

Informatique et environnement

Thierry Dumont

14 Novembre 2023

Impact écologique

- Pollution : matériaux utilisés (rares, toxiques,...),
- Énergie.

Évidemment, ces deux aspects ne sont pas indépendants.

Évolution du matériel

En 40 ans :

- Fréquence d'horloge $\times 150$.

Évolution du matériel

En 40 ans :

- Fréquence d'horloge $\times 150$.
- Intégration : 2300 transistors en 1971 contre 18×10^9 en 2017 ($\times 8 \cdot 10^6$).

Évolution du matériel

En 40 ans :

- Fréquence d'horloge $\times 150$.
- Intégration : 2300 transistors en 1971 contre 18×10^9 en 2017 ($\times 8 \cdot 10^6$).
- Stockage : téraoctets pour tous, mégaoctets il y a 40 ans ($\times 10^6$).

À quel prix écologique ?

Dépendance croissante aux matériaux rares

- 1980 : 10 éléments du tableau de Mendeleïev,
- 2010 : 60 éléments.

Dépendance croissante aux matériaux rares

- 1980 : 10 éléments du tableau de Mendeleïev,
- 2010 : 60 éléments.

- aluminium, cuivre, étain, argent,...
- matériaux rares :
 - béryllium, indium et gallium, germanium, palladium, etc.
 - terres rares.

Matériaux rares

Extraction coûteuse, polluante, énergivore et effectuée dans des pays lointains.

Matériaux rares

Extraction coûteuse, polluante, énergivore et effectuée dans des pays lointains.

Électronique : plus grosse consommation :

- indium : 50% de la production mondiale,
- gallium : 48%.

Mais seulement en **très faible quantité** dans les composants.

- Plomb ou cuivre récupérés à 80 ou 90%.
- Indium et gallium (par exemple) : 1%

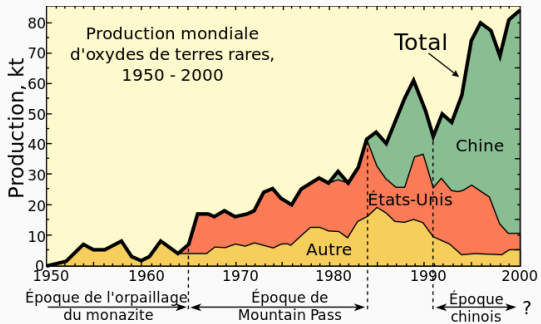
- Plomb ou cuivre récupérés à 80 ou 90%.
- Indium et gallium (par exemple) : 1%
 - faible concentration : recyclage coûteux,
 - cours trop bas,
 - résultat du recyclage : matériaux recyclés de qualité médiocre.

Provenance

- Palladium : Norilsk (Russie) et Ontario.
- Indium : Chine, Corée du sud, Japon ; quasi pénurie.
- Gallium : Chine 80% (toxique).
- Terres rares : Chine.

« la Chine avait annoncé qu'elle réduirait ses exportations et sa production de terres rares de 10% pour 2011 pour des questions environnementales.

« la Chine avait annoncé qu'elle réduirait ses exportations et sa production de terres rares de 10% pour 2011 pour des questions environnementales. Mais, après une plainte déposée par l'Union européenne, les États-Unis et le Mexique à la fin de 2009, l'OMC a condamné le 7 juillet 2011 la Chine à mettre un terme aux quotas imposés pour les terres rares »



Source : Wikipedia, *Terre rare*.

Énergie : hit-parade

Énergie : hit-parade

1. Cryptomonnaies : bitcoin **130 Twh** par an, à lui tout seul.

Énergie : hit-parade

1. Cryptomonnaies : bitcoin **130 Twh** par an, à lui tout seul.
2. Datacenters (monde) : **60 Twh** par an, soit 3% de la consommation électrique mondiale.

Énergie : hit-parade

1. Cryptomonnaies : bitcoin **130 Twh** par an, à lui tout seul.
2. Datacenters (monde) : **60 Twh** par an, soit 3% de la consommation électrique mondiale.
3. La Calcul Scientifique : machine la plus puissante : **0,2 Twh**.
En tout \simeq Datacenters.

Énergie : hit-parade

1. Cryptomonnaies : bitcoin **130 Twh** par an, à lui tout seul.
2. Datacenters (monde) : **60 Twh** par an, soit 3% de la consommation électrique mondiale.
3. La Calcul Scientifique : machine la plus puissante : **0,2 Twh**.
En tout \simeq Datacenters.
4. IA (l'apprentissage profond), pas de chiffre global.
Megatron : 45 téraoctets de données pour l'entraînement, 512 GPU pendant 9 jours \Rightarrow **28 000 KWh** (+ stockage).

Énergie : hit-parade

1. Cryptomonnaies : bitcoin **130 Twh** par an, à lui tout seul.
2. Datacenters (monde) : **60 Twh** par an, soit 3% de la consommation électrique mondiale.
3. La Calcul Scientifique : machine la plus puissante : **0,2 Twh**.
En tout \simeq Datacenters.
4. IA (l'apprentissage profond), pas de chiffre global.
Megatron : 45 téraoctets de données pour l'entraînement, 512 GPU pendant 9 jours \Rightarrow **28 000 KWh** (+ stockage).
5. Le réseau : interconnexion de plus en plus de matériel (5G).
6. Les utilisateurs individuels, ne serait-ce que par leur nombre.

- Processeurs énergétiquement plus efficaces, mais augmentation de la demande de ressources.

- Processeurs énergétiquement plus efficaces, mais augmentation de la demande de ressources.
- *Du moment que ça marche...* algorithmes et programmation sous-optimaux.
- *Obésiciels.*

L'obsolescence programmée

Ententes de fait entre fabricants de matériel et concepteurs de logiciels (*Wintel*).

L'obsolescence programmée

Ententes de fait entre fabricants de matériel et concepteurs de logiciels (*Wintel*).

Téléphones.

L'utilité sociale : une mesure raisonnable de l'impact écologique

L'utilité sociale : une mesure raisonnable de l'impact écologique

1. Datacenters : CC-IN2P3 ou GAFAM ?

L'utilité sociale : une mesure raisonnable de l'impact écologique

1. Datacenters : CC-IN2P3 ou GAFAM ?
2. Calcul Scientifique ou Bitcoin (130 Twh) ?

L'utilité sociale : une mesure raisonnable de l'impact écologique

Les utilisateurs individuels

- Légendes urbaines : coût de l'envoi d'un mail, coût d'un *clic*, etc.

L'utilité sociale : une mesure raisonnable de l'impact écologique

Les utilisateurs individuels

- Légendes urbaines : coût de l'envoi d'un mail, coût d'un *clic*, etc.
- Coprocesseur graphique (GPU)
80 euros et 25 W ou 2000 euros et 350 W (gamer) ?

Quelques remarques

- Durée de vie d'un ordinateur : au moins 10 ans pour un ordinateur fixe, mais il y a l'obsolescence programmée.

Quelques remarques

- Durée de vie d'un ordinateur : au moins 10 ans pour un ordinateur fixe, mais il y a **l'obsolescence programmée**.
- L'alliance Intel-Microsoft a imposé des processeurs gourmands en électricité.

Quelques pistes

- Bannir les utilisations socialement nocives : cryptomonnaies, stockage de données individuelles.

Quelques pistes

- Bannir les utilisations socialement nocives : cryptomonnaies, stockage de données individuelles.
- N'utiliser que la puissance de calcul strictement nécessaire.

- Passer à des systèmes d'exploitation libres (Linux) et à des logiciels libres => fin de l'obsolescence programmée.

- Passer à des systèmes d'exploitation libres (Linux) et à des logiciels libres => fin de l'obsolescence programmée.
- Pour les nouvelles machines, **utiliser des processeurs modernes : architecture ARM ou RiscV** (sur lesquels les systèmes libres sont portables).

- Passer à des systèmes d'exploitation libres (Linux) et à des logiciels libres => fin de l'obsolescence programmée.
- Pour les nouvelles machines, **utiliser des processeurs modernes : architecture ARM ou RiscV** (sur lesquels les systèmes libres sont portables).
- Optimiser au maximum les programmes.

Une référence :

- Collectif Écoinfo (CNRS) : <https://ecoinfo.cnrs.fr/>

Contact :

- mail : thierry@thierry-dumont.fr
- web : <https://thierry-dumont.fr>