de gouvernements dans le monde entier sollicitent des informations directement auprès des fournisseurs de Cloud, et certains types de clients doivent garder cela à l'esprit. Notons également, que l'on soit concerné ou non par des attaques en provenance de gouvernements, que le fait qu'un fournisseur soit tenu de pouvoir accéder à ces requêtes est source de vulnérabilités. Cela nécessite premièrement de laisser des portes dérobées menant au système afin d'autoriser les accès dits « légaux ». En outre, certaines lois telles que l'American Foreign Intelligence Surveillance Act stipulent que cet accès doit être tenu secret du client : il est donc impossible pour le fournisseur de lui transmettre des journaux (logs) de vérification pouvant être considérés comme véritablement fiables.

LE DÉNI DE SERVICE EN QUESTION

L'interruption ou le déni de service est un autre type de menace devant être pris en compte, et là encore, il existe des arguments en faveur et à l'encontre du Cloud. La plupart des fournisseurs ont mis en place des connexions multiples et à large bande passante vers Internet, ainsi que des systèmes suffisamment mûrs pour faire face aux attaques par déni de service. Ainsi, les services proposés dans le Cloud restent souvent disponibles, même en cas d'attaques DDoS de grande ampleur. Ceci dit, si l'essentiel de vos utilisateurs travaillent dans vos locaux, placer vos systèmes critiques en dehors vous rend vulnérable en cas d'une attaque menée sur votre propre connexion Internet, ce qui n'est pas le cas si vous hébergez vos systèmes en interne. Dans un monde sans cesse plus mobile, et où de plus en plus d'employés travaillent éloignés de leurs bureaux, un tel cas de figure se révèle moins problématique, mais cette préoccupation subsiste pour beaucoup d'entreprises.

CONCILIER TECHNIQUE ET CADRE JURIDIQUE

Le Cloud peut être le sauveur des plus petites entreprises ou de celles s'intéressant peu aux questions techniques, car elles n'ont pas les moyens de mettre en place des systèmes de contrôle et de supervision de la sécurité, du stockage, des accès et des réseaux pour leurs données. Grâce à lui, elles peuvent renforcer la protection au niveau des données et services fournis à leurs employés. Quant aux grandes entreprises ou aux organisations plus réglementées, elles adopteront une posture au cas par cas vis-à-vis du Cloud : parfois utile à certains moments ; inutile voire inefficace dans d'autres. Les clients organismes gouvernementaux ont un ensemble d'équations encore plus complexe à résoudre, mais tout cela peut souvent être simplifié en utilisant des fournisseurs de services Cloud locaux protégés par des cadres juridiques élaborés avec soin.

EN CONCLUSION

Nous savons que chaque client est unique, qu'il devra faire ses propres choix en matière de Cloud, et que ces décisions peuvent évoluer avec le temps. C'est pour cela que nous fournissons les outils permettant à chaque organisation de déployer nos produits comme elle le souhaite. Nos logiciels peuvent être utilisés en interne, dans le Cloud ou au sein d'un déploiement hybride ; ils peuvent également interagir avec les services d'entreprise en local ou dans le Cloud, et supporter les migrations entre les deux. En effet, c'est la diversité du Cloud qui fait sa force.

L'intelligence artificielle pour les développeurs 2/2

DOMAINES D'APPLICATION

Les réseaux de neurones sont utilisés dans de nombreux domaines. Ils sont une très bonne technique lorsque les critères suivants sont remplis :

• De nombreux exemples sont disponibles pour l'apprentissage, ou alors il est possible d'en créer facilement.

• Il n'existe pas de liens connus entre les entrées et les sorties exprimables par des fonctions.

• La sortie est plus importante que la façon de l'obtenir, les réseaux de neurones ne permettant pas d'avoir une explication sur le processus utilisé en interne.

RECONNAISSANCE DE PATTERNS

La tâche la plus courante donnée à des réseaux de neurones est la reconnaissance de patterns. Dans cette tâche, différents patterns sont présentés au réseau pendant l'apprentissage. Lorsque de nouveaux exemples doivent être classés, il peut alors reconnaître les motifs : il s'agit d'une tâche de classification. C'est ainsi que les réseaux de neurones peuvent reconnaître des caractères manuscrits ou des formes. Des applications permettent de lire les plaques d'immatriculation dans une image même en présence de défauts d'éclairage ou sur la plaque en elle-même.

ESTIMATION DE FONCTIONS

L'estimation de fonctions ou régression, consiste à donner une valeur numérique à partir d'entrées, en généralisant le lien existant entre celles-ci. Les entrées peuvent représenter des caractéristiques ou des séries temporelles selon les besoins. Des applications en médecine sont ainsi possibles. Il existe des réseaux de neurones prenant en entrée des caractéristiques issues de radios de la main et du poignet et capables de déterminer la sévérité de l'arthrose, une maladie touchant les articulations. Il est aussi possible en finance de déterminer la santé bancaire d'un individu pour lui associer un «score de crédit» indiquant si l'accord d'un crédit est risqué ou non. En bourse, ils permettent d'estimer les cours et/ou d'indiquer des valeurs qui semblent prometteuses.

CRÉATION DE COMPORTEMENTS

Si le réseau le permet, c'est tout un comportement qui pourra être défini par celui-ci. Les applications en robotique et dans l'industrie sont alors nombreuses. Il est ainsi possible de contrôler un véhicule autonome, qui prendrait en entrée les informations sur l'environnement, et fournirait en sortie les ordres de déplacement. D'autres études donnent la pos-

L'intelligence artificielle pour les développeurs, concepts et implémentations en C#
Virginie Mathivet (Editions ENI)
484 pages
45€ / 33,75€ en numérique

sibilité de contrôler des robots, leur permettant d'apprendre des trajectoires ou des séries d'actions. Alstom, par exemple, les utilise aussi pour contrôler de manière plus efficace des processus industriels complexes.

IMPLÉMENTATION D'UN MLP

Les MLP (MultiLayer Perceptron) sont des réseaux très utilisés. Ce sont des réseaux feed-forward, avec des neurones de type perceptron. La fonction d'agrégation est une somme pondérée, et la fonction d'activation une sigmoïde, ce qui permet un apprentissage par rétropropagation. Le réseau codé ici possède une seule couche cachée. Le nombre de neurones des différentes couches comme le nombre d'entrées sont paramétrables. Deux problèmes sont ensuite présentés :

• Le problème du XOR (ou exclusif) qui est simple à résoudre et permet de tester que les algorithmes fonctionnent.

• Le problème «Abalone», qui est de type régression et est très utilisé pour comparer des algorithmes d'apprentissage.

À l'exception du programme principal, qui est une application Windows de type console, le reste du code est compatible avec l'ensemble des plateformes .Net 4 et plus, Windows Store, Windows Phone et Silverlight, permettant de l'utiliser dans un maximum d'applications.

POINTS ET ENSEMBLES DE POINTS

Les problèmes utilisés avec les réseaux de neurones nécessitent de nombreux points pour l'apprentissage. Il n'est donc pas concevable de les rentrer à la main dans le code.

On utilisera donc des fichiers textes, avec des tabulations comme séparateurs.

La première classe est DataPoint, correspondant à un exemple. Celui-ci contient un tableau de valeurs considérées comme des entrées et un tableau de valeurs de sortie. On rajoute deux propriétés permettant de récupérer ces tableaux qui ne sont pas modifiables. Le début de la classe est le suivant :

```
using System;
internal class DataPoint
{
double[] inputs;
internal double[] Inputs
{
get
{
return inputs;
}
}
double[] outputs;
internal double[] Outputs
{
get
{
return outputs;
}
}
// Constructeur ici
}
```

Le constructeur prend en paramètres la chaîne correspondant à la ligne du fichier texte, et le nombre de sorties des exemples (les valeurs sont soit des entrées soit des sorties). Le contenu est d'abord séparé sur les caractères correspondant à la touche tabulation ('\t') grâce à la fonction Split. Ensuite, les entrées et les sorties sont transformées en nombres réels.

```
internal DataPoint(string _str, int _outputNb)
{
string[] content = _str.Split(new char[] { '\t' },
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries);
inputs = new double[content.Length - _
outputNb];
for (int i = 0; i < inputs.Length; i++)
{
inputs[i] = Double.Parse(content[i]);
}
   outputs = new double[_outputNb];
for (int i = 0; i < _outputNb; i++)
{
outputs[i] = Double.Parse(content[content.Length
- _outputNb + i]);
}
}
```

La deuxième classe est DataCollection, qui correspond à l'ensemble des points d'exemple. Ceux-ci seront séparés en un ensemble d'apprentissage (trainingPoints) et un ensemble de généralisation (generalisation-Points) permettant de détecter le surapprentissage. La base de la classe est la suivante :

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

internal class DataCollection
{
DataPoint[ ] trainingPoints;
DataPoint[ ] generalisationPoints;
// Méthodes ici
}
```

Deux méthodes sont ajoutées, permettant de récupérer les points d'apprentissage et les points de généralisation.

```
internal DataPoint[] Points()
{
return trainingPoints;
}
 internal DataPoint[] GeneralisationPoints()
{
   return generalisationPoints;
}
```

La dernière méthode est le constructeur. Celui-ci prend en paramètres la chaîne correspondant à l'intégralité du fichier sous la forme d'un tableau (une ligne par case), le nombre de sorties, et le ratio correspondant aux points d'apprentissage. Par exemple 0.8 indique que 80 % des points sont utilisés pour l'apprentissage et donc 20 % pour la généralisation. Les étapes sont les suivantes :

• Les points sont lus et créés un par un à partir de leur contenu.

• L'ensemble d'apprentissage est créé en prenant le nombre d'exemples requis. Ceux-ci sont choisis aléatoirement parmi les points restants.

• L'ensemble de généralisation est enfin créé à partir des exemples non encore sélectionnés.

```
internal DataCollection(String [] _content, int
_outputNb, double _trainingRatio)
{
int nbLines = _content.Length;
List<DataPoint> points = new List<DataPoint>();
for (int i = 0; i < nbLines; i++)
     {

points.Add(new DataPoint(_content[i], _
outputNb));
}
int nbTrainingPoints = (int) (_trainingRatio *
nbLines);
trainingPoints = new DataPoint[nbTrainingPoints];
Random rand = new Random();
for (int i = 0; i < nbTrainingPoints; i++)
{
int index = rand.Next (points.Count);
trainingPoints[i] = points.ElementAt(index);
points.RemoveAt(index);
}
generalisationPoints = points.ToArray();
}
```

La lecture du fichier sera faite dans le programme principal, car celle-ci dépend de la plateforme choisie.

NEURONE

La base de notre réseau est le neurone, codé dans la classe Neuron. Celui-ci possède trois attributs :

• Le tableau des poids le reliant aux différentes entrées et au biais (qui sera la dernière valeur).

• Le nombre d'entrées.

• La sortie, qui est un nombre réel et qui est enregistrée car elle sert à l'apprentissage et cela évitera d'avoir à la recalculer. Celle-ci est d'ailleurs associée à une propriété.

```
using System;

class Neuron
{
```

```
double[] weights;
int nbInputs;

double output;
internal double Output
{
Get
{
return output;
}
}
// Méthodes ici
}
```

Il n'est jamais utile de récupérer tous les poids, mais seulement un poids particulier. Pour cela, la méthode Weight renvoie celui correspondant à l'index demandé. De même, la méthode AdjustWeightmodifie la valeur d'un poids donné, ce qui est nécessaire à l'apprentissage.

```
internal double Weight(int index)
{
return weights[index];
}
internal void AdjustWeight(int index, double value)
{
   weights[index] = value;
}
```

Le constructeur prend en paramètre le nombre d'entrées de cette cellule. En effet, chaque neurone, qu'il soit caché ou de sortie, possède un nombre de poids correspondant au nombre d'entrées plus le biais. Les poids sont initialisés aléatoirement entre -1 et +1. La sortie est initialisée à NaN (Not A Number) de manière à différencier le fait qu'elle soit calculée ou non.

```
internal Neuron(int _nbInputs)

{
nbInputs = _nbInputs;
output = Double.NaN;
Random generator = new Random();
weights = new double[(nbInputs + 1)];
for (int i = 0; i < (nbInputs + 1); i++)
{
weights[i] = generator.NextDouble() * 2.0 – 1.0;
}
}
```

La méthode d'évaluation prend en paramètre un tableau de valeurs. Si la sortie n'est pas encore calculée, alors on commence par faire la somme pondérée des poids multipliés par les entrées, puis on calcule la sortie en utilisant une sigmoïde comme fonction d'activation.

```
internal double Evaluate(double[] _inputs)
{
if (output.Equals(Double.NaN))
{
double x = 0.0;

for (int i = 0; i < nbInputs; i++)
{
x += _inputs[i] * weights[i];
}
x += weights[nbInputs];

output = 1.0 / (1.0 + Math.Exp(-1.0 * x));
}
return output;
}
```

Une deuxième méthode d'évaluation fonctionne à partir d'un DataPoint. Celle-ci se contente d'appeler la méthode précédente :

```
internal double Evaluate(DataPoint _point)
{
Double[ ] inputs = _point.Inputs;
return Evaluate(inputs);
}
```

La dernière méthode permet de réinitialiser la sortie, de manière à pouvoir traiter un nouvel exemple.

```
internal void Clear()
```

```
{
output = Double.NaN;
}
```

RÉSEAU DE NEURONES

Les neurones étant implémentés, il est possible de passer au réseau complet, dans une classe NeuralNetwork. Celui-ci contient tout d'abord cinq attributs :

- Un tableau contenant les neurones cachés hiddenNeurons.
- Un tableau contenant les neurones de sortie outputNeurons.
- Trois entiers indiquant le nombre d'entrées, de neurones cachés et de sorties du réseau.

```
internal class NeuralNetwork
{
Neuron[ ] hiddenNeurons;
Neuron[] outputNeurons;
int nbInputs;
int nbHidden;
int nbOutputs;
// Reste de la classe ici
}
```

Le constructeur prend le nombre d'entrées, de neurones cachés et de sorties en paramètres. Les neurones sont alors créés (couche cachée et couche de sortie).

```
internal NeuralNetwork(int _nbInputs, int _
nbHidden,
int _nbOutput)

{
nbInputs = _nbInputs;
nbHidden = _nbHidden;
nbOutputs = _nbOutput;

hiddenNeurons = new Neuron[nbHidden];
for (int i = 0; i < nbHidden; i++)
{
hiddenNeurons[i] = new Neuron(_nbInputs);
}
outputNeurons = new Neuron[nbOutputs];
for (int i = 0; i < nbOutputs; i++)
{
outputNeurons[i] = new Neuron(_nbHidden);
}
}
```

La méthode suivante est celle permettant d'évaluer la sortie pour un exemple donné. Pour cela, on commence par réinitialiser les sorties des différents neurones. Ensuite, on calcule la sortie de chaque neurone caché, puis celle des neurones de sortie. La méthode se termine par le renvoi du tableau des sorties obtenues.

```
internal double[ ] Evaluate(DataPoint _point)
{
foreach (Neuron n in hiddenNeurons)
{

n.Clear();
}
foreach (Neuron n in outputNeurons)
{
n.Clear();
}

double[ ] hiddenOutputs = new double[nbHidden];
for (int i = 0; i < nbHidden; i++)
{

hiddenOutputs[i] =
hiddenNeurons[i].Evaluate(_point);
}
double[] outputs = new double[nbOutputs];
for (int outputNb = 0; outputNb < nbOutputs;
outputNb++)
{
outputs[outputNb] = outputNeurons[outputNb].
Evaluate(hiddenOutputs);
}
return outputs;
}
```

La dernière méthode, et la plus complexe, est celle permettant d'ajuster les poids du réseau grâce à l'algorithme de rétropropagation. En paramètres, on fournit le point testé et le taux d'apprentissage. La première étape consiste

La dernière méthode, et la plus complexe, est celle permettant d'ajuster les poids du réseau grâce à l'algorithme de rétropropagation. En paramètres, on fournit le point testé et le taux d'apprentissage.

à calculer les deltas pour chaque neurone de sortie en fonction de la formule vue précédemment. Ensuite, c'est le delta des neurones cachés qui est calculé. Enfin, on met à jour les poids des neurones de sortie (sans oublier leur biais) et ceux des neurones cachés (là encore avec leur biais).

```
internal void AdjustWeights(DataPoint _point,
double _learningRate)
{
 // Deltas pour les sorties
 double[] outputDeltas = new double[nbOutputs];
for (int i = 0; i < nbOutputs; i++)
{
double output = outputNeurons[i].Output;
double expectedOutput = _point.Outputs[i];
outputDeltas[i] = output * (1 -output) *
(expectedOutput – output);
}
// Deltas pour les neurones cachés
double[] hiddenDeltas = new double[nbHidden];
for (int i = 0; i < nbHidden; i++)
{
double hiddenOutput = hiddenNeurons[i].Output;
double sum = 0.0;
for (int j = 0; j < nbOutputs; j++)
{
sum += outputDeltas[j] *
outputNeurons[j].Weight(i);
}
hiddenDeltas[i] = hiddenOutput * (1 hiddenOutput)
* sum;
    }

double value;
// Ajustement des poids des neurones de sortie
for (int i = 0; i < nbOutputs; i++)
{
Neuron outputNeuron = outputNeurons[i];
for (int j = 0; j < nbHidden; j++)
{

                    value = outputNeuron.
Weight(j) + _learningRate * outputDeltas[i] *
hiddenNeurons[j].Output;
outputNeuron.AdjustWeight(j, value);
}
// Et biais
value = outputNeuron.Weight(nbHidden) +
_learningRate * outputDeltas[i] * 1.0;
outputNeuron.AdjustWeight(nbHidden, value);
}

// Ajustement des poids des neurones cachés
for (int i = 0; i < nbHidden; i++)
{
Neuron hiddenNeuron = hiddenNeurons[i];
for (int j = 0; j < nbInputs; j++)
{
value = hiddenNeuron.Weight(j) + _learningRate *
hiddenDeltas[i] * _point.Inputs[j];

hiddenNeuron.AdjustWeight(j, value);
}
// Et biais
value = hiddenNeuron.Weight(nbInputs) + _
learningRate * hiddenDeltas[i] * 1.0;
hiddenNeuron.AdjustWeight(nbInputs, value);
}
}
```

Le réseau de neurones est alors complet, algorithme d'apprentissage compris.

IHM

Avant de coder le système gérant le réseau, on code une petite interface IHM qui nous per-

mettra d'afficher différents messages. Selon l'application choisie, le programme principal pourra ensuite implémenter celle-ci pour faire des sorties console, des notifications, etc. Elle ne contient donc qu'une seule méthode.

```
using System;

public interface IHM
{
void PrintMsg(String _msg);
}
```

SYSTÈME COMPLET

La dernière classe générique NeuralSystem est celle gérant tout le réseau et la boucle d'apprentissage. Plusieurs critères d'arrêt sont utilisés :

• On voit apparaître du surapprentissage, c'est-à-dire que l'erreur sur l'ensemble de généralisation augmente au lieu de diminuer.

• On a atteint le résultat espéré, c'est-à-dire que l'erreur sur l'ensemble d'apprentissage est inférieure à un seuil.

• Le nombre maximal d'itérations a été atteint, et on s'arrête donc.

La classe NeuralSystem contient tout d'abord plusieurs attributs :

• Des données d'apprentissage data.

• Un réseau de neurones attaché network.

• Une IHM utilisée pour les affichages.

• Le taux d'apprentissage initial.

• L'erreur maximale.

• Le nombre maximal d'itérations.

Des valeurs par défaut sont proposées pour la configuration du réseau. La base est donc :

```
using System;

public class NeuralSystem
{
DataCollection data;
NeuralNetwork network;
IHM ihm;

// Configuration
double learningRate = 0.3;
double maxError = 0.005;
int maxIterations = 10001;
// Méthodes ici
}
```

La première méthode est le constructeur. Celui-ci prend de nombreux paramètres : le nombre d'entrées, de neurones cachés, de sorties, le contenu du fichier de données, le pourcentage d'exemples d'apprentissage par rapport à la généralisation et l'IHM.

```
public NeuralSystem(int _nbInputs, int _nbHidden,
int _nbOutputs, String[ ] _data, double _
trainingRatio, IHM _ihm)
{
data = new DataCollection(_data, _nbOutputs,
_trainingRatio);
network = new NeuralNetwork(_nbInputs, _
nbHidden, _nbOutputs);
ihm = _ihm;
}
```

Les méthodes suivantes permettent de modifier la configuration en changeant le taux d'apprentissage (LearningRate), l'erreur maximale (MaximumError) et le nombre maximum d'itérations (MaximumIterations).

```
public void LearningRate(double _rate)
{
learningRate = _rate;
}
 public void MaximumError(double _error)

{
maxError = _error;
}
 public void MaximumIterations(int _iterations)
{
maxIterations = _iterations;
}
```

La dernière méthode est la méthode principale Run. On commence par initialiser les différentes variables. Ensuite, tant qu'un des critères d'arrêt n'a pas été atteint, on boucle :

• On met à jour les erreurs de l'itération pré-

cédente et on initialise les erreurs pour cette itération.
• Pour chaque point d'apprentissage, on calcule sa sortie et l'erreur commise, et on adapte les poids du réseau.
• Pour chaque point de généralisation, on calcule la sortie et l'erreur.
• Si l'erreur en généralisation a augmenté, on modifie le booléen betterGeneralisation pour arrêter l'apprentissage.
• Si l'erreur en apprentissage augmente, c'est que le taux d'apprentissage est trop fort, on le divise alors par deux.
• Et on termine par l'affichage des valeurs sur l'itération en cours (erreurs et taux).

```
public void Run()
{
int i = 0;
double totalError = Double.PositiveInfinity;
double oldError = Double.PositiveInfinity;
double totalGeneralisationError =
Double.PositiveInfinity;
double oldGeneralisationError =
Double.PositiveInfinity;
Boolean betterGeneralisation = true;

while (i < maxIterations && totalError > maxError
&& betterGeneralisation)
{
oldError = totalError;
totalError = 0;
oldGeneralisationError = totalGeneralisationError;
totalGeneralisationError = 0;

// Évaluation
foreach (DataPoint point in data.Points())
{
double[] outputs = network.Evaluate(point); for
(int outNb = 0; outNb < outputs.Length; outNb++)
{
double error = point.Outputs[outNb] –
outputs[outNb];
totalError += (error * error);
}

// Calcul des nouveaux poids par
rétropropagation
network.AdjustWeights(point, learningRate);
}

// Généralisation
foreach (DataPoint point in data.
GeneralisationPoints())
{
double[] outputs = network.Evaluate(point);
for (int outNb = 0; outNb < outputs.Length;
outNb++)
{
double error = point.Outputs[outNb] –
outputs[outNb]; totalGeneralisationError += (error
* error);
}
}
if (totalGeneralisationError >
oldGeneralisationError)
{
betterGeneralisation = false;
}

// Changer le taux
if (totalError >= oldError)
{
learningRate = learningRate / 2.0;
}

// Information et increment
ihm.PrintMsg(«Iteration n°» + i + « - Total error : «
+ totalError + « - Gener Error : « +
totalGeneralisationError + « - Rate : «
+ learningRate + « - Mean : « + String.
Format(«{0:0.00}», Math.Sqrt(totalError/data.
Points().Length),»%2»));
 i++;
}
}
```

Tout le système est prêt, apprentissage et boucle principale compris.

PROGRAMME PRINCIPAL

La dernière étape consiste à créer le programme principal MainProgram. Celui-ci implémente l'interface IHM, et il possède donc

une méthode PrintMsg. Il possède aussi une méthode ReadFile qui se contente de récupérer toutes les lignes d'un fichier indiqué. Enfin, la méthode Main instancie la classe et appelle sa méthode Run qui est définie ultérieurement en fonction du problème choisi. Le code est donc :

```
using NeuralNetworkPCL;
using System;
using System.IO;
using System.Linq;

class MainProgram : IHM
{
static void Main(string[] args)
{
MainProgram prog = new MainProgram();
prog.Run();
}
private void Run()
{
// À compléter plus tard
}

private String[] ReadFile(String _filename, bool
_removeFirstLine)
{
String[] content = File.ReadAllLines(@_filename);
if (_removeFirstLine)
{
content = content.Skip(1).ToArray();
}
return content;
}
public void PrintMsg(string _msg)
{
Console.Out.WriteLine(_msg);
}
}
```

APPLICATION AU XOR

Le premier problème que nous utilisons est celui de l'opérateur booléen XOR nommé en français «ou exclusif». Si nous remplaçons vrai par 1 et faux par 0, voici la table de vérité du XOR :

X	Y	X XOR Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Remarque : *Le XOR indique qu'une des deux valeurs vaut «vrai», mais pas les deux en même temps.*

Contrairement à d'autres opérateurs booléens (comme le «et» et le «ou»), celui-ci n'est pas linéairement séparable. Il est donc un bon test pour un réseau de neurones. La première étape consiste à créer le fichier contenant les exemples, ici au nombre de quatre. Vu leur petit nombre, il n'y aura pas d'ensemble de généralisation. Le fichier xor.txt contient donc le texte suivant :

X	Y	XOR
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Pour apprendre ce problème, on définit la méthode Run de la classe MainProgram. Celle-ci consiste donc à lire le fichier, puis à créer le système. On choisit deux neurones dans la couche cachée. Enfin, on lance l'apprentissage.

```
private void Run()
{
// Problème du OU Exclusif (XOR)
String[] content = ReadFile(«xor.txt», true);
NeuralSystem system = new NeuralSystem(2, 2,
1, content, 1.0, this);

system.Run();
while (true) ;
}
```

Remarque : *Le fichier xor.txt doit être ajouté à la solution. Dans ses propriétés, il faut bien vérifier qu'il est ajouté en tant que contenu, et qu'il sera copié dans la solution compilée («copier si*

plus récent»).

Avec les paramètres choisis, le réseau de neurones converge et s'arrête lorsque l'erreur résiduelle de 0.005 est atteinte. À ce moment-là, la sortie est en moyenne de 0.97 pour les sorties vraies et 0.03 pour les sorties fausses. L'erreur est donc minime, et si on arrondit les sorties (car il s'agit de booléens) celle-ci devient nulle. Cependant, quelquefois, il reste bloqué dans un optimum local et n'arrive plus à en sortir. C'est pourquoi il est intéressant de relancer plusieurs fois l'apprentissage pour garder les meilleurs réseaux.

APPLICATION À ABALONE

Le deuxième problème est plus complexe. Il est défini sur l'UCI (University of California, Irvine) Machine Learning Repository. Il s'agit d'une banque de données contenant de nombreux datasets qui peuvent ainsi être utilisés pour faire des tests dans le domaine de l'apprentissage automatique. Abalone est présenté à l'adresse suivante : https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Abalone

Cet ensemble, déposé en 1995, propose de déterminer l'âge d'ormeaux (il s'agit de coquillages nommés abalone en anglais) en fonction de caractéristiques physiques. Pour cela, on dispose de huit données :

- Le sexe de l'animal, au choix parmi mâle, femelle ou enfant.
- La longueur de la coquille la plus longue.
- Le diamètre mesuré perpendiculairement à la longueur.
- La hauteur.
- Le poids total du coquillage.
- Le poids de l'animal (sans la coquille).
- Le poids des viscères (donc après l'avoir saigné).
- Le poids de la coquille sèche.

La sortie recherchée est le nombre d'anneaux de la coquille, qui correspond à l'âge de l'animal (en ajoutant 1.5). Ceux-ci ont tous entre 1 et 29 ans. 4177 exemples sont fournis, ce qui permet de créer un ensemble d'apprentissage contenant 80 % des données (soit 3341 animaux) et 20 % pour tester la généralisation (soit 836).

Le fichier .csv contenant les données est disponible sur le site. Cependant, pour pouvoir l'utiliser avec notre réseau de neurones, nous remplaçons la première donnée (le sexe) par trois données booléennes : est-ce un mâle, une femelle ou un enfant ? On a donc remplacé notre donnée textuelle par trois entrées contenant 0 (faux) ou 1 (vrai), ce qui porte à 10 le nombre de variables en entrée.

La sortie du réseau étant le résultat d'une sigmoïde, on ne peut qu'obtenir une sortie comprise entre 0 et 1. Comme l'âge est ici compris entre 1 et 29, on va normaliser celui-ci. Pour cela, on se contentera de diviser l'âge par 30. Le fichier obtenu après les modifications est téléchargeable sur le site de l'éditeur, dans la solution Visual Studio.

Pour résoudre ce problème, on choisit quatre neurones cachés, et un taux d'apprentissage de 0.1. La méthode Run de la classe MainProgram devient donc :

```
private void Run()
{
// Problème Abalone
String[] content = ReadFile(«abalone_norm.txt», false);
NeuralSystem system = new NeuralSystem(10, 4, 1, content, 0.8, this);   system.LearningRate(0.1);
system.Run();
while (true) ;
}
```

Le fichier «abalone_norm.txt» doit lui aussi être ajouté à la solution en tant que contenu et être copié dans le répertoire du code compilé. À des fins statistiques, 10 simulations ont été lancées. Lors de la première génération, l'erreur quadratique cumulée est de 37.36 en moyenne, et sur l'ensemble de généralisation de 7.88.

Lorsque l'apprentissage s'arrête, elle n'est plus que de 15.98, et une erreur de généralisation de 3.88. L'erreur a donc été divisée par plus de 2 : l'apprentissage a bien permis d'améliorer les résultats. Cela correspond à une erreur moyenne de moins de 2 ans sur chaque

ormeau, qui pour rappel a entre 1 et 29 ans.

De plus, dans plus de la moitié des cas, l'apprentissage s'est arrêté car il avait atteint les 10000 itérations. Cela signifie que si cette limite était repoussée, l'apprentissage pourrait encore s'améliorer. Le nombre de neurones cachés n'a pas non plus été optimisé, une étude serait nécessaire pour connaître le nombre optimal. Bien que non optimisé, on voit cependant que les réseaux de neurones arrivent à apprendre à partir de données, et à fournir des résultats de qualité.

AMÉLIORATIONS POSSIBLES

Comme on l'a vu précédemment, la première amélioration consisterait à optimiser les différents paramètres d'apprentissage :

- Le nombre de neurones cachés.
- Le taux d'apprentissage.
- Le nombre maximal d'itérations.

De plus, les résultats pourraient être améliorés en modifiant la stratégie de modification du taux d'apprentissage, ou encore en modifiant l'ordre des exemples présentés au réseau à chaque itération. Les résultats présentés ici le sont donc surtout pour illustrer le fonctionnement de ces réseaux, sans recherche de résultats optimaux.

SYNTHÈSE

Les réseaux de neurones ont été inspirés du fonctionnement du cerveau des êtres vivants. En effet, de simples cellules ne faisant que transmettre des impulsions électriques en fonction des entrées reçues permettent l'ensemble des comportements et des réflexions. Leur puissance émerge du nombre des cellules grises et de leurs connexions.

Le neurone artificiel, dit neurone formel, combine une fonction d'agrégation permettant d'obtenir une unique valeur à partir de l'ensemble des entrées, des poids du neurone et de son biais, et une fonction d'activation, permettant d'obtenir sa sortie. La fonction d'agrégation est généralement une somme pondérée. La fonction d'activation est plus variée, mais correspond à la fonction signe (ou heavyside), la fonction sigmoïde ou la fonction gaussienne dans la majorité des cas.

Les réseaux à une seule couche sont cependant limités aux problèmes linéairement séparables, c'est pourquoi les réseaux les plus utilisés sont de type feed-forward : les entrées passent dans une première couche de neurones, entièrement connectée à la suivante et ainsi de suite jusqu'à la couche de sortie.

Quel que soit le type choisi, il faut cependant ajuster les poids et les seuils pour un problème donné. Cette étape d'apprentissage est complexe et quasiment impossible à faire «à la main». De nombreux algorithmes d'apprentissage existent donc, qu'ils soient non supervisés, par renforcement ou supervisés.

Dans ce dernier cas et pour les réseaux à une seule couche de type perceptron, on peut utiliser la descente de gradient ou l'algorithme de Widrow-Hoff. Pour les réseaux de type feed-forward, on applique généralement l'algorithme de rétropropagation. Celui-ci consiste à propager l'erreur sur la couche de sortie aux couches cachées, l'une après l'autre, et à corriger les poids de chaque couche pour diminuer l'erreur totale.

La difficulté consiste cependant à éviter le surapprentissage. Pour cela, il faut comparer l'évolution de l'erreur totale sur la partie des données présentée pour l'apprentissage et sur l'ensemble de généralisation, qui n'est pas utilisé. Dès que l'erreur en généralisation augmente, il faut arrêter l'apprentissage. Ces réseaux sont utilisés dans de nombreux domaines, car ils donnent de bons résultats, pour un effort de mise en place assez faible. De plus, ils permettent de résoudre des problèmes trop complexes pour des techniques plus classiques.

Une implémentation possible d'un réseau feed-forward a été proposée dans ce chapitre, et appliquée au problème simple du XOR et sur celui plus complexe nommé Abalone, consistant à déterminer l'âge de coquillages à partir de données physiques. Dans les deux cas, le réseau donne de bons résultats, sans avoir pour autant été optimisé complètement.

Bibliographie

Ce livre présente différentes techniques d'intelligence artificielle, sans rentrer dans tous les détails et toutes les possibilités. Cette bibliographie permet donc aux lecteurs le souhaitant d'approfondir une des techniques en particulier.

Systèmes experts, un nouvel outil pour l'aide à la décision, *J.-M. Karkan et G. Tjoen, Éd. Elsevier-Masson, 1993. Il s'agit de la référence sur les systèmes experts, même si ce livre date déjà de quelques années. Il présente la théorie sur la représentation des connaissances, les moteurs d'inférences, les bases de connaissances, la construction d'un système expert, etc. La création d'un système expert est aussi expliquée.*

Prolog, tout de suite !, *P. Blackburn, J. Bos et K. Streignitz, Éd. College Publications, 2007. Prolog est un langage de programmation logique très particulier à prendre en main pour des développeurs, car il s'agit d'un fonctionnement éloigné de la programmation orientée objet. Ce livre présente donc le langage à travers de nombreux exemples et exercices.*

La logique floue et ses applications, *B Bouchon-Meunier, Éd. Addison-Wesley, 1990. Ce livre est un des rares portant sur la logique floue. De plus, il est écrit par une spécialiste internationale du domaine et préfacé par L. Zadeh, le fondateur de la logique floue. Les concepts et principes sont présentés. Les applications ont une part très importante.*

Théorie des graphes et applications, avec exercices et problèmes, *J.-C. Fournier, Éd. Lavoisier, 2011. Beaucoup d'algorithmes liés à la théorie des graphes sont ici présentés, dont les algorithmes de recherche de chemins optimaux, ou l'optimisation combinatoire. De plus, des exercices sont proposés à chaque chapitre.*

Algorithmes génétiques, exploration, optimisation et apprentissage automatique, *D. Goldberg, traduit par V. Corruble, Éd. Addison-Wesley, 1996. David Goldberg est un des fondateurs des algorithmes génétiques, et aussi un des plus grands spécialistes du domaine actuellement. Il partage sa notoriété avec J. Holland, auteur de la préface. Ce livre est considéré comme une référence sur les algorithmes génétiques. Il présente les principes mathématiques et des applications, ainsi qu'une implémentation en PASCAL.*

Métaheuristiques, Recuit simulé, recherche avec tabous, recherche à voisinages variables, méthode GRASP, algorithmes évolutionnaires, fourmis artificielles, essaims particulaires et autres méthodes d'optimisation, *sous la direction de P. Siarry, Éd. Eyrolles, 2014. Ce livre présente les principales métaheuristiques dont nous avons parlé mais aussi de nombreuses autres, ou des variantes. Une dizaine d'auteurs, tous spécialistes dans leur domaine, présentent ainsi les algorithmes et applications possibles.*

Les systèmes multi-agents, vers une intelligence collective, *J. Ferber, Éd. InterEditions, 1997. Dans ce livre, un des rares sur les systèmes multi-agents, sont présentés les principes et différents concepts liés, sans se limiter au point de vue informatique. D'autres disciplines sont ainsi utilisées pour les comprendre, comme la sociologie ou la biologie.*

Les réseaux de neurones, présentation et applications, *P. Borne, M. Benrejeb et J. Haggège, Éd. Technip, 2007. Dans cet ouvrage, les fondamentaux des réseaux de neurones ainsi que les algorithmes d'apprentissage sont présentés. Des variantes aux réseaux classiques sont présentées, comme les réseaux de Hopfield ou les réseaux neuro-flous combinant les neurones et la logique floue.*

HPC Today

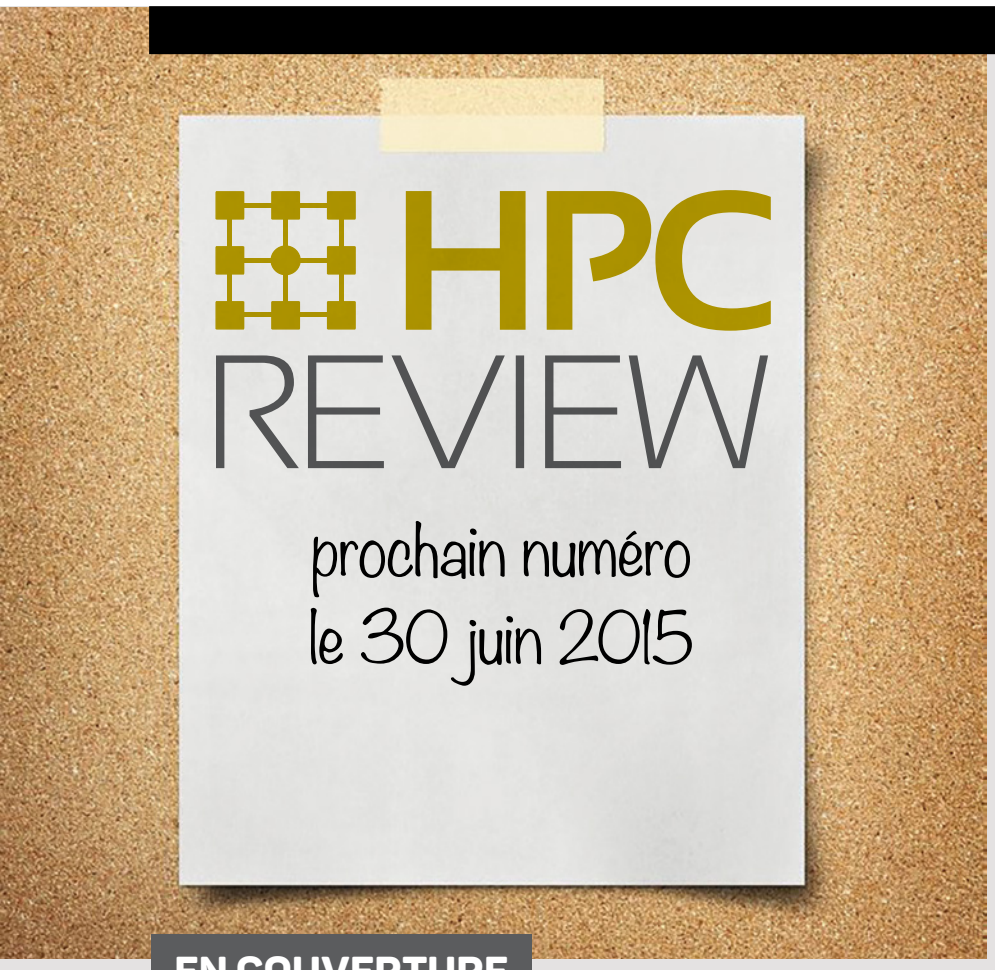
The global media in high-performance IT

Abonnez-vous > gratuitement

Tous les jours, des actualités, des dossiers et des études en français exclusivement dédiées IT à hautes performances...

...et bénéficiez des contenus réservés aux abonnés

sur **www.hpctoday.fr**



EN COUVERTURE

Les Datacenter de demain

Comment le matériel évolue vers le logiciel

LAB REVIEW

Fujitsu Eternus CD10000

AVIS D'EXPERT

Le Big Data

Une révolution pour l'édition scientifique

TECH ZONE

Green Mountain, le Datacenter le plus écologique au monde

HPC Media
The HPC and Big Data Global Media

HPC Media
11, rue du Mont Valérien
F-92210
St-Cloud, France

CONTACTS
abonnements@hpcreview.com
laredaction@hpcreview.com

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION
Frédéric Milliot

DIRECTEUR DES RÉDACTIONS HPC REVIEW
Joscelyn Flores

RÉDACTEUR EN CHEF
Pierre David

RÉDACTEUR EN CHEF ADJOINT
Ramon Lafleur

ONT COLLABORÉ À CE NUMERO
Marc Paris
Ethan J. Summers
Solange Belkhayat-Fuchs
Stacie Loving
Amaury de Cizancourt

CRÉATION GRAPHIQUE ET RÉALISATION
Bertrand Grousset

PUBLICITÉ
publicite@hpcreview.com

CONTRIBUTIONS
Vos contributions sont bienvenues. Les articles proposés à la rédaction doivent être originaux. HPC Review se réserve le droit de les éditer sans préavis.