Perspectives

Apériodique – n°22/069 – 24 février 2022

Le point de vue

L'ADN au secours de la donnée

Zettaoctet. Cette unité, qui correspond à 1 milliard de téraoctets[1], est utilisée pour quantifier le volume de données informatiques produites par l'humanité chaque année : en 2025, 180 zettaoctets devraient être générés[2]. Si ce nombre donne le vertige tant il est difficile de le conceptualiser, il pose un problème très concret : le stockage de toutes ces données.

Le stockage de données, un défi à l'échelle de l'humanité

Face à cet afflux de données, les infrastructures de stockage font en effet face à trois grands challenges : les limites physiques quant à la densité de données qui peuvent être stockées sur un support ; les coûts de maintenance et de remplacement du matériel, qui ne peuvent que croître avec le nombre de supports et l'évolution des technologies ; et la consommation d'énergie des *data centers*, qui représentait environ 1% de la consommation mondiale d'électricité en 2020. Les dernières prévisions suggèrent que cette consommation énergétique devrait se maintenir entre 1% et 2% de la consommation énergétique globale en 2030, grâce notamment aux progrès réalisés dans le domaine de l'énergie et à l'amélioration constante des équipements et des *data centers.*

En revanche, certains analystes s'attendent à observer une hausse de la demande de supports de stockage bien plus rapide que l'offre. Cette hypothèse conduirait en 2030 à une offre de supports de stockage ne couvrant qu'environ un tiers de la demande. Or, l'effacement des données paraît encore pour beaucoup inenvisageable pour des raisons parfois légales, mais aussi parce qu'il est tout à fait crédible que s'y cachent encore des résultats à ré-analyser et des découvertes à faire. Dès lors, quelles solutions s'offrent à l'humanité pour stocker ses données ?

La biologie à la rescousse

Au risque de tomber dans le cliché, nous répondrons en disant qu'une solution est en nous, et l'a toujours été : il s'agit de l'ADN. Nichée au cœur de la plupart de nos cellules, la molécule d'ADN est en effet le support d'information du vivant par excellence.

L'ADN ne consomme pas d'énergie par elle-même et est remarquablement stable lorsqu'elle est bien conservée : le plus vieil échantillon connu à ce jour date d'il y a environ 1,5 million d'années. De plus, l'ADN permet de stocker une grande quantité d'informations dans un très faible volume. Mais comment s'y prendrait-on pour stocker un fichier sur un support ADN ?

[1] 1 téraoctet permet de stocker 250 films de 2 heures, ou 6,5 millions de pages de PDF.
[2] Sur la base d'une croissance annuelle moyenne du volume des données informatiques de 23% entre 2020 et 2025.

Stocker des données sur de l'ADN : mode d'emploi

Concrètement, l'information constituant le fichier, aujourd'hui stockée sous forme de 0 et de 1[3] sur un support, serait convertie en A, T, C ou G, les quatre nucléotides composant l'ADN.

Cette conversion pourrait d'ailleurs se faire en considérant que, par exemple, A ou T correspondent à 1 (et C ou G à 0), ou mieux, que chaque nucléotide correspond à une combinaison de 2 *bits* : A serait 00, T serait 01, etc., ce qui permettrait d'augmenter la densité d'informations stockées.

La production de cet ADN synthétique, puis son séquençage lorsqu'il faudra « lire » les données qui y sont stockées, sont aujourd'hui des étapes triviales dont les coûts ont très fortement diminué ces dernières années. Alors qu'en 2003, le premier séquençage du génome humain a coûté 3 milliards de dollars, la facture s'élève aujourd'hui à moins de 1 000 dollars par génome.

Pour le stockage, le seul impératif est de conserver les molécules d'ADN dans un support – par exemple, une capsule – avec le moins d'humidité possible. Les « données » pourraient ainsi être laissées à température ambiante sans risque de dégradation pour quelques dizaines de milliers d'années au moins.

La contrainte de ce stockage qui isole les données dans une capsule est bien sûr l'accessibilité rapide aux données stockées. Tant que cette contrainte se fera sentir, le stockage sur ADN ne sera adapté qu'au stockage dit « froid », pour des données qui n'ont pas vocation à être lues ou modifiées régulièrement à moyen terme. Les données de ce type représenteraient tout de même 60% des données existantes, part qui est vouée à augmenter à l'avenir.

Un domaine émergent, mais de grands donneurs d'ordres sur les rangs

Plusieurs organismes de recherche et entreprises s'intéressent au stockage sur ADN. Aux États-Unis, la DARPA[4] et, son pendant dans le renseignement, l'IARPA[5], mènent un projet visant à développer de nouvelles technologies de stockage d'information. Dans le cadre de ce projet, un financement a d'ailleurs été accordé à la start-up française DNA Script, qui synthétise des molécules d'ADN.

Du côté des entreprises, citons Microsoft, mais aussi Twist Bioscience ou encore Catalog DNA. En Europe, l'Allemagne, l'Irlande, mais également le Royaume-Uni, qui peut compter sur la présence du *European Bioinformatics Institute*, s'intéresseraient à ce sujet.

Enfin, en France, en plus de DNA Script, citons Biomemory qui a récemment offert aux Archives nationales deux capsules contenant la Déclaration des droits de l'homme et du citoyen de 1789 et la Déclaration des droits de la femme et de la citoyenne de 1791.

Si le chemin est encore long pour cette technologie à peine sortie des laboratoires de recherche, son impact sur le bien précieux qu'est « la donnée » en fait un sujet deeptech à surveiller de près. ■

Frédéric Jehl
frederic.jehl@credit-agricole-sa.fr

avec la contribution de

Rabindra Rengaradjalou
rabindra.rengaradjalou@credit-agricole-sa.fr

[3] Les fameux *bits*
[4] *Defense Advanced Research Projects Agency*
[5] *Intelligence Advanced Research Projects Activity*

Consultez nos dernières parutions en accès libre sur Internet :

Date	Titre	Thème
23/02/2022	Iran – Où en est l'économie à la veille des résultats des pourparlers de Vienne ?	Moyen-Orient
23/02/2022	Europe – L'Allemagne à la table des faux-semblants ?	Allemagne
22/02/2022	Pérou – À un pitoyable spectacle politique s'oppose une économie "résiliente"	Amérique latine
22/02/2022	Avenir de l'Europe - Les politiques macro-prudentielles	Europe
22/02/2022	Asie – Singapour peut-elle s'imposer comme une alternative crédible à Hong Kong ?	Asie
18/02/2022	Monde - L'actualité de la semaine	Monde
17/02/2022	L'Europe vote Mattarella	Italie
16/02/2022	Italie – Recul de la production en fin d'année	Italie
15/02/2022	ECO Tour 2022 : état de l'économie française secteur par secteur	France, sectoriel, macroéco
14/02/2022	Royaume-Uni– Conjoncture, Flash PIB : faible impact d'Omicron sur le PIB au T4	Royaume-Uni
11/02/2022	Monde – L'actualité de la semaine	Monde
11/02/2022	L'insolente santé de l'économie coréenne	Asie
09/02/2022	France – Comprendre l'accélération récente et les écarts d'inflation suivant les habitudes de consommation	France
09/02/2022	Mexique – Élève sérieux et appliqué	Amérique latine
08/02/2022	Ukraine – L'hiver de la grande incertitude	PECO
07/02/2022	Parole de banques centrales – La BoE à la conquête du temps perdu	Royaume-Uni
04/02/2022	Monde – L'actualité de la semaine	Monde
04/02/2022	Parole de banques centrales - BCE : entre la lettre et l'esprit, les marchés achètent l'esprit	Zone euro
03/02/2022	L'indispensable recyclage des métaux	Mines & métaux
03/02/2022	Inde – Acheter du temps pour soutenir la reprise	Inde
02/02/2022	Zone euro – Conjoncture, flash : une première estimation du PIB à 0,3% au T4 2021	Zone euro
02/02/2022	Mexique – Le risque de résistance de l'inflation	Amérique latine
01/02/2022	Turquie – La crise, derrière l'apesanteur	Turquie

Crédit Agricole S.A. — Études Économiques Groupe
12 place des Etats-Unis – 92127 Montrouge Cedex
Directeur de la Publication et rédacteur en chef : Isabelle Job-Bazille
Documentation : Dominique Petit - **Statistiques :** Robin Mourier
Contact: *publication.eco@credit-agricole-sa.fr*

Consultez et abonnez-vous gratuitement à nos publications sur :
Internet : https://etudes-economiques.credit-agricole.com
iPad : application Etudes ECO disponible sur l'App store
Android : application Etudes ECO disponible sur Google Play

Cette publication reflète l'opinion de Crédit Agricole S.A. à la date de sa publication, sauf mention contraire (contributeurs extérieurs). Cette opinion est susceptible d'être modifiée à tout moment sans notification. Elle est réalisée à titre purement informatif. Ni l'information contenue, ni les analyses qui y sont exprimées ne constituent en aucune façon une offre de vente ou une sollicitation commerciale et ne sauraient engager la responsabilité du Crédit Agricole S.A. ou de l'une de ses filiales ou d'une Caisse Régionale. Crédit Agricole S.A. ne garantit ni l'exactitude, ni l'exhaustivité de ces opinions comme des sources d'informations à partir desquelles elles ont été obtenues, bien que ces sources d'informations soient réputées fiables. Ni Crédit Agricole S.A., ni une de ses filiales ou une Caisse Régionale, ne sauraient donc engager sa responsabilité au titre de la divulgation ou de l'utilisation des informations contenues dans cette publication.