

**CLOUD COMPUTING** (« informatique dans les nuages »). La formule désigne des services, des données, des logiciels stockés sur des serveurs dans des data centers et auxquels un utilisateur accède à distance depuis un ordinateur.

**FREE COOLING** (« refroidissement libre »). Utilisation de la différence de température entre l'air extérieur, ou de l'eau, et l'air intérieur d'un local en lieu et place d'une climatisation.

**COLOCATION/HÉBERGEMENT** Un spécialiste de la colocation fournit à divers clients dans un même bâtiment des espaces où stocker des serveurs informatiques ; un hébergeur stocke des contenus de divers clients mais sur ses propres serveurs.

# Coup de chaud sur les data centers

Les données circulant sur Internet sont hébergées dans des centaines de milliers d'entrepôts informatiques à travers le monde. Pour refroidir ces monstres de calculs, toutes les innovations sont bonnes à tester...

Par Arnaud Devillard, envoyé spécial en Norvège

**C**E SONT DEUX TROUS DANS LA MONTAGNE, à peine visibles depuis les eaux du fjord qui lèchent le pied des falaises de granit. Il s'agit des entrées d'une ancienne base de l'Otan, un gigantesque entrepôt de munitions creusé sous 200 mètres de roche au cœur de l'île de Rennesøy, à un peu plus de vingt kilomètres du port pétrolier de Stavanger, en Norvège. Ces 22 000 mètres carrés répartis en cinq galeries ont perdu leur usage militaire en 1994. Pourtant, l'impressionnante porte en béton fonctionne toujours, dotée d'un sas électronique avec identification par empreinte digitale et détecteur de poids. Car ce bunker, capable de résister à un événement sismique comme à une attaque nucléaire, est toujours en service. Sauf qu'à la place des torpilles, il abrite des serveurs informatiques stockant les données en provenance du monde entier : finance (la banque norvégienne DNB) ; opérateurs de télécommunications ; industriels (la CGG, dont le siège est à Paris) ; fournisseurs de services

sur Internet... C'est le groupe norvégien Smedvig qui a racheté le site pour y ouvrir en mai 2013 le centre de traitement de données (« data center ») Green Mountain, occupant pour l'heure la moitié de l'espace disponible. Dans une salle spéciale, la fibre optique de six opérateurs de télécommunications connecte le centre au réseau mondial. Voilà la réalité matérielle d'Internet et des réseaux : de véritables entrepôts d'ordinateurs et de serveurs en rangs serrés dans des salles blanches. Regarder une série sur sa télévision par l'intermédiaire de Netflix, c'est solliciter les data centers d'Amazon Web Services, dans le nord de la Virginie, ou de Telehouse, à Paris. Les courriels confidentiels des ambassades américaines, révélés à grand fracas par Wikileaks en 2010, se trouvaient chez Amazon aux États-Unis et en Irlande, puis chez les hébergeurs Bahnhof, à Stockholm, Octopuce, à Paris, et OVH, à Roubaix (Nord). Tout ce qui est posté sur Facebook est dirigé vers quatre centres de stockage géants que la firme s'est fait

**509 147**  
data centers

dans le monde, de tous types et de toutes tailles, en 2011.  
(SOURCE: EMERSON NETWORK POWER)

**12 milliards**  
d'appareils connectés en 2014, 33 milliards en 2020, soit 4 pour chaque personne sur Terre.  
(SOURCE: STRATEGIC ANALYTICS)

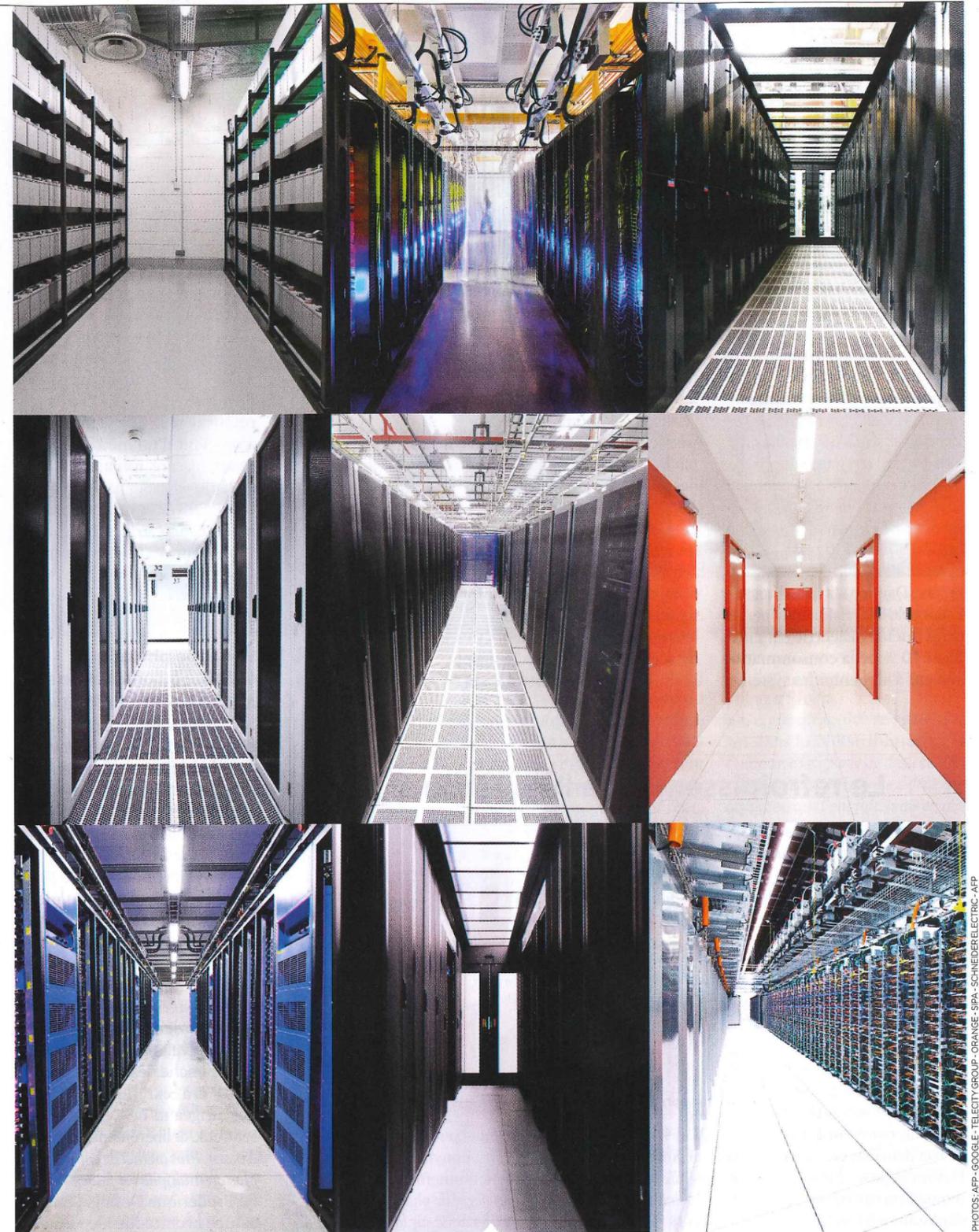
**33 %**  
de la consommation électrique d'un data center consacrés au refroidissement selon Cisco en 2011.

**684 TWh**  
engloutis par le cloud en 2011, soit plus que la consommation d'électricité de l'Allemagne, du Canada ou de la France.

bâtir, en plus des espaces loués chez des prestataires. Les sites Web du conseil général de l'Isère, de l'école de management de Grenoble ou de Thalys ? Ils se retrouvent quelque part au cœur des baies informatiques du Green data center d'Eolas, du groupe Business & Decision, à Grenoble.

**Des centres américains très gourmands en... charbon**

Et ce n'est qu'un début. Dans un rapport publié en avril 2014, Greenpeace estimait que la population connectée à Internet va passer de 2,3 milliards en 2012 à 3,6 milliards en 2017. Et la consommation d'électricité fera un bond de 60 % d'ici à 2020 en raison de la frénésie d'usages numériques. À lui seul, le cloud computing (voir le lexique) aurait, en 2011, englouti 684 térawattheures (milliards de kilowattheures). C'est plus que la consommation totale d'électricité de l'Allemagne (522 TWh), du Canada (519 TWh) ou de la France (420 TWh). « Le cloud tel qu'il existe ne donne aucune mesure de consommation électrique qui permette de faire prendre conscience »



Les serveurs sont empilés dans des baies informatiques, qui forment des rangées dans les data centers. Cette multitude d'équipements électroniques nécessite de maintenir une température ambiante fraîche afin d'éviter toute dégradation du matériel et prévenir la panne.

aux gens de ce qu'impliquent leurs usages numériques », souligne Bruno Touzain, qui supervise le data center d'Eolas. Sans parler de l'origine de cette électricité : les centrales à charbon américaines (très polluantes) sont largement mises à contribution en Virginie, Caroline du Nord ou Géorgie pour des data centers installés à proximité. « Ce secteur est assez peu innovant, convient Frédérique Dofing, directrice générale de l'opérateur Céleste. Le parc est certes ancien, mais la continuité du service étant essentielle, il est difficile de tout détruire et refaire. » Les vraies évolutions sont assez récentes, et surtout pour des raisons comptables : « L'électricité représente 40 à 50 % de la facture de fonctionnement d'un centre de données », précise Damien Giroud, directeur France de la division data center de Schneider Electric. Et entre 25 et 40 % de la consommation servent à alimenter les systèmes



« Le secteur est assez peu innovant et le parc est ancien »

Frédérique Dofing, directrice générale de Céleste, fournisseur d'accès Internet pour les entreprises

de refroidissement. Car, comme tout ordinateur, un serveur informatique chauffe. Une température trop élevée, et c'est la panne. Dans ce contexte, le data center de Smedvig ne profite pas seulement d'un site prêt à l'emploi. Il utilise les eaux du fjord pour refroidir les serveurs selon un procédé dit de free cooling (lexique) mis au point par Schneider Electric. Par le jeu des vases communicants, les eaux à 8 °C qui se trouvent à 100 mètres de profondeur remontent dans un réservoir sous une station de refroidissement. Un autre réseau d'eau circule dans les salles informatiques pour transporter la chaleur dégagée par les serveurs. Ces deux circuits distincts échangent leur chaleur à travers une sur-

**LE + NUMÉRIQUE**  
Visitez les data centers de Google, de Green Mountain et d'Eolas sur <http://sciav.fr/816datacenter>

face métallique (en l'occurrence en titane, afin de résister à la corrosion par le sel) dans la station de refroidissement. Cette surface permet de transférer l'énergie thermique de l'eau venue des salles de serveurs dans l'eau froide provenant du fjord. L'eau de mer retourne d'où elle vient à 18 °C, à un débit d'un mètre cube par seconde, sans impact sur l'écosystème selon Schneider Electric, et celle du circuit de refroidissement repart en direction des serveurs pour se charger à nouveau en chaleur. Puis le cycle recommence. Green Mountain se passe ainsi de climatisation.

#### La nappe phréatique est mise à contribution

À Grenoble, Eolas fait du « free cooling » avec la nappe phréatique qui s'étend à cinq mètres sous le bâtiment. Puisée à une température entre 12 et 14 °C, elle repart au plus à 19 °C, sans aucun additif, alors que le différentiel maximum autorisé par les pouvoirs publics est de 10 °C. Cette mécanique fonctionne en été ; en hiver, la nappe est laissée « au repos ». Le data center utilise alors un réseau d'eau secondaire en circuit fermé. L'eau refroidie par l'air extérieur récupère la chaleur des ordinateurs puis se refroidit à nouveau à l'air. Ce système se déclenche dès qu'il fait moins de 10 °C à l'extérieur.

Les dirigeants de Céleste se passent, eux, délibérément de réseaux d'eau. « Plus on met de composants, plus on multiplie les failles », justifie Frédérique Dofing. D'où une astuce architecturale : un data center vertical de cinq étages simplement séparés par des caille-

#### TEST

### Le refroidissement à l'eau chaude

Il n'y a pas de normes sur la température d'un data center. Mais de simples recommandations émanant de la société américaine d'ingénieurs ASHRAE : entre 18 et 27 °C. Tout en reconnaissant que l'on peut atteindre 32 voire 35 °C. Aux États-Unis, à Phoenix, dans le désert de l'Arizona, la société d'enchères en ligne eBay stocke 5000 serveurs dans des conteneurs sur le toit de son data center Mercury. Ils sont exposés à des températures extérieures dépassant parfois les 40 °C. L'eau qui sert à les refroidir est aussi en contact avec



Les serveurs d'E Bay sont installés sur le toit du data center en Arizona.

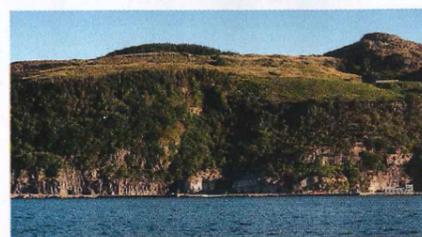
l'air extérieur. Elle est donc chaude, mais toujours moins que les ordinateurs ! En fait, maintenir des salles à 16 ou 18 °C, comme cela se pratique généralement, sert surtout à rassurer des

clients pour qui « froid » est synonyme de bon fonctionnement. « Or, un degré de plus, c'est 6 % d'économie sur la facture d'électricité », estime Bruno Touzain d'Eolas.



SCHNEIDER ELECTRIC

Les serveurs de Céleste sont rafraîchis uniquement par l'air qui circule librement entre chacun des étages de l'immeuble.



Eolas, à Grenoble, puise l'eau à 14 °C environ dans la nappe phréatique sous le bâtiment qu'elle réinjecte ensuite à 19 °C

botis métalliques. L'air rafraîchit les serveurs, en passant librement d'un étage à l'autre, puis est en partie recyclé. Début décembre, seulement 11 % d'air neuf étaient injectés à chaque cycle pour être mélangé à l'air chaud venu des salles informatiques. Car à 3 °C, il aurait été... trop froid, risquant de givrer les installations. Inédit, ce concept a été cobreveté par l'opérateur et le cabinet d'architectes Enia. Ce dernier est, entre autres, à l'origine du data center Normandie d'Orange à Val-de-Reuil (Eure), dédié au cloud computing. Inaugurée en octobre 2013, la structure, protégée du soleil par un mur végétalisé, aspire l'air extérieur par sa façade ouest (côté Manche) et l'expulse à l'est. Encore plus fort ? C'est non loin du... cercle arctique que Google et Facebook se sont installés. Le premier dans une ancienne usine de papier finlandaise à Hamina, où il refroidit ses machines à l'eau du golfe de Finlande, le second

Sous 200 mètres de roche dans l'île de Rennesøy (Norvège), le data center de Green Mountain occupe un ancien entrepôt de munitions de l'Otan. Les serveurs sont refroidis grâce à l'eau du fjord.

#### POUR EN SAVOIR PLUS

- Carte interactive des datacenters de colocation dans le monde : [www.datacentermap.com](http://www.datacentermap.com)
- Rapport « Clicking Green » de Greenpeace (en PDF) : <http://sciav.fr/816datavert>
- Rapport sur les chiffres de Facebook (septembre 2013) : <http://sciav.fr/816face>

à Lulea, en Suède, où il exploite l'air extérieur pour un site de 27 000 m<sup>2</sup>. En 2009, Google déposait même un brevet pour un data-center (encore inexistant) flottant sur l'océan, alimenté en énergie par la houle et rafraîchi par l'eau. Mais ce qui vaut pour Google ou Facebook et leurs moyens considérables peut difficilement faire école. « Si votre data center est économique parce qu'il est basé en Finlande, est-ce que le réseau qui s'étend jusque là-bas sera, lui, économique ? interroge Nicolas Aubé, président de Céleste. Il n'existe aucune recherche sur cet équilibre. Quand on le saura, on construira autrement les infrastructures informatiques. » Même de petits data centers peuvent économiser de l'énergie et de l'argent. « Beaucoup de travaux sont focalisés sur l'infrastructure matérielle mais il ne faut pas oublier que l'on peut gagner en efficacité énergétique en optimisant l'utilisation des logiciels et en jouant sur l'extinction ou le ralentissement des serveurs »,

souligne Laurent Lefèvre, chercheur à l'Inria. La vraie difficulté se situe plutôt dans la redistribution de la chaleur. « On parle de data centers chauffant des piscines parce que quelques-uns l'ont fait, mais en réalité, c'est très compliqué, les réseaux d'énergie qui existent n'ont pas été pensés pour ça », tempère Damien Giroud. Sans compter les réticences. Situé en zone industrielle, le data center d'Eolas affirme pouvoir redistribuer sa chaleur aux entreprises voisines. Encore faut-il qu'elles soient demandeuses. À Aubervilliers (Seine-Saint-Denis), le data center Condorcet de Teletcity pensait alimenter le quartier. Faute d'avoir pu convaincre, il chauffe un arboretum destiné à des recherches sur le réchauffement climatique... Dans ce contexte, Céleste se contente de chauffer ses propres bureaux. « Avant de redistribuer, essayons déjà de ne pas gaspiller », estime Nicolas Aubé. ■