

Procédant comme pour la mémoire, nous avons mené différents raisonnements et utilisé différentes sources d'informations pour produire des estimations variées. Les résultats ne concordent qu'à un ou deux ordres de grandeur près, mais conduisent à affirmer qu'en 2021, on a dépassé 10^{23} opérations par seconde en quantité globale de calcul effectivement mise en œuvre et 10^{24} en capacité globale (non nécessairement active à chaque instant). Un ordre de grandeur au moins sépare donc maintenant mémoire et calcul.

Pourquoi la capacité de calcul s'accroît-elle plus vite que la capacité de stockage ? Plusieurs explications sont possibles.

Du côté des besoins, nous sommes de plus en plus des utilisateurs de calculs dont il n'est pas nécessaire de garder des traces. Ainsi, quand nous parcourons des pages internet, la plupart des informations que l'ordinateur reçoit, manipule (par exemple en préparant les images) et affiche sont rapidement effacées et oubliées, car nous sautons de page en page rapidement jusqu'à trouver ce que nous cherchons. Dans le cas du *streaming* audio ou vidéo, la situation est portée à son comble, car d'un instant au suivant tout est effacé. Déplacer les données, les décompresser et les afficher, tout cela demande du calcul, mais très rapidement la mémoire nécessaire à ces opérations est récupérée et réutilisée. Il en résulte que la pression pour avoir plus de calcul dépasse la pression pour avoir plus de mémoire.

Dans le domaine des algorithmes, de nombreux programmes opèrent massivement des calculs pour ne retenir que le résultat final qui prend peu de place comparé à la taille des calculs menés. Dans le cas de la circulation de l'information sur les réseaux, chaque serveur-relais oublie aussitôt ou assez rapidement la majeure partie de ce qui passe par lui. C'est clair, le développement de l'informatique des réseaux exige bien plus une accélération du calcul qu'une augmentation des capacités de stockage.

LE BITCOIN, UN CAS EXTRÊME

Le cas de la cryptomonnaie Bitcoin est caricatural : le « minage » qui permet d'attribuer les nouvelles unités créées à certains comptes consiste à essayer de produire, quasiment au hasard, une certaine configuration gagnante, comme quand on cherche à obtenir un triple « 6 » avec trois dés en les lançant jusqu'à réussir. L'objectif des « mineurs » de bitcoins est beaucoup plus difficile qu'un triple « 6 » et, chaque seconde, le réseau Bitcoin effectue le lancer des dés numériques environ 10^{20} fois en calculant 10^{20} fois la fonction notée SHA256, dont il efface instantanément le résultat si la configuration attendue n'est pas obtenue, comme quand on ramasse les dés parce que le

3

COMBIEN DE MÉMOIRE AU TOTAL ?

Voici ce qui semble le meilleur raisonnement pour évaluer la mémoire totale des dispositifs électroniques en 2021. On commence par repérer les sources les plus importantes de mémoire de masse créées et vendues en 2021.

Les diverses catégories sont, par ordre d'importance décroissante :

- Les « disques durs » (DD), qui sont des dispositifs de stockage magnétique sur disques rotatifs **A**.
- Les « disques » SSD (*solide state drive*), c'est-à-dire la mémoire de masse sur puces électroniques **B**. Ces « disques » remplacent progressivement les DD, et ils équipent la plupart des nouveaux ordinateurs portables.
- Les mémoires NVM (*non volatile memory*) utilisées pour des accès plus rapides au cœur des ordinateurs.
- Les mémoires optiques (CD, DVD, etc.) **C**, de moins en moins utilisées.
- Les bandes magnétiques, réservées à certains usages professionnels **D**.

D'après le site Datanami (<https://www.datanami.com/2020/02/19/storage-in-the-exabyte-era/>), la partie (a) de la mémoire numérique est la plus importante et représente 60 % de toute la mémoire nouvelle créée en 2021.

Connaître (a) donne donc accès à une évaluation de toute la mémoire créée en 2021. Le site [statista.com](https://www.statista.com/statistics/398951/global-shipment-figures-for-hard-disk-drives/) indique que plus d'un zettaoctet de DD a été fabriqué et vendu en 2020 (<https://www.statista.com/statistics/398951/global-shipment-figures-for-hard-disk-drives/>).

En arrondissant, on arrive à 2,5 zettaoctets pour le total de la mémoire fabriquée et vendue en 2020, et, à quelques pourcents près, à la même valeur pour 2021.

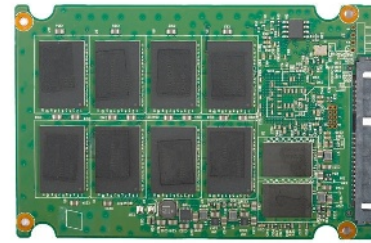
Reste à évaluer la quantité de mémoire produite les années précédentes et encore utilisée en 2021. C'est la partie la plus délicate. Le coefficient à appliquer est certainement situé entre 4 et 10, ce qui conduit donc à une valeur comprise entre 10^{22} et $2,5 \times 10^{22}$ octets pour la mémoire numérique totale sur la planète en 2021.

Le site [import.io](https://www.import.io/post/idc-predicts-the-datasphere-to-reach-160-zettabytes-by-2025/) propose la valeur 7×10^{22} octets et le site [statista.com](https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/) indique 6×10^{22} pour 2020, mais sans donner de détails sur les raisonnements mis en œuvre pour parvenir à ces chiffres (voir <https://www.import.io/post/idc-predicts-the-datasphere-to-reach-160-zettabytes-by-2025/> et <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>).

A



B



C



D

