

VIE ET RECYCLAGE DES APPAREILS ET SUPPORTS NUMÉRIQUES

Que deviennent tous nos appareils périmés ? Chaque année en France, on vend plusieurs millions de tablettes, ordinateurs, smartphones. Et l'utilisation d'Internet continue à augmenter...

Ces appareils se démodent vite, en quelques années au plus. Alors que deviennent-ils quand ils n'intéressent plus d'utilisateurs ?

Une partie est renvoyée chez les fabricants ; réparés, ils retournent dans le commerce. Mais la plus grande partie est purement et simplement « jetée » (*Figure 1*). C'est un gaspillage gigantesque !



Remarque

L'indium et les terres rares sont des métaux rares mais indispensables à nos appareils actuels.



Figure 1

Vite démodés ou dépassés, de nombreux téléphones, tablettes et ordinateurs rejoignent chaque année les tonnes de déchets.



Les appareils électroniques sont des objets compliqués, ils contiennent de nombreux matériaux et en particulier des métaux rares qu'il a fallu approvisionner avec beaucoup d'efforts (l'extraction des minerais est très difficile) et énormément d'argent.

Il est donc important d'être capable de récupérer ces métaux des vieux appareils et de les réutiliser : on dit « les recycler » (Figure 2).

Figure 2

Porteurs de nombreux matériaux rares et précieux, le recyclage de ces appareils s'impose.



Les ressources sont les quantités disponibles

des éléments recherchés : le nombre et la dimension des réserves minières par exemple.

La pénurie de ressources minérales

La consommation d'un si grand nombre d'appareils électroniques pose une question : y aura-t-il sur la Terre des quantités suffisantes d'éléments nécessaires comme les métaux précieux ou le silicium ?



Puisque les ressources sont limitées – tout comme la planète – on doit exploiter les éléments issus du recyclage des appareils usés comme « une nouvelle ressource ». Ceci se fait encore trop peu à l'heure actuelle mais va devenir indispensable en raison de la croissance mondiale.

On pourrait souhaiter, comme certains, que la croissance s'arrête pour éviter la question des ressources. Mais c'est le point de vue d'une toute petite minorité de gens car personne ne veut vraiment limiter son utilisation des appareils. D'autres proposent de modifier la gestion des appareils pour consommer moins de ressources. Ils mettent par exemple en avant l'éco-conception.

L'éco-conception

Cela consiste à choisir les composants des appareils, non plus uniquement en raison de leur faible coût, mais en tenant compte aussi que les matériaux choisis occasionnent le moins de dommages possible à l'environnement – par exemple, en évitant de surexploiter les ressources les plus rares. Il peut en résulter des appareils un peu plus coûteux ou un peu moins maniables, mais permet de continuer leur fabrication sur un plus long terme.

La gestion des déchets

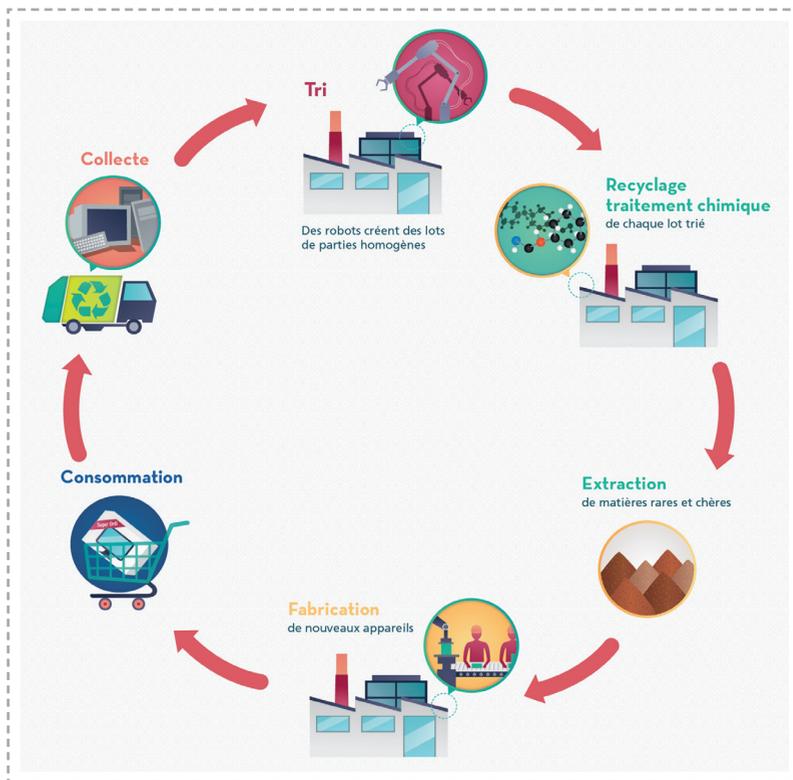
On produit 600 millions de tonnes de déchets par an en France et on ne peut pas tout simplement les stocker sur le sol ou les enterrer parce qu'ils pourraient polluer et dégrader l'environnement. On doit donc les détruire (incinération) ou les réutiliser.

Depuis les années 1990, on a installé l'obligation du tri des déchets pour pouvoir les traiter en fonction de leur nature et en extraire les ressources qui y restent contenues – c'est le recyclage qui a le double avantage d'éviter la pollution qui se développerait si on laissait les déchets bruts dégrader l'environnement, et limiter le recours à des ressources naturelles trop rares (*Figure 3*).



Figure 3

Les vieux appareils mis au rebut doivent être collectés, puis triés et démantelés. Après séparation chimique, on en récupère les matières précieuses pour les réutiliser. Ceci épargne des ressources minérales qui seront de plus en plus rares et chères : c'est le recyclage.



Remarque

Toutes les étapes industrielles (collecte, tri et traitement des déchets) ne sont pas faites dans la même usine. Les opérations, très différentes les unes des autres, requièrent souvent des installations séparées.

Le recyclage est une activité industrielle lourde de par les quantités gigantesques qu'elle doit traiter. Le déchet doit d'abord être trié soigneusement pour rassembler les parties analogues, puis chaque lot doit être traité chimiquement afin de recueillir, aussi complètement que possible, les éléments recherchés (voir encart : l'exemple des écrans plats).



Remarque

On peut extraire des déchets, non seulement les éléments ou les produits chimiques mais aussi l'énergie. Ils sont fréquemment incinérés pour chauffer des locaux industriels. Aujourd'hui, en France, l'incinération des déchets produit plus d'énergie que le solaire et l'éolien réunis.

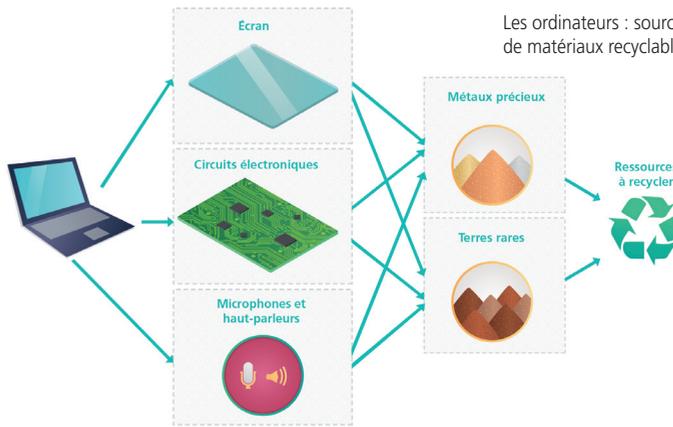


L'exemple des écrans plats

Les écrans plats collectés en France sont traités dans une usine spécialement construite pour cela. Ils y sont démantelés par des robots, les aimants sont séparés, le reste est broyé et traité pour la récupération du verre. Les métaux stratégiques (l'indium ou les terres rares comme le néodyme) qui constituent les pigments produisant les couleurs, sont récupérés des couches sensibles déposées sur le verre (*Figure 4*). Ils sont ensuite réutilisés dans les usines de fabrication de nouveaux appareils.

Figure 4

Les ordinateurs : source de matériaux recyclables.



La sauvegarde des données numériques

Jusqu'à maintenant, tous les documents, qu'ils soient personnels (photos, lettres), administratifs ou professionnels étaient produits sur papier et pouvaient se conserver sur des durées extrêmement longues (des siècles). Ils sont désormais de plus en plus créés par ordinateurs et conservés sur des supports numériques (disques durs, DVD). Mais quelle est la réelle durée de cette conservation ?



Remarque

Les supports numériques les plus répandus dans tous les publics sont les DVD (disque optique réenregistrable).



Figure 5

Extrait d'une publicité des années 2000 et de ses allégations :
« Enregistrer pour l'éternité ! »
(www.philips.com/dvdr)

Les fabricants prétendent souvent que ces supports ont des durées de vie très longues (plusieurs décennies, voire siècles) (Figure 5) mais on observe qu'il n'en est rien ! On voit apparaître des traces de détérioration des disques, conservés dans des conditions standards, au terme d'un beaucoup plus petit nombre d'années (par exemple une décennie) (Figure 6).

Figure 6

Traces de détérioration observées sur des disques (CD), conservés dans des conditions standards, pendant quelques années. On observe des délitements des couches par diffusion des molécules d'eau, des moisissures, des cloques...



Tester la résistance des supports au vieillissement

Des recherches ont été lancées sur les mécanismes du vieillissement des supports ; elles pourraient permettre d'inventer des supports plus résistants que les DVD actuels. Les études utilisent des installations de « vieillissement accéléré » en laboratoire (voir encart : le vieillissement accéléré) (Figure 7).



Le vieillissement accéléré

Les durées de conservation considérées sont trop importantes (années, décennies, voire siècles) pour que les études des mécanismes puissent être faites « en temps réel ».

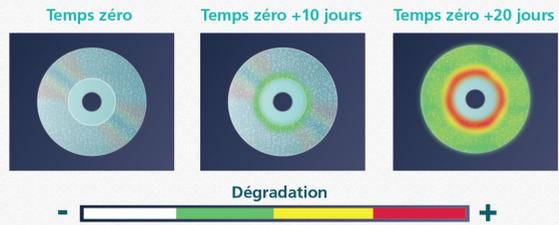
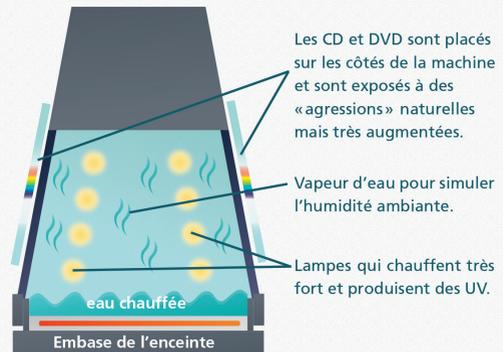
On utilise des chambres d'expérimentation imposant des conditions plus difficiles que les conditions naturelles. Par exemple, une température de 80 °C au lieu de 20 °C, ou encore l'introduction d'éléments corrosifs dans la chambre, ou de vapeur d'eau en excès. Conduites paramètre par paramètre, ces études permettent de cerner les mécanismes du vieillissement. La transposition des temps « en accéléré » aux temps « naturels » est une étape importante. On peut s'aider d'études faites dans les deux conditions (si elles ne mettent pas en jeu des temps trop longs) ou encore de la modélisation des réactions de dégradation par des calculs faits sur ordinateurs (simulation).

Figure 7

Pour mesurer la dégradation dans le temps des supports de données, les chimistes mis au point des installations de « vieillissement accéléré » en laboratoire.

Comment savoir dans quel état seront mes DVD dans 100 ans ?

Les scientifiques ont inventé une machine à « accélérer le temps » !





On constate dans des cas standards – que des archives sont devenues inexploitable en une dizaine d’années – les disques sont devenus très inhomogènes (*Figure 6*). On ne peut donc se reposer simplement sur eux pour la conservation à long terme. On doit de ce fait recourir à des méthodes de conservation (voir encart « conservation des données par archivage actif »).

Conservation des données par archivage actif

Une solution est de recopier les informations périodiquement avant que les supports ne soient détériorés. C’est la stratégie de la « copie éternelle ». On recopie le DVD sur un support neuf, chaque fois que l’on constate une faiblesse. En pratique, il faut le faire tous les deux ou trois ans. Dans les institutions importantes (centres de gestion des données), cela peut être fait automatiquement (robots). Cette stratégie est évidemment très coûteuse.

Le « disque en verre »



Le verre trempé est

un verre d’une très grande résistance, obtenue par le passage rapide de haute à basse température au cours de la fabrication.

Il existe cependant un support de qualité qui a été conçu au cours des recherches : c’est le « disque en verre ». On dépose un film de résine sur un disque de verre « trempé ».

On grave les informations au laser sur la résine. On les transfère ensuite sur le verre par une technique de gravure puis on élimine chimiquement les restes de résine. On protège enfin le dispositif en le recouvrant par un placage de métal et une couche de matière plastique.

Le disque peut être lu sur des lecteurs de DVD classiques. Il passe tous les tests de longévité et pourrait conserver les informations sur des durées de plusieurs siècles (*Figure 8*). Les inconvénients de cette solution sont une faible capacité de stockage (5 Go) qui conduit à des volumes archivés encombrants et le prix du composant qui reste très élevé (150 € le DVD). D’après une étude économique, cette solution serait toutefois la plus avantageuse sur des durées de plusieurs dizaines d’années.



Figure 8

Un nouveau support de données fiable sur la durée : le disque en verre.

Conclusion

Face à l'épuisement progressif des ressources minérales et aux problèmes de pérennité de nos données numériques, de nouvelles activités industrielles importantes vont apparaître : la création d'une filière industrielle du recyclage d'une part et des centres de gestion des données numériques d'autre part.