

# Comment se diriger vers une informatique durable ?

Françoise Berthoud  
LPMCM - CNRS  
25 av des martyrs  
38052 Grenoble cedex  
Francoise.Berthoud@grenoble.cnrs.fr

Eric Drezet  
CNRS-CRHEA  
Rue Bernard Grégory  
06560 VALBONNE  
Eric.Drezet@crhea.cnrs.fr

Violaine Louvet  
Institut Camille Jordan  
43 Boulevard du 11 novembre 1918  
69 622 Villeurbanne cedex  
louvet@math.univ-lyon1.fr

Jean-Luc Pons  
CBS UMR CNRS / INSERM / UM1  
29 rue de Navacelles  
34090- MONTPELLIER  
Jean-Luc.Pons@cbs.cnrs.fr

## Résumé

*La progression de l'offre et des besoins en informatique et électronique, leur démocratisation, s'est accompagnée au cours des dernières décennies par une dépendance de plus en plus étroite de nos différents métiers à cet outil (la recherche, son accompagnement technique, la communication etc.), le rendant incontournable ! Dans le même temps, les graves problèmes environnementaux (pollution, effet de serre, etc.) que nous traversons nous invitent à envisager notre métier, au coeur du système d'information, de façon encore plus globale : prendre en compte l'impact écologique de l'outil informatique dans nos choix, décisions, conseils aux utilisateurs. Cet article présente dans une première partie quelques éléments alarmants du bilan environnemental de l'informatique : de la conception au recyclage. Dans une deuxième partie, nous envisageons les axes de progrès et proposons des actions accessibles à titre individuel ou plus global dans toutes les phases du cycle de « vie » d'un appareil électronique.*

## Mots clefs

Informatique, environnement, économie d'énergie, impact écologique

## 1 Introduction : quel est le problème ?

La progression des besoins en informatique et électronique, leur démocratisation, s'est accompagnée au cours des

dernières décennies d'une dépendance de plus en plus étroite de nos différents métiers à cet outil (la recherche, son accompagnement technique, la communication etc.). Dans le même temps, les graves problèmes environnementaux (pollution, effet de serre, etc.) que nous traversons nous invitent à envisager notre métier, au coeur du système d'information, de façon encore plus globale : il devient nécessaire de prendre en compte l'impact écologique de l'outil informatique dans nos choix, décisions et conseils aux utilisateurs.

Les éléments chiffrés de cet article montrent combien ce facteur est essentiel dans toutes les phases de la gestion et de l'utilisation de l'outil informatique.

Cet article présentera dans une première partie quelques éléments du bilan environnemental informatique depuis la conception jusqu'au recyclage. Dans une deuxième partie, nous envisagerons les axes de progrès au travers des actions de chacun dans toutes les phases du cycle de « vie » d'un appareil électronique et enfin nous donnerons quelques éléments de perspectives.

## 2 Bilan environnemental de l'informatique

### 2.1 Conception d'un ordinateur

Les techniques et les produits qui découlent de la conception d'un ordinateur, réclament énormément de ressources. De plus, la constante progression de la technologie mise en œuvre dans les outils informatiques implique une évolution très rapide des procédés de

fabrication, rendant difficile (dans le passé au moins) l'optimisation en terme d'impact environnemental à cause des temps d'exploitation très courts.

La fabrication d'une unité centrale (un boîtier et son contenu) accompagnée d'un écran 17 pouces représente 1,8 tonnes de ressources réparties de la manière suivante :

- 240 kilos d'énergie fossile
- 22 kilos de produits chimiques
- 1500 litres d'eau

Par comparaison, un ordinateur de 15 Kg réclame **120 fois** son poids en ressources pour sa fabrication, alors que la production d'un réfrigérateur ne représente au maximum que deux fois son poids.

En outre, l'ordinateur contient de nombreux composants toxiques :

- des métaux lourds : 2 à 4 kg de plomb, baryum, béryllium, cadmium, mercure ...
- 1,5 kg de cuivre, de l'or, de l'argent ...
- 7 kg de plastiques
- des substances chimiques dangereuses (50 g d'arsenic, des retardateurs de flammes bromés ...)

qui seront autant de produits agressifs et dangereux pour la santé humaine et l'environnement lors de la fin de vie de l'ordinateur. Par exemple, le secteur informatique consomme à lui seul un quart de la consommation mondiale de mercure, mercure qui est malheureusement encore trop souvent répandu dans la nature en fin de cycle du matériel.

Selon le cabinet Forrester, il y aura 1 milliard d'ordinateurs (personnels) en 2008, puis 2 milliards en 2015. Ainsi, depuis 2003, le nombre d'ordinateurs personnels vendus dans le monde croît de 12,3 % par année, et il devrait en être ainsi jusqu'en 2015.

La pollution liée à la phase de production des ordinateurs est loin d'être négligeable : la Silicon Valley en est un exemple révélateur. C'est l'un des endroits les plus pollués des Etats Unis. Quant aux entreprises responsables, on retrouve ainsi les plus grands noms, d'Intel à Hewlett-Packard, en passant par AMD.

Les équipementiers et fondeurs du secteur informatique ont recours à une soixantaine de substances nocives (solvants, acides, produits caustiques et gaz) pour la fabrication ou pour le nettoyage des pièces. La plupart des nappes phréatiques polluées de la Silicon Valley l'ont été par le trichloréthylène, un solvant dont l'absorption est réputée cancérigène !

## 2.2 Consommation d'énergie et pollution

En toute objectivité, l'informatique n'est pas l'industrie la plus gourmande en énergie. Selon l'APE (Agence de Protection Environnementale Américaine), l'énergie consommée dans l'ensemble des centres de calcul Américains ne représente que 1,5 % de la consommation globale du pays (pour mémoire Les technologies de

l'information produisent autant de CO2 que les transports aériens, soit 2% des émissions liées à l'activité humaine, source Libération, 27/08/07).

Il est d'autant plus difficile de dresser un bilan global qu'une partie de cette consommation permet d'automatiser et de dématérialiser des processus, qui eux, étaient bien plus consommateurs.

Il n'en demeure pas moins que le coût de l'alimentation électrique pourrait atteindre 30% des budgets informatiques dans quelques années si rien n'était fait (source Gardner Group) et que ce coût peut être assez facilement réduit ..

## 2.3 Recyclage

Le dernier point du bilan environnemental d'un ordinateur concerne la pollution liée à son recyclage. En effet, le nombre des Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques (DEEE), ne cesse de progresser. 20 à 50 millions de tonnes de DEEE sont générés chaque année avec une progression constante de quelques pourcents par an !.

La pollution liée à ces DEEE est due essentiellement à la toxicité de certains composants internes et a un impact vital, notamment sur la santé et les ressources en eau douce : ainsi un écran d'ordinateur enterré pollue dix mètres cubes de terre pendant mille ans ...

En Europe, ce sont, selon un rapport de l'Union européenne [1], près de 36 tonnes de mercure et 16 tonnes de cadmium qui sont ainsi rejetées chaque année dans l'atmosphère, essentiellement à cause de l'incinération des DEEE.

Les recherches de l'APE<sup>1</sup> indiquent qu'aux Etats-Unis, les concentrations de mercure mesurées dans le sang chez une femme sur six en âge de procréer sont suffisantes pour créer des dommages chez le fœtus. Cela implique que 360.000 des 4 millions de nouveaux nés enregistrés annuellement dans le pays peuvent développer des maladies neurologiques du fait de l'exposition au mercure avant la naissance.

De même, les retardateurs de flamme, ces contaminants utilisés pour contrer les risques d'incendie, se trouvent à l'intérieur des moniteurs. Une étude du Centre d'expertise en analyse environnementale au Québec les soupçonne d'être responsables d'hyperthyroïdie et de troubles du développement du système nerveux.

Autre produit dangereux, le cadmium, est utilisé comme revêtement de protection pour les métaux ferreux. Quand il est rejeté dans la nature, il est absorbé par les matières organiques dans les sols ainsi que par les organismes aquatiques (moules, huîtres, crevettes, langoustines, poissons). En cas d'ingestion par l'homme, il peut provoquer des gastro-entérites et pourrait être cancérigène.

Egalement utilisé pour la fabrication d'ordinateurs, le chrome hexavalent, substance cancérigène, est un composé

---

<sup>1</sup>APE : Agence Pour l'Environnement

dont on arrose les composants pour en prévenir la corrosion. Présent dans les eaux usées, il peut atteindre la nappe phréatique, et par répercussion se retrouver dans l'eau du robinet. Enfin les polybromodiphényles (PBB) et les polybromodiphényléthers (PBDE), utilisés pour les circuits imprimés pour les rendre ininflammables, ont des effets au niveau des fonctions hépatiques.

A contrario, certains constituants des DEEE sont valorisables, par exemple l'argent, l'or (une tonne de déchet électronique contient 17 fois plus d'or qu'une tonne de minerai d'or), le cuivre (40 fois plus) !

La présence en quantité importante de ces métaux précieux dans les déchets électroniques est à l'origine de comportements « dangereux » de la part des populations des pays en développement qui voient dans la récupération de ces produits le moyen d'augmenter leurs revenus, mettant par la même occasion l'environnement et leur santé en danger à cause des substances dangereuses associés.

### 3 Les axes de progrès

Comme nous venons de le voir, les problèmes environnementaux liés à l'usage de l'informatique sont nombreux. Fort heureusement, ce secteur connaît aujourd'hui une véritable prise de conscience, et des efforts conséquents sont perceptibles à de nombreux niveaux.

#### 3.1 Réglementations

La prise de conscience de l'impact écologique des déchets électroniques par les états n'est pas nouvelle. Un des plus anciens textes français concernant l'élimination des déchets polluants date du 15 juillet 1975 (loi 75-633). Depuis lors, une série de lois et décrets sont venus compléter un arsenal de plus en plus fourni et ils visent maintenant plus précisément les déchets issus de l'informatique.

La directive européenne RoHS<sup>2</sup> (2002/95/CE) vise à limiter l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques. Les substances concernées sont : le plomb, le mercure, le cadmium, le chrome hexavalent, les polybromodiphényles (PBB) et les polybromodiphényléthers (PBDE).

Les concentrations maximales de ces substances sont de 0,1% par unité de poids de matériau homogène, sauf pour le cadmium où la limite est de 0,01%.

Cette directive a donc pour conséquence de réduire la toxicité des futurs déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) et de faciliter leur recyclage. À partir du 1er juillet 2006, tout nouveau produit mis sur le marché dans l'Union Européenne, qu'il soit importé ou fabriqué dans l'Union, doit être conforme à la directive.

---

<sup>2</sup>RoHS signifie "Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment", c'est-à-dire "restriction de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques".

Nous devons être vigilants sur l'application de cette directive, en particulier par rapport au matériel assemblé.

La directive DEEE ou WEEE (2002/96/CE) vise à réglementer le recyclage des déchets d'équipements électriques et électroniques. Elle rend indispensable leur traitement selon des procédés spécifiques. Les objectifs de cette directive sont :

- Augmenter la collecte sélective des DEEE des ménages et contraindre la reprise par la distribution.
- Responsabiliser les producteurs en les contraignant à organiser et financer les collectes et le traitement des DEEE, à compter du 13 août 2005 (matériel professionnel).
- Rendre obligatoire la dépollution de certaines substances ou composants dangereux.
- Rendre obligatoire le recyclage et la valorisation des DEEE.

En France, le décret (2005-829) du ministère de l'écologie et du développement durable transposant ces 2 directives en droit français a été publié le 22 Juillet 2005 au JO avec un an de retard. Il est entré en vigueur le 13 août 2005 pour les matériels professionnels et le 1er novembre 2006 pour les autres matériels (ménagers). Nous y reviendrons dans la suite de l'article.

#### 3.2 Eco-conception, normes et labels

L'éco-conception consiste d'une part à éliminer les produits toxiques du circuit de fabrication des ordinateurs et d'autre part à élaborer des machines moins gourmandes en énergie, tout en consommant moins d'énergie lors de la fabrication.

Les systèmes de management environnemental assurent que les entreprises se conforment à des normes les obligeant à maîtriser leur impact sur l'environnement.

On peut distinguer deux systèmes principaux :

- La norme EN/ISO 14001 est une norme internationale (1996), qui a la particularité de ne pas prescrire d'exigence en matière de performance environnementale et de se limiter à un engagement à se conformer à la législation et à suivre le principe de l'amélioration continue.
- le système EMAS (EcoManagement and Audit Scheme) est un règlement européen qui renforce la politique de prévention dans les entreprises ou les organisations (2001). Il va beaucoup plus loin que la norme ISO 14001, notamment en termes d'information du public.

En complément de l'application de ces normes, les industriels multiplient les initiatives éco-responsables.

Exemple significatif : le projet Climate Savers Computing Initiative (CSCI) [2] est une action des plus sérieuses. Lancé le 12 juin dernier par une quarantaine de grands noms de l'informatique et de l'environnement (dont le WWF), ce rassemblement à but non-lucratif vise à apporter sa pierre à la lutte contre le réchauffement de la planète, en

s'attaquant à la consommation électrique du parc informatique.

La marge de manœuvre est importante puisque selon Urs Holzle, vice-président de Google, 50% de l'énergie réclamée par un PC est dissipée en chaleur, perdue pendant la conversion entre courant alternatif (AC) et courant continu (DC). De surcroît, cette chaleur augmente les besoins en systèmes de refroidissements qui nécessitent... de l'énergie.

Dans le cas des serveurs, le pourcentage d'énergie gaspillée est d'environ 30%.

C'est pourquoi, l'objectif des industriels de l'informatique est de passer d'un rendement de 50% à 90% minimum, ce qui n'est pas insurmontable puisque Google possède déjà des serveurs dont 90 à 93% de l'énergie nécessaire est effectivement utilisée.

Ainsi, il est simplement question d'utiliser des alimentations et régulateurs de tension électrique plus efficaces. « Cependant, ces composants sont plus coûteux » explique Pat Gelsinger, vice-président du Digital Enterprise Group chez Intel. En effet, le surcoût serait de 14 euros dans le cas d'un PC et de 21 euros pour un serveur, ce qui reste toutefois très raisonnable vu l'importante baisse des prix du matériel informatique depuis quelques années.

L'objectif chiffré de l'initiative CSCI est d'économiser 71,6 milliards de kilowatts d'électricité pour l'année 2010. Ce gain permettrait d'éviter l'émission de 54 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an à partir de 2010, c'est à dire autant que les émissions annuelles, tous secteurs confondus, de l'Île-de-France... L'enjeu est donc tout à fait pertinent.

Outre les efforts des industriels en matière de fabrication et d'efficacité de leur produit, un autre volet important de l'éco-conception est l'information et l'éducation des utilisateurs. Elles se font essentiellement par le biais des labels verts pour la préservation de l'environnement.

Nous vous invitons à consulter l'éconews du mois d'octobre [3] pour plus d'informations sur les labels et les différentes initiatives d'étiquetage des producteurs.

De nombreux outils existent donc pour acheter du matériel de façon éco-responsable ; pourtant, c'est Greenpeace avec son "Guide pour une high-tech responsable" [4], un classement sans concession des efforts des plus grands constructeurs de l'industrie électronique, qui interpelle le mieux.

Nous avons un poids considérable sur les fournisseurs en tant qu'acheteur (à titre individuel, ou au titre de l'établissement lorsque les achats sont centralisés) ! Fixons des critères environnementaux dans nos cahiers des charges ! Ceci conduira par exemple à l'acquisition de lame plutôt qu'à des serveurs classiques ; à l'acquisition d'UC disposant de boîtiers d'alimentation efficaces, etc.

### 3.3 Utilisation et réutilisation

#### 3.3.1 Achat

La maîtrise des achats passe par une optimisation dans l'affectation des machines d'un parc informatique. La durée de vie communément admise de 3 ans pour un ordinateur peut être largement dépassée si ce dernier est réaffecté correctement.

Le choix des composants, lors de l'acquisition, devrait se faire sous deux angles : l'évolution possible et surtout les besoins réels. Ce dernier point étant véritablement un chemin d'investigation où il faut mettre en parallèle l'utilisation souhaitée et le matériel nécessaire à cette utilisation en faisant abstraction du tapage marketing poussant à investir dans du matériel « nec plus ultra » forcément très gourmand en énergie (en particulier à cause du surdimensionnement des périphériques internes).

#### 3.3.2 Consommation d'énergie en cours d'utilisation

On entend souvent qu'il est préférable de laisser les ordinateurs en marche et que les démarrages répétés affectent la durée de vie des composants. Si tant est que ce fut vrai dans le passé, ceci n'est plus le cas aujourd'hui. Selon les spécifications des fabricants, les disques durs peuvent démarrer 10 000 à 50 000 fois avant qu'un problème ne survienne soit plus de 45 ans de démarrages quotidiens (calcul sur 220 jours de travail annuel). Le préchauffage d'un écran est négligeable et les pressions répétées sur le bouton de marche/arrêt n'endommagent rien. Les écrans sont conçus pour résister à au moins 20.000 démarrages soit 20 ans à raison de 2 arrêts par jour (midi et soir).

Pour réduire efficacement sa consommation électrique, il suffit de faire le constat suivant : une année complète se compose d'environ 8800 heures. Si on enlève les weekends, les vacances, et si nous comptons 8 heures par jour de travail, nous ne passons qu'un cinquième de notre temps au bureau. Le fait même d'arrêter un ordinateur le soir permet un gain de près de 7000 heures de consommation par an et de diviser ainsi sa consommation électrique par 5.

En même temps que l'ordinateur, il est également recommandé d'éteindre l'ensemble de ses périphériques (imprimante, scanner, disques externes, hauts parleurs, ...) et bien évidemment l'éclairage de la pièce.

Par ailleurs, il ne faut pas confondre économiseur d'écran et économiseur d'énergie. Les économiseurs d'écran maintiennent en fait l'écran sous tension et le calcul des images affichées sollicite fortement la CPU. L'ordinateur est alors en état de fonctionnement permanent et engendre une consommation importante.

Tous les ordinateurs modernes sont équipés de fonctions d'économie d'énergie. Les activer est un bon réflexe. Indépendamment du choix du matériel, on peut accroître les économies d'énergie en réglant la mise en veille des ordinateurs [5].

### 3.3.3 Une seconde vie pour les ordinateurs ?

D'autres pistes sont possibles pour diminuer l'impact écologique de notre informatique. Il n'est ainsi pas obligatoire d'avoir une machine de dernier cri, même pour pouvoir faire tourner des logiciels récents toujours plus gourmands en ressources. Parfois, l'achat de mémoire vive additionnelle, d'un second disque dur suffisent, moyennant quelques dizaines d'euros, à remettre un ordinateur à niveau.

Le rapport d'Eric Williams et Ruediger Kuehr[6], confirme qu'envisager une deuxième vie aux ordinateurs actuels au lieu de les démanteler permettrait de diminuer leur "coût énergétique" par un facteur compris entre 5 et 20.

Un ordinateur qui se trouverait dépassé pour ses tâches habituelles n'est pas forcément voué à la casse. Il peut évidemment être utilisé pour des tâches moins « gourmandes » en cpu, sous des systèmes d'exploitation plus légers (linux) etc ..

Les systèmes de virtualisation permettent, en plus, de cumuler plusieurs services sur une même machine physique.

Les machines de type clients légers sont beaucoup moins gourmandes en énergie et en administration système et peuvent avantageusement remplacer des postes lourds.

D'une façon générale, les choix d'architecture informatique, de mutualisation ont un impact important sur le coût écologique de l'informatique à l'échelle d'une grosse entité ou d'un établissement !

### 3.3.4 A propos des imprimantes et du papier

On estime actuellement que 90% de l'énergie totale nécessaire à l'impression d'une feuille de papier est l'énergie utilisée pour fabriquer la feuille de papier. Les actions qui visent à diminuer le nombre de feuilles de papier utilisées constituent donc les actions les plus efficaces en termes de diminution d'impact écologique : l'utilisation du mode recto-verso, du mode multipage sur des imprimantes réseaux permettent d'obtenir des gains très rapides pour un coût négligeable.

Aujourd'hui le papier recyclé pour imprimante ne pose plus de problème d'encrassement des têtes d'impression. Il ne faut pas hésiter à l'utiliser, il demande 3 fois moins d'énergie et vingt fois moins d'eau que le papier neuf.

Dans le but d'économiser l'encre, le mode « brouillon » devrait être paramétré par défaut, de même que le mode noir et blanc sur les imprimantes couleur. En tout état de cause, il est toujours utile de se poser la question de l'utilité d'une impression avant de la lancer.

Il est bon de savoir que chaque feuille de papier recyclée fait économiser 1 litre d'eau, 2,5Wh d'électricité et 15g de bois.

### 3.3.5 En résumé

Tous ces gestes passent par une démarche importante de sensibilisation de l'utilisateur mais aussi des décideurs (acheteurs, concepteurs d'architecture informatique etc ..).

## 3.4 Déchets électroniques

Environ 20 à 50 millions de tonnes de DEEE sont générés chaque année sur l'ensemble de la planète (2 millions de tonnes pour la France soit 5% de la totalité des déchets municipaux solides c'est-à-dire des emballages plastiques). La masse de ces déchets augmente de 3 à 5 % par an en Europe (3 fois plus vite que les autres déchets).

Sur 14 kg de DEEE (ménagers) par habitant, seuls 2 kg sont actuellement correctement recyclés (les 12 kg restant sont enfouis ou incinérés !).

Avant de décrire spécifiquement la réglementation relative aux DEEE, actuellement en vigueur en France, nous vous proposons ci-dessous un rapide panorama du devenir actuel des DEEE à l'échelle mondiale et des conséquences possibles dans chaque cas de figure.

Plusieurs fins sont possibles :

- En décharge éventuellement après broyage ou compactage : infiltration dans le sol ou rejet dans l'atmosphère
- Incinération : libération de métaux lourds dans l'atmosphère (accumulation dans la chaîne alimentaire), rejets de dioxines et de furanes à cause des PVC
- Réutilisation du matériel, ce qui n'est pas toujours le cas en pratique : « exportés sous couvert de dons ou de vente à des prix défiant toute concurrence, nombre d'ordinateurs ne sont en fait pas réutilisables et sont abandonnés dans la nature ou brûlés, après récupération des métaux précieux », dénonce l'ONG Basel Action Network, spécialisée dans les trafics de déchets électroniques.
- Exportation des déchets (matériel démantelé) (vers des pays en développement, rendue illégale en Europe par la convention de Bâle, mais les Etats-Unis n'ont pas ratifié cette convention)
- Recyclage : la filière de recyclage est en général assez complexe : plusieurs intervenants spécialisés (le démantèlement est souvent confié à des entreprises de réinsertion, les divers éléments sont ensuite confiés à des entreprises spécialisées dans le recyclage des métaux, plastiques, etc ..)

Une pollution à grande échelle liée à cette industrie touche l'Asie et l'Afrique. Le Basel Action Network (BAN) recense les décharges, les filières et plus généralement tous les abus en matière de pollutions électriques et électroniques. Selon lui, et à titre d'exemple, plus de 500 conteneurs de matériel informatique d'occasion sont débarqués chaque mois au Nigeria pour être réparés et réutilisés. Mais près des trois quarts de chaque cargaison se révèlent inutilisables et sont détruits sans précaution ou,

pire, abandonnés dans de vastes décharges. Toxics Alert estimait dans un rapport paru en 2004 que 70 % des DEEE mis en décharge à New Delhi provenaient d'exportations de pays industrialisés.

Concernant le recyclage, "La difficulté principale, ce sont les plastiques", indique Fabrice Mathieux, un universitaire grenoblois spécialiste d'éco-conception de recyclage. "Il n'existe des processus industriels de recyclage que pour trois types de plastiques sur la trentaine couramment utilisés dans la fabrication des DEEE", précise-t-il. La directrice de Valdelec confirme : "Les plastiques sont démantelés, mais leur traitement en est encore à ses balbutiements." Le problème n'est pas technique mais économique : multiplier les processus industriels coûte cher, et il n'y a pas forcément une demande pour chaque type de plastique recyclé.

Du coup, il subsiste un flou sur la portion finalement recyclée de chaque équipement électronique ou électrique, fixée à 65 % de son poids pour un ordinateur par la directive européenne. "Les recycleurs sont souvent obligés de faire un choix entre leur rentabilité et les impératifs de la directive", constate Fabrice Mathieux. La directrice de Valdelec explique avec franchise : "Nous ne sommes pas encore vraiment contrôlés, bien malin qui peut dire si tout le monde respecte le taux de recyclage."

Mais quelle est la réglementation en la matière ? Outre les directives européennes présentées plus haut, la convention de Bâle interdit toutes les exportations de déchets dangereux (UC, écrans démantelés) vers des pays en développement.

La législation européenne est la plus avancée en termes de gestion des déchets électroniques, mais elle présente plusieurs failles que certains s'empressent d'exploiter. S'il existe un principe selon lequel le constructeur est obligé de recycler ses produits, personne n'indique comment et où ils doivent l'être. Il est finalement possible de vider les remblais en France, pour remplir les décharges au Nigeria ou en Chine.

Outre la directive RoHS présentée dans la première partie de cet article, la directive DEEE, en application depuis août 2005 en France (pour le matériel professionnel), facilite la collecte et le recyclage du matériel informatique. Ces étapes sont désormais sous la responsabilité des fabricants. Les conséquences pour les administrations et les simples utilisateurs dépendent de la nature des Equipement Electriques et Electroniques : ménagers ou professionnels :

Par définition, les DEEE ménagers sont « les déchets issus d'équipement électriques et électroniques provenant des ménages ainsi que d'équipements qui, bien qu'utilisés à des fins professionnelles ou pour les besoins d'associations, sont similaires à ceux des ménages en raison de leur nature et des circuits par lesquels ils sont distribués ». Par opposition, un EEE professionnel est un EEE qui n'est pas ménager.

Pour les DEEE issus d'EEE professionnels mis sur le marché après le 13 août 2005, les producteurs sont tenus par principe de prendre en charge l'organisation et le financement de l'élimination des DEEE. L'écotaxe n'est

donc pas appliquée ; par contre le fournisseur peut facturer ce service via une participation financière (participation écologique ou autre dénomination). L'acheteur n'est pas dans l'obligation de s'acquitter de cette taxe parce qu'il peut décider de prendre en charge les coûts de recyclage de ce matériel lorsqu'il sera obsolète, via une filière qu'il aura choisie en fonction du contexte (par exemple, il choisit une filière qui prendra en charge l'ensemble de ses DEEE, indépendamment de leur marque), ce choix doit être stipulé de façon contractuelle lors de l'achat du matériel.

Depuis novembre 2006, l'écotaxe appliquée aux produits relevant des EEE permet de financer des éco-organismes (ces derniers se chargent de mettre en place les filières de recyclage).

Lors de l'achat d'un produit qui relève des EEE ménager, cette écotaxe permet de financer les filières de recyclage et donc, à la fin de la vie de l'appareil, le propriétaire pourra soit le déposer en vue de son recyclage dans une déchetterie prenant en charge les DEEE (dépendante de son lieu de résidence) soit le confier à un distributeur lors du renouvellement de l'appareil. Cette écotaxe n'est pas négociable.

Dans nos établissements, en fonction du fournisseur, la filière d'achat n'est pas obligatoirement reconnue comme une filière d'équipements électroniques professionnels (du point de vue du fournisseur et donc du point de vue de la réglementation), par conséquent il est possible que le matériel relève du domaine des déchets ménagers. Dans ce cas, le laboratoire doit s'acquitter de l'écotaxe et le fournisseur "doit" reprendre gratuitement le matériel en fin de vie.

Dans le cas contraire (déchets professionnels), le laboratoire est responsable de la gestion des déchets professionnels historiques (mis sur le marché avant le 13 août 2005) et doit être attentif aux problèmes liés à la propriété du matériel désuet ainsi qu'aux logiciels que ce matériel peut comporter. Par contre, depuis le 13 août 2005, les constructeurs sont responsables du retraitement des équipements qu'ils mettent sur le marché (directive DEEE). Chacun d'entre eux a ainsi dû mettre en place une procédure de récupération du matériel suivie d'un retraitement adapté.

Dans le contexte particulier des laboratoires de recherche de nombreuses questions récurrentes se posent à propos des domaines et/ou sorties d'inventaires. En particulier : que faire pour se débarrasser d'un matériel "obsolète" ? Succinctement : un matériel inventorié, qui ne fonctionne plus, doit être sorti de l'inventaire (démarches auprès des services financiers de l'entité qui a financé le matériel). Ce matériel reste la propriété de l'état ! Par conséquent l'utilisateur (le laboratoire par exemple) doit s'adresser au service des domaines ([7]) qui correspond à son département (géographique). Plusieurs possibilités sont offertes à partir de l'extranet des ventes domaniales [8] :

- une session à titre gratuit (pour une association de parents d'élèves, aide aux devoirs ou une association caritative qui fournit ces matériels à des personnes en difficultés)

- une vente au personnel (c'est le commissaire aux ventes qui fixe les prix)
- une session (administrative) aux domaines.

Dans tous les cas, le matériel n'est pas déplacé par le service des domaines, il est contrôlé par le service adéquat, qui décide soit de sa destruction, soit de sa revente. Lorsque le matériel peut être détruit, l'utilisateur obtient de la part des domaines un bon pour destruction (délai total de l'opération : environ 2 mois). L'utilisateur peut alors selon le cas, soit utiliser les services des "ateliers du bocage", soit utiliser une autre entreprise. Nous attirons votre attention sur le point suivant : lorsque vous remettez votre matériel à un "récupérateur de matériel", vous devriez vous assurer de la chaîne que suit le matériel; en effet il peut être simplement broyé et mis en décharge (ou brûlé) ou alors démantelé et recyclé. Dans le premier cas, le plus souvent, les matériaux dangereux ne sont évidemment pas retirés avec le broyage (pile par exemple ...) !

Lorsque le matériel est revendu aux enchères par les domaines, il est, dans de très nombreux cas, acquis par des acheteurs issus de pays en voie de développement (possible puisque le matériel est soi-disant en état de fonctionnement) ...

#### 4 Le groupe de travail EcoInfo

Fort de ces constats alarmants en termes d'impact environnemental de l'informatique, le groupe de travail EcoInfo, créé en 2006, s'est donné pour objectif d'informer, de sensibiliser et d'agir. Depuis la création du groupe, le paysage s'est réellement bouleversé du côté des producteurs (prise de conscience, prise en compte de la problématique environnementale dans les processus de fabrication ...). Dans nos laboratoires et administrations, on assiste à une lente évolution de la prise en considération de ces problèmes environnementaux, parfois associée à des actions visant à réduire l'impact de ces matériaux polluants (voir par exemple l'expérience de l'EPFL [9]). L'expérience du campus de Lyon mérite également d'être citée ([10]).

Il semble évident aujourd'hui que les actions de sensibilisation sont insuffisantes.

Il est nécessaire de passer à l'action, par le biais de conseils plus ciblés, plus pragmatiques dans une approche globale de réduction de l'impact environnemental de nos entités. Il nous apparaît que la mise en place d'indicateurs permettrait de mesurer l'impact réel des efforts de chacun (mesure globale d'efforts individuels). Nous consacrerons la fin de l'année 2007 au développement de ce type d'actions.

#### Bibliographie

- [1] rapport de l'UE : <http://europa.eu/bulletin/fr/200011/p104033.htm>
- [2] initiative ICSC : <http://www.climatesaverscomputing.org/>
- [3] Econews octobre 2007 : <http://www.eco-info.org>
- [4] Guide pour une informatique responsable, Greenpeace, <http://www.greenpeace.org/raw/content/france/press/reports/guide-pour-une-high-tech-responsible-septembre-2007.pdf>
- [5] Veille, hibernation : <http://www.eco-info.org>, rubrique agir / utiliser
- [6] "Ordinateurs et environnement" d'Eric Williams et Ruediger Kuehr, chercheurs à l'Université des Nations Unies (UNU), 2005
- [7] Documentation de la DNID relative au matériel informatique : <http://www.dnid.fr/IMG/File/pdf/Notice%20et%20Convention%202019-02-07.pdf>
- [8] Extranet des ventes domaniales : cf site <http://extranet.ventes-domaniales.fr/>, hotline 0145116464 pour obtenir un login )
- [9] Retour d'expérience de l'EPFL (Suisse) : [http://usine21.org/IMG/pdf/Rapport\\_STS\\_Favaretto\\_Beguini.pdf](http://usine21.org/IMG/pdf/Rapport_STS_Favaretto_Beguini.pdf),
- [10] [http://www.univ-lyon1.fr/adminsite/objetspartages/liste\\_fichiergw.jsp?OBJET=DOCUMENT&CODE=1127118577592&LANGUE=0](http://www.univ-lyon1.fr/adminsite/objetspartages/liste_fichiergw.jsp?OBJET=DOCUMENT&CODE=1127118577592&LANGUE=0)

