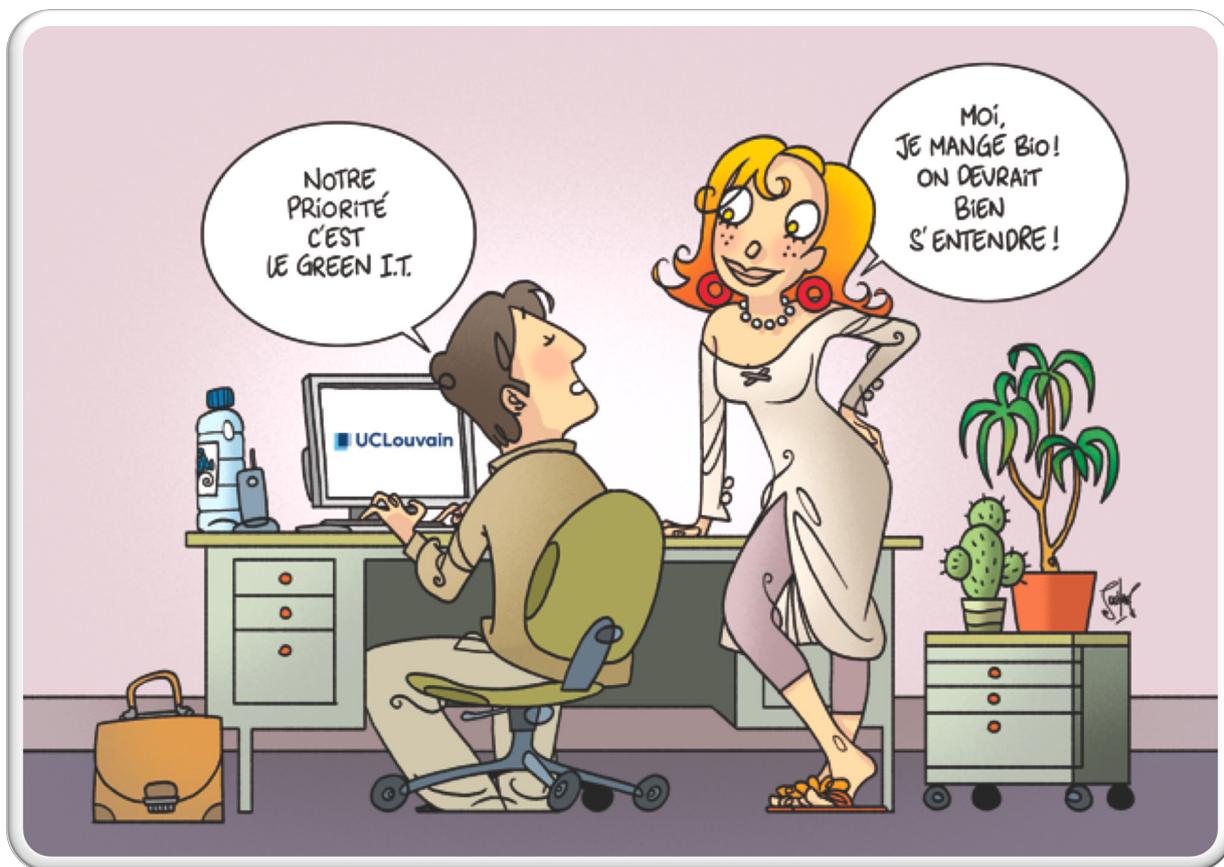


# Vers un numérique responsable à l'UCLouvain



**Hubert Broze**  
**Prof. Yves Deville**

Chargé de mission au SGSI  
Conseiller du Recteur pour l'Université Numérique  
Dessins de Serge Dehaes



Le développement durable fait partie des priorités institutionnelles de l'UCLouvain. L'empreinte écologique du numérique est aujourd'hui colossale. Le numérique responsable, aussi appelée green IT (Information Technology), vise à réduire l'empreinte écologique, économique et sociale du numérique. Au travers de cinq thématiques IT liées à l'université (poste de travail, zéro papier, cloud et data center, communication, logiciel), les enjeux du numérique responsable sont mis en avant afin de favoriser une prise de conscience des utilisateurs et de proposer des pistes d'amélioration.

# TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION</b> .....	4
<b>POSTE DE TRAVAIL</b> .....	6
Contexte .....	7
A l'UCLouvain .....	9
Propositions .....	10
<b>ZERO PAPIER</b> .....	11
Contexte .....	12
A l'UCLouvain .....	12
Propositions .....	13
<b>CLOUD ET DATA CENTER</b> .....	14
Contexte .....	15
A l'UCLouvain .....	16
Propositions .....	18
<b>COMMUNICATION</b> .....	19
Contexte .....	19
A l'UCLouvain .....	21
Propositions .....	23
<b>LOGICIEL</b> .....	24
Contexte .....	25
A l'UCLouvain .....	26
Propositions .....	26
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	27



# INTRODUCTION

## Quelques chiffres

1  
2  
3  
4  
5  
6

L'empreinte annuelle électrique de l'écosystème ICT (Information Communication Technology) est estimée à 1,500 TWh (2013), soit 10% de la production mondiale ou l'équivalent de toute l'électricité produite conjointement par l'Allemagne et le Japon.

Au cours de ces 10 dernières années, la consommation électrique des TIC a augmenté de 10% par an.

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) représentent 2% des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans le monde, soit autant que l'industrie aéronautique mondiale.

Chaque seconde, dans le monde, il y a 2.539 appels Skype, 59.726 recherches Google, 43.633 GB de trafic Internet, 68.835 vidéos YouTube visionnées, 2.579.927 emails envoyés.

Aujourd'hui, 40% de la population mondiale a accès à Internet (3.2 milliards). Près de 90% devrait y avoir accès d'ici 2035 (9 milliards).

Les data centers indispensables à la navigation sur le Web et à la circulation des 300 milliards de mails, photos ou vidéos envoyés quotidiennement, peuvent consommer autant d'énergie qu'une ville de 200 000 habitants.

Sources : [OneSecond2018], [Fournier2015], [Mills2013], [Weiler2014], [AGIT2017]

Le changement climatique majeur que nous connaissons est lié au développement de l'activité humaine. Les conséquences du changement climatique portent sur l'érosion de la biodiversité et la dégradation des écosystèmes indispensables à la vie. Au cours des 50 dernières années, l'homme a modifié les écosystèmes qui l'entourent de manière plus rapide et plus importante que durant toute période comparable de l'histoire humaine. Les ressources énergétiques non renouvelables s'épuiseront un jour au rythme actuel de leur exploitation. En ce qui concerne les ressources minérales nécessaires aux composants électroniques, l'état des réserves nous indique une raréfaction de la plupart de ces ressources d'ici la fin du siècle. L'obligation d'une transition vers une société plus durable est aujourd'hui évidente. Les conférences COP, les mesures gouvernementales et industrielles, et les actions des ONG se multiplient afin d'accentuer la prise de conscience des gouvernements et décideurs politiques et d'influer les industriels.

## L'UCLouvain et le développement durable

L'UCLouvain s'est engagée à faire du développement durable une de ses priorités. L'université s'est ralliée et a signé la 'Déclaration de l'Enseignement supérieur pour le développement durable' lors de la Conférence des Nations Unies pour le Développement Durable [Rio+20-2012]. Plus récemment, le Service Général du Système d'Information de l'UCLouvain (SGSI) a intégré cette dimension dans son plan stratégique.

## L'empreinte numérique

Les nouveaux produits et services numériques, vecteurs d'emploi et de croissance des entreprises, transforment l'ensemble des secteurs d'activités. La fabrication des composants électroniques nécessaire à l'IT, ainsi que leur utilisation ont un impact majeur sur l'environnement (besoins énergétiques, ressources naturelles, émission de gaz à effet de serre, production de déchets, ...). Cette empreinte numérique colossale relativise la vision écologique de l'économie dématérialisée, avec ses télé-réunions, son commerce en ligne ou ses téléchargements.

## Le numérique responsable

Le *numérique responsable*, aussi appelé *IT durable* ou *green IT*, vise à réduire l'empreinte écologique, économique et sociale des technologies de l'information et de la communication. Cette démarche intègre la performance environnementale depuis la conception des produits jusqu'à leur fin de vie [GreenIT]. Lorsque l'IT est utilisée pour améliorer l'empreinte écologique d'un autre produit ou service (hors IT), on parle alors de *IT for green*, ou de *green by IT*. Ce dernier aspect n'est pas abordé dans ce document qui se concentre sur le *numérique responsable*. Un ensemble de bonnes pratiques intéressantes pour un numérique responsable sont décrites dans [Opquast].

## Thématiques pour un numérique responsable

L'objectif de ce document est d'abord de prendre conscience des enjeux du numérique responsable ; ensuite de proposer des pistes d'amélioration concrète pour l'UCLouvain. Différentes thématiques de l'IT sont concernées par le numérique responsable. Cinq thématiques plus particulièrement liées à une université sont mises en avant dans ce document : les postes de travail, le zéro papier, le cloud et les data centers, la communication, et les logiciels. Pour chacun de ces thèmes, le contexte est présenté avant de décrire la situation à l'UCLouvain et de proposer des pistes d'amélioration. Quelques chiffres significatifs sont également mis en avant.

Ce document est le résultat d'une mission confiée conjointement aux auteurs par les autorités de l'université. Pour réaliser cette mission de nombreuses personnes ont été consultées.

## POSTE DE TRAVAIL

### Quelques chiffres

1 La fabrication d'un ordinateur de bureau nécessite 100 X son poids final en matières premières et génère plus de pollutions chimiques que le poids du produit fini.

2 Un iPhone X est environ 300 fois plus puissant que le super ordinateur Cray-2 de 1985.

3 La durée moyenne d'utilisation d'un ordinateur a été divisée par 3 en 25 ans, passant de 10 ans à 3 ans.

4 La mémoire nécessaire pour composer un texte a été multipliée par 70 en 12 ans.

5 Entre 60 à 300 arbres sont nécessaires pour absorber les émissions de CO2 dégagées par un seul ordinateur allumé 24h sur 24 en un an.

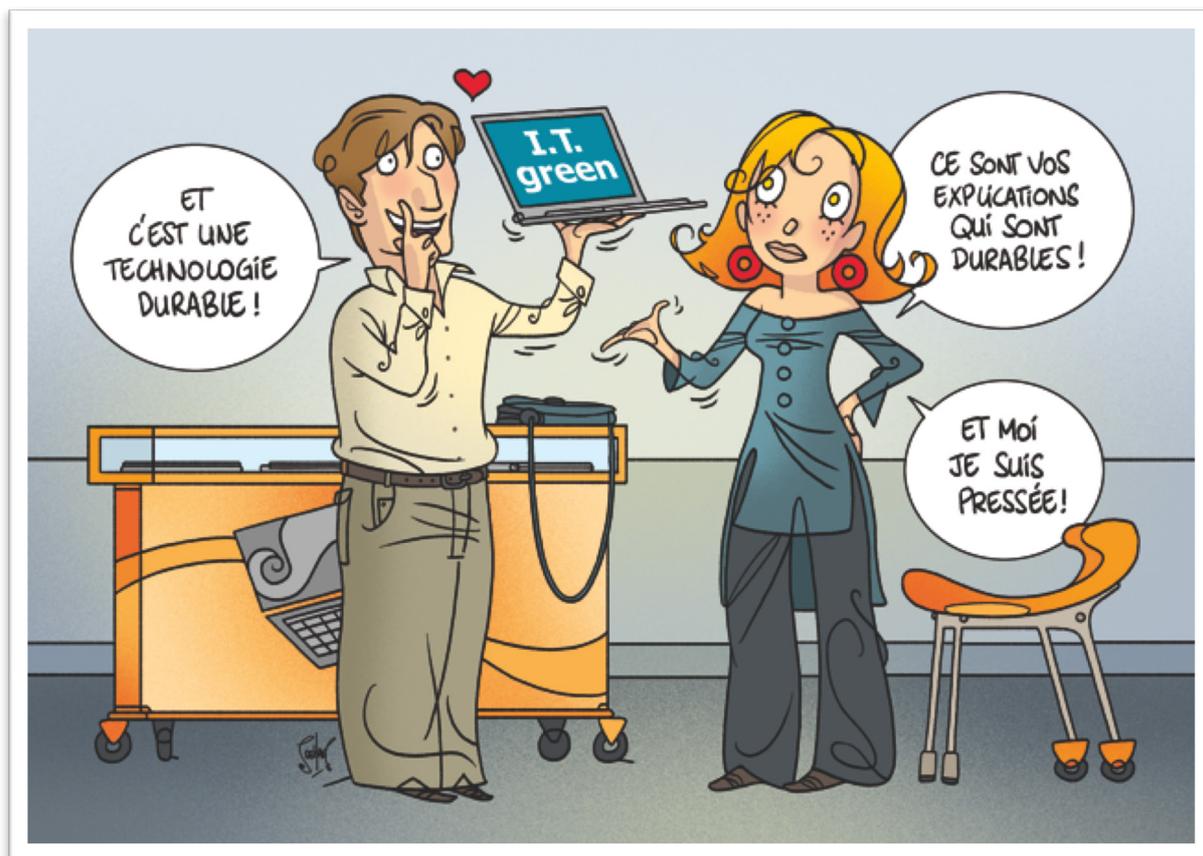
6 La fabrication d'une puce électronique de 1 gramme nécessite environ 16 kg de matières premières.

7 70% des métaux lourds présents dans les décharges publiques des Etats-Unis proviennent de matériaux électroniques.

8 Environ 50 millions de tonnes de déchets électroniques ont été générés en 2017.

9 Par habitant, l'Europe et les Etats-Unis génèrent quatre fois plus de déchets électroniques que le reste du monde.

Sources : [WWF2011], [AGIT2017], [DATANEWS2017], [Bordage2016]



## Contexte

### Des PC de plus en plus puissants

Les premiers PC d'IBM pouvaient traiter l'information plus rapidement que les « mainframes » 20 ans plus tôt. Aujourd'hui, un iPhone X est environ 300 fois plus puissant que le super ordinateur Cray-2 (1985) qui a été utilisé pour la conception du Boeing 777. Toute cette puissance est-elle indispensable ? La seule mise à jour de l'outil de bureautique Office nécessite un ordinateur deux fois plus puissant (CPU et mémoire) tous les deux ans. Imaginez-vous une voiture deux fois plus puissante tous les deux ans afin de parcourir le même nombre de kilomètres à la même vitesse [Bordage2016] ?

### Consommation électrique

Pour diminuer la facture d'électricité des postes de travail, le choix se porte alors dans les organisations sur le contrôle proactif de la consommation énergétique, par une gestion intelligente de l'alimentation et l'utilisation du mode veille ou veille prolongée des PC. Des conseils aux usagers complètent l'ensemble. Les constructeurs de composants (mémoires, processeurs, disques, ...) sont en perpétuelle recherche pour déployer du « hardware » de moins en moins énergivore et dégageant également moins de chaleur. La densité des composants devient par contre importante, ce qui conduit à la nécessité d'une ventilation plus importante.

## Taux de renouvellement trop élevé

Dans le monde, la moitié des ordinateurs de bureau sont dans les entreprises (l'autre moitié concerne le tout public) ; le taux d'équipement progresse d'environ 10% par an. Parmi les raisons du renouvellement rapide des PC, on peut citer l'obsolescence programmée, mais aussi les évolutions technologiques, la baisse des coûts, l'ergonomie et les exigences logicielles. Le changement de poste de travail s'impose souvent avant même qu'il soit en fin de vie ! Il faudra donc fabriquer plus d'ordinateurs. Or, il est prouvé que l'impact environnemental de la fabrication d'un poste de travail est plus élevé que durant toute sa phase d'utilisation.

## Achat responsable

Depuis plusieurs années, les initiatives en matière d'achat responsable ont conduit à l'établissement de normes et réglementations visant à concevoir, fabriquer et industrialiser des produits de plus en plus respectueux de l'environnement. Des éco labels tels que Energy Star, 80 Plus ou EPEAT Gold [ECOCONSO] sont décernés à des matériels proposant des avancées significatives en matière de réduction de l'impact environnemental comme : la diminution de la consommation d'énergie, de l'emploi de substances dangereuses et l'emploi de matériaux recyclés (et donc recyclables) dans leur fabrication. Des normes telle que ISO14001 définissent une série d'exigences spécifiques à la mise en place d'un système de management environnemental au sein d'une organisation. Une garantie minimale portée à 5 ans assure également une durée plus longue ainsi qu'un matériel solide et fiable.

## Le recyclage

Un trop grand nombre d'ordinateurs finissent encore dans une décharge. Les produits toxiques qu'ils contiennent infiltrent les sols puis la nappe phréatique et remontent la chaîne alimentaire. Les causes de cette prolifération d'e-déchets sont le nombre croissant de produits, l'accroissement de la population en mesure de se doter de ces produits, ainsi qu'une longévité toujours plus courte des gadgets suite aux progrès technologiques et aux tendances en vogue.

Les rebus électroniques non recyclés ou non traités correctement, sont une menace pour l'environnement. Car l'on y trouve des métaux précieux. Pour extraire ces métaux des rebus, il faut brûler les déchets ou utiliser de l'acide, ce qui peut entraîner une pollution de l'eau et de l'air, et un risque pour la santé (cancer, stérilité). Aucun continent ne produit plus d'e-déchets que l'Asie. Mais par habitant, l'Europe et les Etats-Unis génèrent encore et toujours quatre fois plus de déchets électroniques, dont une grande partie aboutit dans des pays en voie de développement [DATANEWS2017].

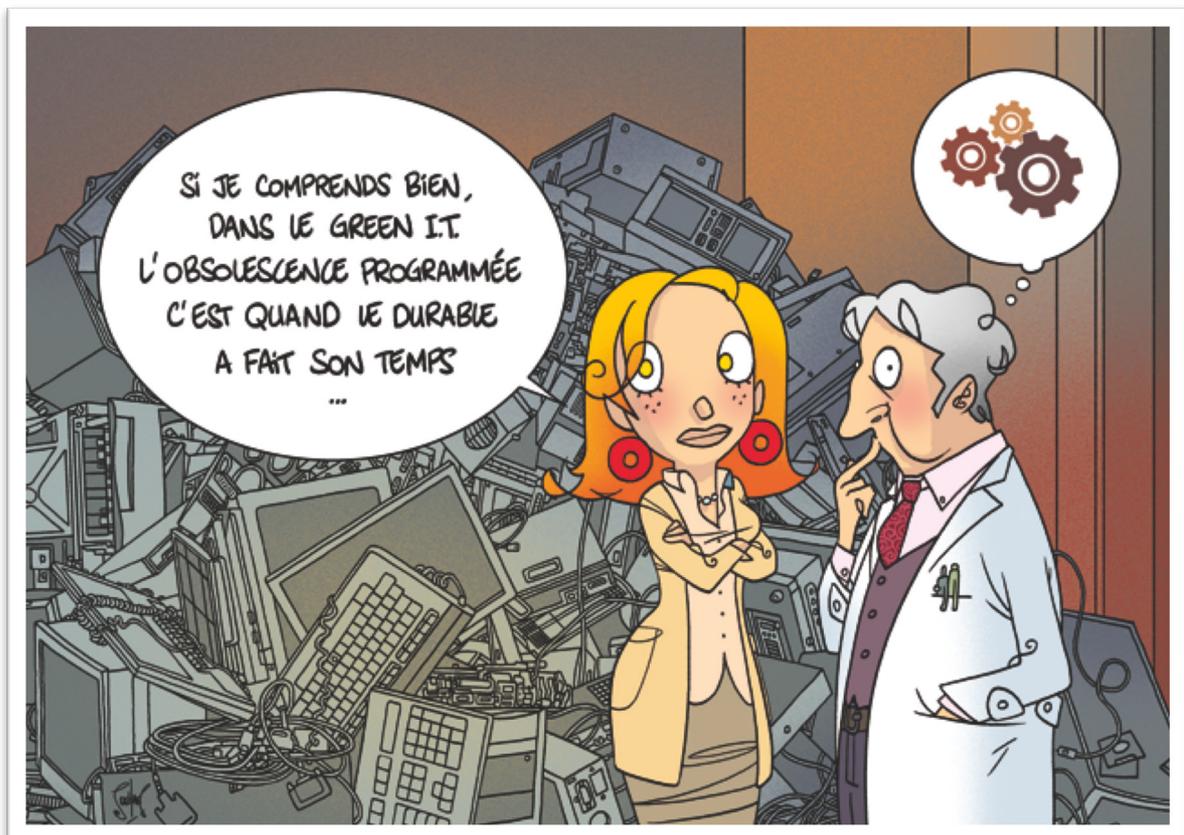
## A l'UCLouvain

L'UCLouvain distingue plusieurs catégories de postes de travail, dont les principaux sont le PC et le Mac, avec 25% de portables. A cela s'ajoutent les smartphone et tablettes. Des clients « légers » sont également utilisés à l'UCLouvain (e.g. postes de consultation en bibliothèques) mais dans une moindre mesure. Un client léger peut se contenter d'une machine cliente minimaliste pour fonctionner étant donné qu'elle ne dispose d'aucun logiciel ; ceux-ci sont exécutés sur un serveur distant.

Il y a en 2018 à l'UCLouvain 5.020 ordinateurs de bureau et 3.870 portables répertoriés. Le SGSI a mis en place une « gestion de parc informatique » offrant des services adaptés : standardisation des modèles et des configurations ; mise en place d'outils de génération et de déploiement de configurations logicielles ; possibilité d'interventions y compris à distance ; politique de recyclage et de seconde vie.

Pour répondre à nos marchés publics, certaines normes environnementales doivent être respectées par les fournisseurs. Les entreprises sont tenues de prouver leur accréditation. Cela couvre le respect du droit du travail, l'utilisation d'un processus de fabrication respectueux de l'environnement, l'interdiction de substances toxiques. Le cycle global est généralement repris, y compris les sous-traitants, l'assemblage, le transport, l'emballage, le recyclage.

Le Centre de gestion des déchets du service interne SERP (Service de sécurité et de radioprotection) assure l'enlèvement du matériel électronique et informatique hors d'usage. En 2017, ce service en a récolté plus de 13 tonnes. Il en assure également la logistique, le recyclage ou le reconditionnement (par des sociétés spécialisées). La traçabilité est également prise en compte : depuis l'origine du matériel jusqu'à la destination finale. SERP assure également la collecte des piles et accumulateurs ainsi que des consommables informatiques : les cartouches à jet d'encre, les toners pour imprimantes lasers, les toners pour photocopieuses, etc.



## Propositions

### Achat de postes adaptés

Privilégier l'usage de l'ordinateur portable avec une dock-station et un grand écran sur le bureau (moins de pertes énergétiques, flexibilité, mobilité). Proposer plusieurs modèles (puissance, mémoire, disque interne ...) selon les usages. Poursuivre la réflexion du client léger, des PC virtuels et des applications virtualisées. Eduquer les utilisateurs à limiter les investissements en appareils mobiles. Lutter contre le gaspillage. Suivre les guides en ligne pour effectuer des achats écoresponsables. Informer les utilisateurs sur l'impact écologique des produits qu'ils utilisent. Exiger des éco labels ou normes environnementales lors d'appels d'offre.

### Utilisation responsable

Mieux exploiter (et vérifier) les possibilités de mise en veille automatique dès que l'utilisateur interrompt l'activité avec son ordinateur. Recommander des écrans de veille sobres et proscrire toute animation.

### Augmenter durée utilisation.

Là où c'est possible, allonger la durée de vie du poste de travail d'un ou deux ans (pour atteindre 6 ans minimum). Ceci peut nécessiter une reconfiguration hardware ou software ou encore un changement d'affectation. Augmenter la durée de garantie et/ou s'assurer de la possibilité d'obtenir des pièces de rechange en cas de panne.

### Recyclage

Réparer si possible ; prolonger la vie du poste pour d'autres usages (internes ou externes). Recycler obligatoirement, par l'organisation déjà en place à l'UCLouvain (via SERP). Inviter chaque entité de l'UCLouvain, à ne pas garder du vieux matériel électronique et informatique, mais à faire appel à SERP. Une campagne est à réaliser de manière régulière. Idéalement, s'assurer que les données soient détruites de leurs supports magnétiques avant enlèvement, si SERP ne peut le garantir avec les sociétés de service.

# ZERO PAPIER

## Quelques chiffres

Augmentation de la consommation papier d'un facteur 10 en 50 ans, avec une baisse progressive depuis 2010.

On imprime environ 30 feuilles par jour par salarié dans les grandes entreprises en France.

14% des impressions ne sont jamais lues.

Sources : [AGIT2017]



## Contexte

Les papiers ont envahi les écoles, les bureaux, les maisons, ... Le taux de recyclage est encore faible et la quantité de déchets d'impression produits chaque année se chiffre en milliers de tonnes. Même si les coûts de production documentaire représentent un budget relativement faible au sein d'une large organisation, l'empreinte environnementale de l'impression est un enjeu important. Réduire le nombre d'impressions et de photocopies est prioritaire.

## Le concept de dématérialisation

Grâce au développement des TIC, la plupart des entreprises se sont lancées dans un processus de dématérialisation de leurs documents papier. Elles en tirent des gains d'efficacité et de productivité. Les échanges de données sont désormais intégrés dans les processus administratifs du système d'information, en intra- ou en extra- entreprise. Les voies électroniques suppléent la plupart des autres formes de communication de données. Les avantages de rapidité, de fluidité, de sécurité et de traçabilité plaident également en faveur de cette évolution. La cryptographie permet au support électronique de devenir aussi probant que le support papier. La question de reprendre le passif (colossal) ou de se limiter à l'actif (flux entrant) est désormais une question importante qui se pose à chaque organisation.

## Achat responsable

Pour le papier, l'éco-label FSC donne la meilleure garantie d'une exploitation responsable des forêts. La norme NF Environnement s'applique aux cartouches d'encre d'origine ou remanufacturées. Pour les imprimantes, TCO s'appuie sur des critères tels que l'ergonomie du matériel, la consommation d'énergie, la certification ISO14001 (management environnemental de l'organisation) du fabricant, le faible bruit, le respect de la directive RoHS et la recyclabilité des matériaux.

## A l'UCLouvain

De bonnes pratiques existent à l'UCLouvain par initiatives individuelles et/ou par évolution des services et processus administratifs. On constate depuis plusieurs années une diminution de la consommation papier globale à l'échelle de l'UCLouvain (de 20% à 30%).

## Equiperment et consommables

Des imprimantes multifonction sont déployées en réseau en lieu et place d'imprimantes individuelles (consommables standards et mutualisés, toners recyclables et rechargeables, fonction R/V, multi-bac, fonction scan to Mail, meilleur contrôle des documents imprimés ou copiés, meilleure sécurité et confidentialité, ...). Du papier FSC est sélectionné auprès de nos fournisseurs. Un ramassage de vieux papiers est organisé. SERP organise également la récupération et le recyclage des toners et imprimantes.

## Outils de gestion administrative

Pour éviter la transmission de documents papiers, souvent à de multiples exemplaires, des outils informatiques ont été développés : courrier électronique, portail d'information interne et externe, espaces de travail OASIS, guichet employé (coordonnées professionnelles, fiche santé, fiches fiscales, fiches assurance groupe, ... ), valves électroniques, programme des cours et ligne, résultats et notes d'examens via le bureau virtuel de l'étudiant, services d'achats en ligne (catalogue SRM), réservation de voyages, échanges de factures avec fournisseurs, recrutement en ligne, ...

## Propositions

### Changer les habitudes

Modifier les modalités d'impression par défaut : N/B, recto/verso, mode brouillon, 2 pages par feuille. N'imprimer que si cela est nécessaire. Poursuivre les efforts de collecte de papiers et de consommables usagés. Utiliser du papier recyclé. Responsabiliser les services, publier les consommations des utilisateurs en invitant à réduire chaque mois un peu plus, fournir au responsable les consommations réelles des membres de son service.

### Achat responsable

Poursuivre la rationalisation du parc d'imprimantes ; éviter l'achat d'imprimantes individuelles. Continuer à acheter des imprimantes, consommables et papier répondant aux éco labels recommandés.

### Dématérialisation

Favoriser le développement d'une chaîne verte zéro papier dans la circulation et le traitement des documents. Promouvoir les outils et méthodes de travail collaboratif sur des documents numériques.

# CLOUD ET DATA CENTER

## Quelques chiffres



1 Regarder un film en streaming UHD sur Internet depuis sa tablette en wifi nécessite une consommation instantanée totale de 4.800W. Cela émet plus de gaz à effet de serre (GES) que de fabriquer, transporter et livrer un DVD.

2 Ecouter 8 heures de musique à son travail via YouTube en HD (2.5Mbps) sur son poste de travail a une empreinte carbone équivalent au parcours de 10km en voiture. Une même écoute via Spotify (160kbps) équivaut à un parcours de 700m en voiture.

3 23% de la facture électrique du système d'information de l'entreprise est dû à son centre de données.

4 Si le Cloud était un pays, il serait le cinquième consommateur mondial d'électricité, entre le Japon et l'Inde.

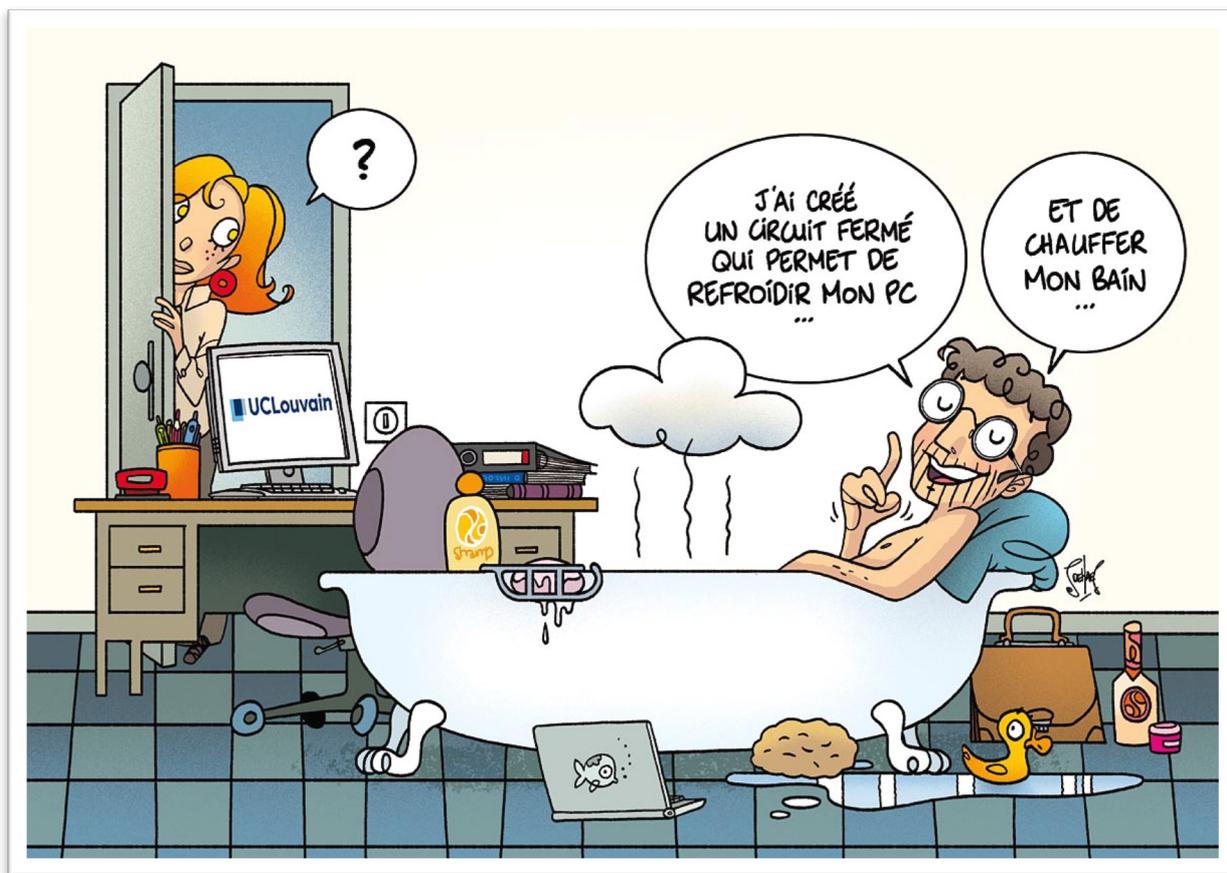
5 Les serveurs allumés inutilement émettent 3,8 millions de tonnes de GES et coutent 24 milliards de dollars par an.

6 Dans le monde, 44 millions de serveurs stockent et traitent des données Internet.

7 Plus de 50% de l'électricité d'un centre de données sert à son refroidissement.

8 Les data center représentent 1,5% de la consommation électrique, soit l'équivalent de la production de 30 centrales nucléaires.

Sources : [Bordage2016], [WWF2011], [Weiler2014], [Bordage2015], [Greenpeace2012]



## Contexte

### Data Center

Un centre de données ou Data Center est un site physique où sont regroupés des équipements du SI de l'entreprise (serveurs de calculs, serveurs de stockage, éléments réseaux et de télécommunication). Un centre de données est un consommateur très important d'énergie électrique et dégage beaucoup de chaleur. On peut s'interroger sur l'empreinte environnementale et les consommations énergétiques de tous les centres de données qui se développent régulièrement. Une prise de conscience a amené les constructeurs informatiques et les entreprises à des choix politiques/stratégiques afin de tenter de réduire cette empreinte environnementale.

### Cloud

Le Cloud est un modèle qui permet un accès facile et à la demande, par Internet, à un ensemble de ressources informatiques configurables (serveurs, stockage, applications, logiciels et services) qui peuvent être provisionnées et libérées aisément. Il permet de mutualiser au sein d'une organisation les ressources et de répondre à des demandes qui ne pourraient pas être aisément rencontrées à un

échelon plus local. Le Cloud peut être privé ou public selon que les ressources sont déployées sur les infrastructures de l'entreprise ou non. Le Cloud est appelé hybride lorsque certaines ressources sont sur un Cloud privé et d'autres sur le Cloud public. Un Cloud privé nécessite son propre Data Center. Le Cloud public est mis en œuvre par différents acteurs qui déploient de très nombreux Data Centers.

## Data Center plus durable

Les grands acteurs informatiques (Amazon, Microsoft, IBM, Google, Apple, Facebook) déploient de très larges Data Centers. Ils promettent des infrastructures basées sur des énergies renouvelables et soignent leur localisation. Au vu de leur visibilité et de leur politique (Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE)), ils appliquent des règles strictes en matière d'usage, de recyclage et de gestion des déchets. Au sein d'une entreprise, il est important de regrouper les serveurs dispersés (hors Data Center), pour des raisons d'optimisation de lieux, de facteur d'échelle (maintenance, refroidissement, évolution), de fiabilité et sécurité globale, ainsi que de mutualisation des services. La réalisation d'un Data Center peut se conformer à des codes de conduite et normes (code de conduite [EUCOC2016] et recommandations [ASHRAE2008]) en matière de disposition et climatisation. On choisira ainsi un lieu offrant un maximum de possibilités en matière de réutilisation de l'énergie thermique produite et permettant l'installation d'un système de refroidissement efficient (air ou eau froide).

## Le Cloud est-il vraiment durable ?

La technique informatique à la base du fonctionnement du Cloud est la virtualisation consistant à partager des ressources matérielles et applicatives de manière centralisée dans un souci d'économie et d'efficacité. Le stockage en ligne de ses courriers, photos, vidéos et autres documents impose des allers-retours incessants entre l'utilisateur et les serveurs. Or, transporter une donnée sur l'Internet consomme 2 fois plus d'énergie que de la stocker pendant un an. L'intérêt du Cloud est de gagner en facteur d'échelle, par la virtualisation et l'optimisation au sein du Data Center, source de sérieuses économies. Cependant, pour des raisons de performance, les répliques nécessaires des données et les moteurs d'exploitation deviennent très consommateurs à eux seuls, et cela pour répondre à l'extension des usages.

## A l'UCLouvain

Les trois grands centres de données de l'UCLouvain sont situés à Louvain-la-Neuve, dénommés (par ordre de création) Aquarium (2000), Tiers-2 (2008), DC III (2015). Ils ne sont pas pourvus de système de récupération de la chaleur dégagée, l'air chaud est donc rejeté dans l'air extérieur/ambient, après avoir été refroidi selon le cas.

## Data Center DC III

De construction récente et opérationnel depuis 2016, ce Data Center a été conçu selon les recommandations ASHRAE en matière de refroidissement et dispositions techniques. Ce Data Center est exploité par le CISM (Calcul Intensif et de Stockage de Masse) et IRMP-CP3 (Centre for Cosmology, Particle Physics and Phenomenology). Il offre des services spécialisés de calcul et de stockage pour la recherche. Il déploie actuellement 280 serveurs et un stockage de 1.5 Peta-octets. Sa consommation est contenue sous les 90 kW et sa performance énergétique globale est bonne.

## Data Center Aquarium et Tiers-2

Ces Data Centers ont été constitués progressivement depuis 2000 et sont gérés par le SGSI. Ils sont actuellement composés de 25 hyperviseurs mutualisant 400 CPU et gérant environ 480 serveurs virtuels, et un stockage de 350 Téraoctets. La performance énergétique de ces deux Data Centers est aujourd'hui assez médiocre. Mais le système de refroidissement sera revu dans les années futures et les serveurs d'anciennes générations seront démobilisés.

## Autres Data Centers

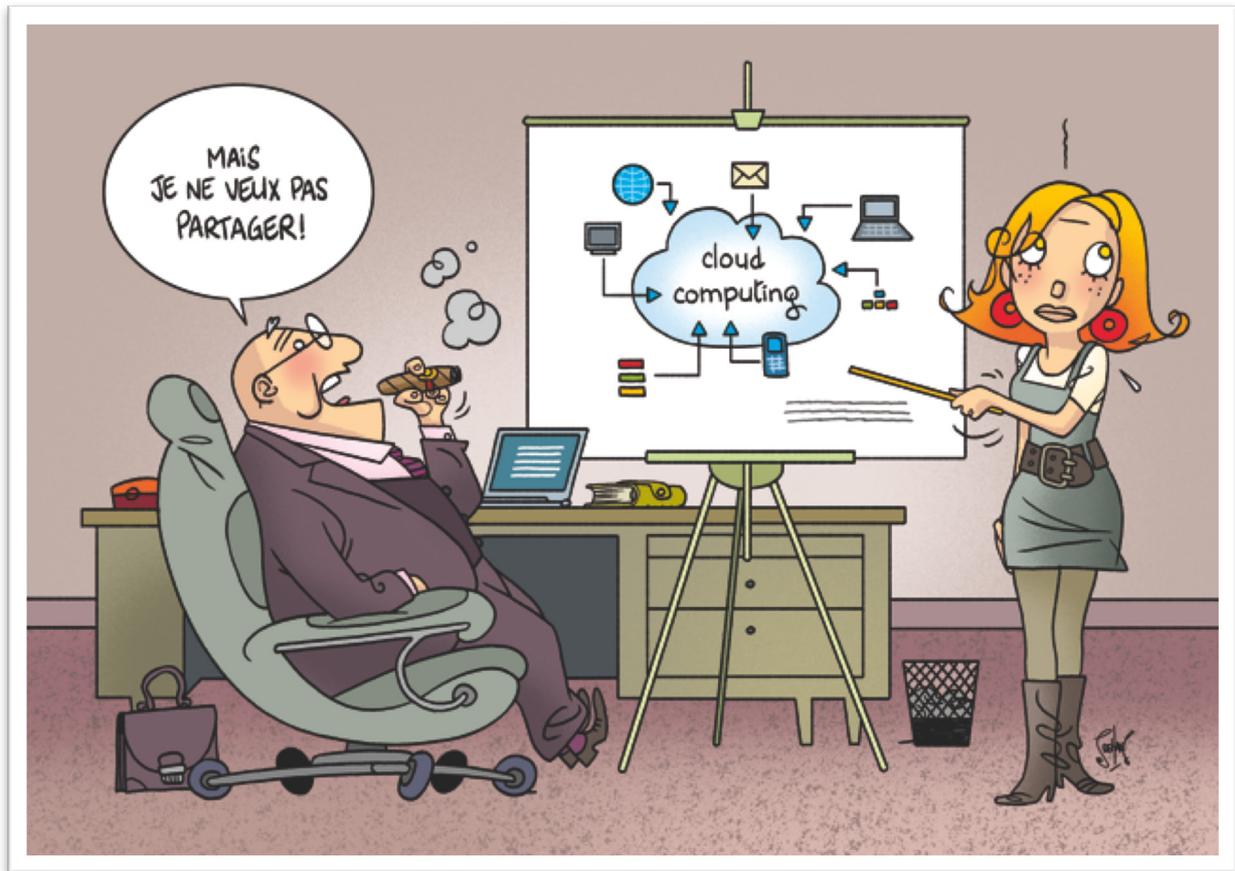
On dénombre à l'UCLouvain près d'une centaine de lieux disposant ou nécessitant de la climatisation, mais aussi d'une alimentation électrique permanente 24h/24 et 7j/7, ce qui n'est actuellement pas garanti. Ceux-ci recouvrent plusieurs salles machines climatisées destinées à des usages spécifiques et mobilisés par les entités utilisatrices. Il existe aussi de nombreux serveurs locaux isolés pour diverses équipes de recherche et des besoins didactiques spécifiques.

## Cloud UCLouvain

L'UCLouvain dispose d'un Cloud privé au sein de deux Data Centers du SGSI. Ce Cloud privé offre des services de stockage, de calculs, ainsi que de virtualisation de certaines applications. Le Cloud public est utilisé pour certains services ou applications institutionnels tel que le mail des étudiants et du personnel, et le recrutement du personnel chez SAP. Les membres de la communauté UCLouvain utilisent également le Cloud public, de manière individuelle, afin de répondre à certains de leurs besoins (Dropbox, ...). N'y a-t-il pas une réflexion à mener à ce sujet ?

## Cloud ou pas Cloud ?

A chaque fois qu'une solution doit être mise en place, qu'un service nouveau IT est à déployer, la question de l'utilisation d'une solution Cloud est évaluée. Reconnaissons que les arguments premiers sont majoritairement de l'ordre de la facilité de gestion, de la qualité du service et de son intégration dans notre SI, de la sécurité et enfin du coût global pour l'Institution (en termes de ressources humaines notamment). Les arguments de durabilité interviennent donc peu.



## Propositions

### Data Center UCLouvain plus durable

Démobiliser les anciens serveurs. Limiter le nombre de machines physiques par accroissement de la virtualisation et la mutualisation de la puissance calcul. Mutualiser et regrouper les serveurs décentralisés sur un plateau constituant le cas échéant un nouveau Data Center. Réduire les besoins en climatisation. Planifier le renouvellement du groupe « froid » pour Aquarium et Tiers-2. Réfléchir à un Data Center avec récupération de chaleur. Etablir des recommandations strictes : éteindre ce qui n'est pas utilisé, se faire conseiller pour le choix des équipements ainsi que sur leurs configurations et exploitation. Acheter du matériel avec labellisation. Envisager un grand Data Center partagé avec d'autres partenaires.

### Cloud

Proposer aux utilisateurs UCLouvain des solutions institutionnelles claires et adaptées pour leurs différents besoins. Certaines de ces solutions peuvent être des solutions Cloud privé, public ou hybride. S'engager plus fortement dans un modèle Cloud hybride pour certaines données moins confidentielles ou plus anciennes, afin de limiter nos capacités de stockage, de backup et de traitement. Pour chaque solution IT mise en œuvre, se poser la question de l'opportunité d'une solution Cloud privé ou public. Inclure des considérations durables dans les critères de décision.

## COMMUNICATION

### Quelques chiffres

**1** Le nombre de mails envoyés pendant un an par un français génèrerait à lui seul 180 kg de CO<sub>2</sub>, soit l'équivalent de 1000 km parcourus en voiture.

**2** 80 à 90% des messages reçus sont des SPAM ; ces pourriels engendrent d'importantes émissions de GES.

**3** La chanson « Gangnam Style » - visionnée près de 3 milliards de fois sur YouTube - avait généré à elle seule une demande d'électricité équivalente à celle d'une petite centrale électrique pendant un an.

**4** Les vidéos représentent plus de 50% du trafic internet (et donc de son empreinte énergétique)

**5** Une connexion 4G nécessite jusqu'à 23 fois plus d'énergie qu'une connexion Wifi.

**6** La fabrication d'un téléphone portable représente 79% de toute l'énergie consommée de son cycle de vie, contre seulement 19% pour la phase d'utilisation.

**7** La manière dont les Smartphone sont fabriqués ces 10 dernières années représente l'équivalent d'un an d'alimentation électrique de l'Inde ou 12 ans pour la Belgique.

Sources : [Greenpeace2017], [WWF2011], [ADEME2011], [ADEME2012]

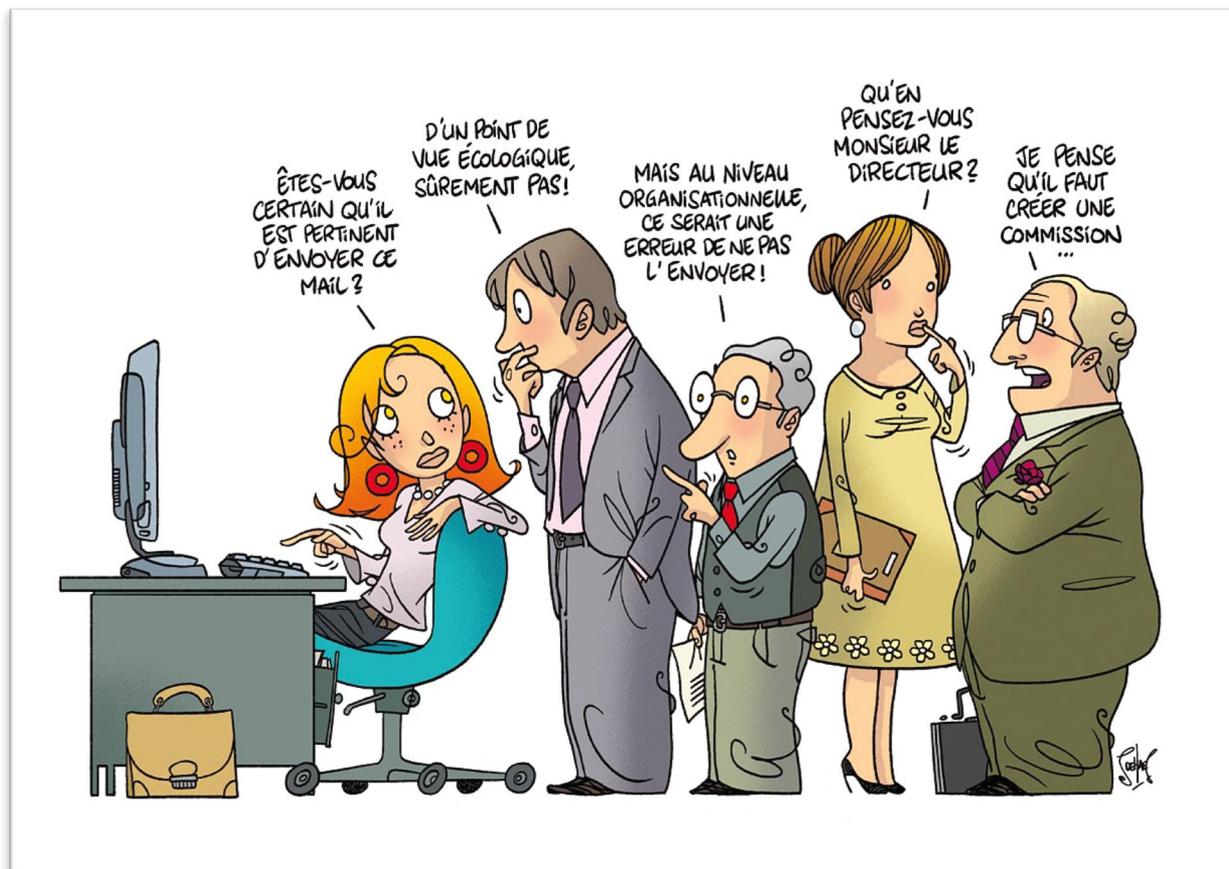
### Contexte

#### La communication

Le volet communication couvre la messagerie électronique, la publication Web, le dépôt et le partage de données (textes, audio, vidéo, ...), les environnements de travail collaboratif, la téléphonie fixe et mobile ainsi que les outils de visio-conférence et télé-présence. L'usage de services IT permet d'atteindre

instantanément, sans se déplacer et sans consommation de papier, beaucoup de personnes dans l'entreprise et plus largement des partenaires de travail. Cette communication numérique est source d'économie de temps et d'argent. Mais il faut être attentif aux impacts environnementaux de ces stratégies.

Plus de 50% du trafic internet, et donc de son empreinte énergétique, vient des vidéos. Il est donc préférable d'adapter la résolution de la vidéo à la taille de l'écran et de choisir un streaming audio pour écouter de la musique.



### Le courrier électronique (mail)

Le mail, outil de communication essentiel dans de nombreuses entreprises, est envahi par des mails non sollicités (spam). De plus, combien n'ont-ils pas l'impression de passer beaucoup trop de temps à traiter tous les mails, sans véritablement avancer dans le travail. Les boîtes mails explosent en raison des mails de trop grande taille, envoyés parfois à de nombreux destinataires qui pour la plupart ne les liront même pas.

### Outil de travail collaboratif

Les outils de gestion et de travail collaboratif offrent une alternative permettant de réduire le volume des informations envoyées tout en limitant l'envoi de mails inutiles.

## Téléphonie intégrée

La téléphonie IP (téléphonie via Internet) a pris le relais depuis plusieurs années, offrant des possibilités d'intégration avec les services IT. Les communications unifiées sont l'avenir avec le mariage de la téléphonie fixe, la téléphonie mobile, les réseaux informatiques et des applications logicielles. Les communications unifiées visent à rassembler un ensemble de services en un minimum d'outils : appels téléphoniques fixes ou mobiles, systèmes de conférences, messagerie instantanée, gestion de présences, agenda, vidéo-conférence, partage de documents, présentations, e-mail, messagerie vocale, etc.

## Visio-conférence

Ces technologies permettent d'éviter de nombreux déplacements, tout en permettant de réaliser des réunions à plusieurs personnes et de travailler de manière collaborative, sans se déplacer. Le présentiel est devenu virtuel dans certaines situations. Tous ces outils contribuent à faciliter le travail et ont des effets bénéfiques sur l'environnement (moins de déplacements, d'impressions et d'envois de documents). Ceci est a priori une très bonne nouvelle pour le Green IT. Ces technologies nécessitent néanmoins des infrastructures informatiques, de multiples réseaux et centres de données, ce qui a un coût énergétique supplémentaire.

## Les smartphones

Le nombre d'appareils en circulation dans le monde et les fonctionnalités sophistiquées font de ces petits engins une préoccupation pour l'avenir de la planète. Il faut les utiliser le plus longtemps possible et optimiser leur fin de vie : reconditionnement, revente, dépollution et récupération des matériaux valorisables pour la fabrication. Le nombre de téléphones portables va encore s'accroître et leur utilisation s'intensifier ; l'obsolescence programmée restera un problème majeur ! Sauf si les fabricants revoient la conception interne du téléphone afin de pouvoir les réparer et faire évoluer (batterie, mémoire, ...) sans changer l'appareil, en privilégiant la modularité.

## A l'UCLouvain

### Le mail

Le mail est aujourd'hui un outil essentiel à l'UCLouvain. Des anti-spam efficaces sont proposés et intégrés dans les outils standards. Un outil de gestion listes de diffusion existe. Les utilisateurs restent cependant inondés de mails et ont parfois beaucoup de mal à traiter efficacement leur boîte mail. Un guide du bon usage du mail [UCL2014] propose des conseils pratiques pour mieux gérer son mail.

### Outils de travail collaboratif

A ce jour, des espaces de travail (fichiers OASIS) sont proposés et utilisés pour le travail collaboratif. Au-delà de ces espaces de partage de documents, des outils

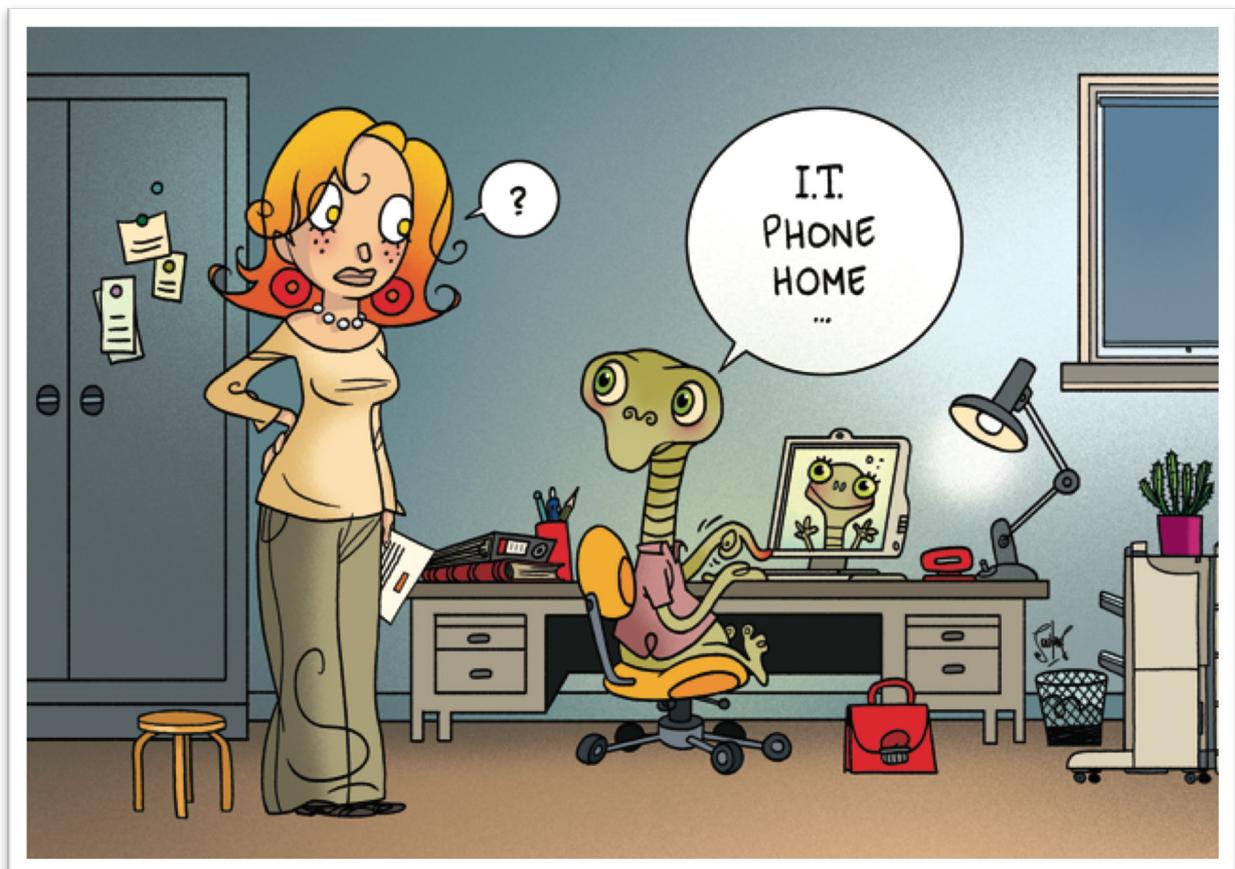
de collaboration plus riches devront être mis en place (e.g. rédaction collaborative). Des solutions technologiques existent. Certains processus ont déjà été automatisés (e.g. renouvellement des assistants), réduisant ainsi l'échange de mails et simplifiant le processus administratif. Mais il reste encore beaucoup à faire.

## Téléphonie intégrée

La téléphonie est aujourd'hui totalement IP ; les téléphones fixes utilisent en fait le réseau informatique pour le transport de la voix. Il n'y a cependant pas encore d'intégration de la téléphonie fixe et des postes de travail. Par exemple, un « soft phone » (application logicielle ou téléphone virtuel) pourrait se substituer au téléphone de bureau.

## Visio-conférence

Certains lieux de réunion virtuelles existent à l'UCLouvain et sont équipés de dispositifs de communication avec écrans. Concernant les outils de visio-conférence, différentes solutions techniques existent, gratuites ou payantes (Skype, Google Hangouts, Cisco, ...). D'autres outils de visio-conférence sont plus orientés vers les séminaires en ligne, où un orateur peut s'adresser de manière synchrone à un ensemble de participants qui peuvent par ailleurs interagir. Le SGSI est en train de déterminer quels devraient être les outils institutionnels recommandés pour l'UCLouvain.



## Les smartphones

L'UCLouvain a édicté et suit des règles précises pour l'acquisition, le dépannage, le renouvellement et le recyclage des téléphones mobiles. Nous ne parlons ici que des téléphones professionnels. Les téléphones mobiles personnels restent de la responsabilité exclusive de leur propriétaire.

## Propositions

### Mail

Par un ensemble d'actions, les utilisateurs peuvent améliorer la situation : vider la corbeille du mail ; se désabonner des listes de mails inutiles ; éviter l'envoi de pièces jointes trop volumineuses ; limiter le nombre d'interlocuteurs de chaque mail ; archiver les vieux mails. D'un point de vue techniques, un certain nombre d'améliorations peuvent être apportées : améliorer les anti-spam ; proposer un encryptage des mails afin d'assurer la confidentialité ; proposer des méthodes de signature authentifiée. Enfin d'un point de vue institutionnel, des actions peuvent être menées afin de réduire le nombre de mails et ainsi donc le temps passé à leur gestion.

### Travail collaboratif

Définir et proposer des outils collaboratifs efficaces. Assurer une meilleure intégration des outils informatiques, notamment pour la gestion de workflow. Organiser des formations sur les outils collaboratifs. Publier les bonnes pratiques et des conseils d'utilisation. Mettre en place un projet institutionnel plateforme institutionnelle numérique intégrée pour travail collaboratif.

### Téléphonie intégrée

Se diriger vers une téléphonie intégrée, où les téléphones fixes sont remplacés par des soft-phones. Offrir des services de téléphonie avancés sur les postes de travail.

## Les smartphones

Utiliser les téléphones mobiles et smartphones le plus longtemps possible. Poursuivre la politique de collecte des smartphones usagers.

### Visio-conférence et télétravail

Proposer rapidement des outils institutionnels efficaces pour la visio-conférence et les formations ou séminaires 'online' synchrone. Réfléchir et proposer des outils numériques au service du télétravail.

## LOGICIEL

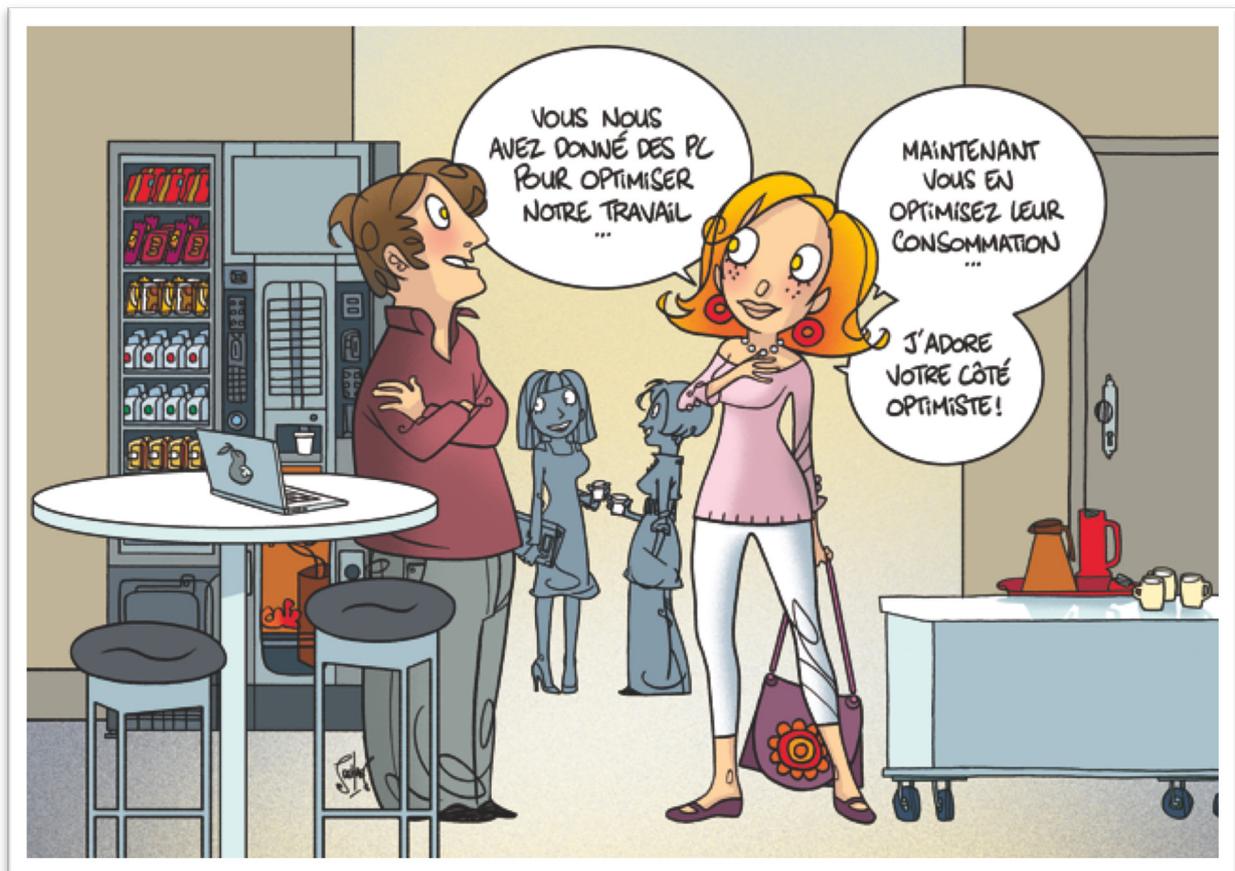
### Quelques chiffres

L'empreinte numérique annuelle d'un utilisateur dans une organisation française est de l'ordre de 1.520 KWh d'énergie (50 ampoules basse consommation allumées pendant 2000 heures), 514 kg CO<sub>2</sub>e (3.100 km en voiture, soit un Paris-Moscou) et de 23.555 litres d'eau (428 douches ou 2.617 packs d'eau minérale).

Le poids moyen d'une page WEB a été multiplié par 115 en 20 ans.

Le club Green IT estime que 70% des fonctionnalités demandées par les utilisateurs sont rarement utilisées.

Sources : [GreenIT2016], [Bordage2015]



## Contexte

### Éco-conception logicielle

Eco-concevoir un logiciel consiste, à un niveau de qualité et de service constant, à réduire la quantité de moyens informatiques et télécoms nécessaires pour son utilisation, et ainsi à réduire l'empreinte des ressources IT. Cette démarche est d'autant plus importante que la tendance actuelle (big data, 5G, objets connectés, ...) ne tend pas vers un usage plus raisonné et sobre des ressources informatiques dans les organisations, ni dans le tout public, bien au contraire ! Les univers virtuels et dématérialisés sont loin d'être inoffensifs pour la planète ; c'est le cas du Web où chaque octet a un impact dans le monde réel ! Le web est touché de plein fouet par le phénomène d'*obésiciel* : le poids moyen d'une page augmente d'année en année. Les pages Web sont de plus en plus lourdes et souvent mal conçues ; les services en ligne sont trop gras, nécessitant parfois des postes de travail ou smartphones plus puissants. Au-delà de l'écoconception des logiciels, c'est l'écoconception du système d'information dans son ensemble qui est la voie la plus prometteuse.

### Mise en œuvre de l'éco-conception logicielle

L'éco-conception logicielle est une démarche méthodologique qui respecte l'esprit du standard ISO14062 sur l'intégration des aspects environnementaux dans le développement d'un produit. Il faut intervenir à chaque étape du cycle de vie : expression du besoin, conception fonctionnelle, maquettage, conception graphique, conception technique, développement, hébergement, maintenance évolutive et corrective. Le travail de conception réalisé en amont aura un impact bien supérieur à l'optimisation minutieuse des lignes de codes. Il faut aussi diminuer la dette technique d'un logiciel, c'est-à-dire le nombre de lignes de codes à maintenir. Les 3 postures de l'écoconception logicielle sont : *simplicité*, *sobriété* (frugalité), *pertinence*. Concrètement, il s'agira de ne plus concevoir une application qui, compte tenu du coût de plus en plus faible du Giga-octet et du CPU, serait trop gourmande, qui serait difficile à « porter » dans un environnement virtualisé ou centralisé ; de concevoir des applications adaptables.

### Open Source

L'approche Open Source permet le partage du logiciel développé avec le monde extérieur ouvrant des opportunités de collaborations, de mutualisation et de synergies. Cela contribue à l'amélioration de la qualité et de la fiabilité de la solution, un volet important de l'écoconception logicielle. Certains affirment que les logiciels Open Source seraient plus durables que les logiciels propriétaires. La possibilité d'avoir accès au code source permet à chacun de s'approprier le logiciel, de le modifier et de le partager. Par ailleurs, l'échange d'informations et la solidarité entre les différents utilisateurs ou « membres » de la communauté Open Source sont également des valeurs du développement durable.

## A l'UCLouvain

L'éco-conception logicielle n'est pas encore dans les habitudes du SGSI, même si des efforts de standardisation des solutions sont réalisés. Certains logiciels construits sont parfois très complexes, notamment suite aux nombreuses spécificités demandées par les utilisateurs. Des méthodes de gestion de projet sont aujourd'hui mises en œuvre, telle que les méthodes Agile, qui soutiennent les objectifs de simplicité et de pertinence, mais sans référence explicite à l'éco-conception.

Le plan stratégique du SGSI, sans faire référence à l'éco-conception, propose différents objectifs et actions visant à diminuer le coût économique de l'informatique : sécurité, urbanisation, re-engineering des produits, changements de technologies, Open Source, méthode AGILE, ouverture au Cloud, standardisation, virtualisation, mutualisation.

## Propositions

### Conception de logiciels

Lors de la conception de logiciel, reprendre comme devise les 3 postures de l'écoconception logicielle : simplicité, sobriété (frugalité), pertinence. Former nos informaticiens à l'éco-conception. Utiliser des outils d'analyse des qualités d'éco-conception des solutions existantes.

### Achat et utilisation de logiciels

Faire attention aux critères d'éco-conception dans nos choix de fournisseurs et de logiciels. Privilégier des logiciels dont l'architecture modulaire permet un enrichissement fonctionnel sélectif. Ne pas activer toutes les fonctions d'un logiciel, surtout les superflues, afin de gagner en performance. Utilisation de standards.

### Open Source

Poursuivre selon les axes du Plan stratégique du SGSI et l'ouverture à l'Open Source, en intégrant la dimension « durable » dans tous nos choix.

## BIBLIOGRAPHIE

- [ADEME2011] Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (2011). *Analyse comparée des impacts environnementaux de la communication par voie électronique*. Présentation des résultats d'une enquête réalisée par le cabinet Bio Intelligence Service S.A.S. Juillet 2011. Disponible sur Internet: [http://www.presse.ademe.fr/files/acv\\_ntic\\_synthese\\_resultats.pdf](http://www.presse.ademe.fr/files/acv_ntic_synthese_resultats.pdf)
- [ADEME2012] Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (2012). *Réalisation d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre : filière agricole et agroalimentaire*. Disponible sur Internet : <http://www.ademe.fr/realisation-dun-bilan-emissions-gaz-a-effet-serre-filiereagricole-agro-alimentaire>
- [AGIT2017] AlliancegreenIT (2017). *Impacts des TIC sur l'environnement*. Disponible sur Internet : <http://alliancegreenit.org.green-it/>
- [Amirault2016] Amirault, Y. (2016). Eco-TIC(Green IT): démystifions ce concept informatique. Disponible sur Internet : <http://bewave.io/fr/article>
- [ASHRAE2008] ASHRAE (2008). *Environmental Guidelines for Datacom Equipment - Expanding the Recommended Environmental Envelope*. Disponible sur Internet : <https://www.ashrae.org/resources--publications/bookstore/datacom-series>
- [Bonamy2015] Bonamy, C., Billa, P., Meurdesoif, H. (2015). *Action "Développement Durable" au sein d'un DSI d'Université*. JRES 11 Journées Réseaux de l'Enseignement et de la recherche, Montpellier, Décembre 2015.
- [Bordage2015] Bordage, F. (2015). *Eco-conception web/Les 115 bonnes pratiques: Doper son site et réduire son empreinte écologique*. Editions Eyrolles.
- [Bordage2016] Bordage, F (2016). *Benchmark Green IT 2016 : synthèse*. Disponible sur Internet : <https://club.greenit.fr/benchmark.html>
- [CLUBGreenIT] Le Club Green IT. Site Internet <http://club.greenit.fr/benchmark.html>
- [Calero2016] Calero, C., Piattini, M. (Eds) (2016). *Green in software engineering*. Springer.
- [Corne2009] Corne, C. , Porcheron, A., Guy, P, & Pavia, J. (2009). *Green IT: les meilleures pratiques pour une informatique verte*. Dunod.
- [DATANEWS2017] Datanews (2017). *Le désir de gadgets fait fortement croître le volume d'e-déchets en Asie*. Janvier 2017. Disponible sur Internet : <http://datanews.levif.be/ict/actualite/le-desir-de-gadgets-fait-fortement-croitre-le-volume-d-e-dechets-en-asie/article-normal-600459.html>
- [ECOCONSO] Ecoconso. *Ecoconso, du conseil à l'action*. Site Internet <http://www.ecoconso.be/>
- [EUCOC2016] EU SWcience Hub. *Code of Conduct for Energy Efficiency in Data Centres*. <http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/ict-codes-conduct/data-centres-energy-efficiency>
- [Flipo2013] Flipo, F., Dobré, M., & Michot, M. (2013). *La face cachée du numérique. L'impact environnemental des nouvelles technologies*. L'Échappée.
- [Fournier2015] Fournier, C. (2015). *Quel est l'impact environnemental d'Internet ? [Infographie]*. Disponible sur Internet : <http://e-rse.net/empreinte-carbone-internet-green-it-infographie-12352>

- [Gossart2015] Gossart, C. (2015). Les effets rebond du numérique. EcolInfo. Disponible sur Internet : <https://ecoinfo.cnrs.fr/2015/12/23/les-effets-rebond-du-numerique/>
- [GAP2009] GlobalActionPlan (2009). *Green ICT Handbook: A guide to Green ICT*. Disponible sur Internet : <http://www.greenict.org.uk/reports-library/green-ict-handbook>
- [GreenIT] Green IT. Site Internet <https://www.greenit.fr>
- [Greenpeace2012] Greenpeace (2012). *How clean is your cloud?* Greenpeace International, April 2012. Disponible sur Internet : <https://www.greenpeace.org/international/publication/6986/how-clean-is-your-cloud/>
- [Greenpeace2017] Greenpeace (2017). *From Smart to Senseless: The Global Impact of 10 Years of Smartphones*. Greenpeace, March 2017. Disponible sur Internet : <https://www.greenpeace.org/usa/wp-content/uploads/2017/03/FINAL-10YearsSmartphones-Report-Design-230217-Digital.pdf>
- [Mills2013] Mills, M. P. (2013). *The cloud begins with coal: Big data, big networks, big infrastructure, and big power*. Digital Power Group, August 2013. Disponible sur Internet : [https://www.tech-pundit.com/wp-content/uploads/2013/07/Cloud\\_Begins\\_With\\_Coal.pdf](https://www.tech-pundit.com/wp-content/uploads/2013/07/Cloud_Begins_With_Coal.pdf)
- [Opquast] Opquast. *Green IT, 66 règles pour un système d'information éco-responsable*. Opquast Check-lists. Site Internet <http://checklists.opquast.com/ecoconception-web/>
- [OneSecond2018] Internet Live Stats. Site Internet <http://www.internetlivestats.com/one-second/>
- [Rio+20-2012] Rio+20 (2012). Déclaration de l'Enseignement supérieur pour le développement durable. Conférence des nations Unies sur le développement durable, juin 2012 (Document signé par l'UCLouvain). Disponible sur Internet : [https://cdn.uclouvain.be/groups/cms-editors-p3/developpement-durable/declaration\\_UCL\\_RIO20.pdf](https://cdn.uclouvain.be/groups/cms-editors-p3/developpement-durable/declaration_UCL_RIO20.pdf)
- [Syntec2010] Syntec Informatique (2010). *Le télétravail au service du développement durable*. Syntec Informatique, Livret Vert, Volume 2, 2010. Disponible sur Internet : [https://syntec-numerique.fr/sites/default/files/Documents/livre\\_vert\\_vol.2\\_le\\_teletravail\\_au\\_service\\_du\\_developpement\\_durable.pdf](https://syntec-numerique.fr/sites/default/files/Documents/livre_vert_vol.2_le_teletravail_au_service_du_developpement_durable.pdf)
- [Tassin2010] Tassin, P., Berhault, G., Berthoud, F., Bonnet, P., Bordage, F., Bordes, F., & Delsol, E. (2010). *Systèmes d'information et développement durable*. Hermès-Lavoisier, Paris.
- [Thompson2009] Thompson, J. T. (2009). Three approaches to green computing on campus. *EDUCAUSE Quarterly Magazine*, 32(3). Disponible sur Internet : <http://er.educause.edu/articles/2009/10/>
- [UCL2014] Guide du bon usage du mail. YouCL guide. UCLouvain 2014. [https://uclouvain.be/cps/ucl/doc/ac-arec/documents/Guide\\_bon\\_usage\\_mail.pdf](https://uclouvain.be/cps/ucl/doc/ac-arec/documents/Guide_bon_usage_mail.pdf)
- [Weiler2014] Weiler, N. Numérique : cette empreinte écologique que les consommateurs ont bien du mal à voir. *Bastamag Magazine*, Janvier 2014. Disponible sur Internet : <http://www.bastamag.net/Numérique-cette-empreinte>
- [WWF2011] WWF (2017). *Guide pour un système d'information éco-responsable*. WWF-France, 2011. Disponible sur Internet : [http://www.wwf.fr/vous\\_informer/rapports\\_pdf\\_a\\_telecharger/?1180/guide-système-information-éco-responsable](http://www.wwf.fr/vous_informer/rapports_pdf_a_telecharger/?1180/guide-système-information-éco-responsable)