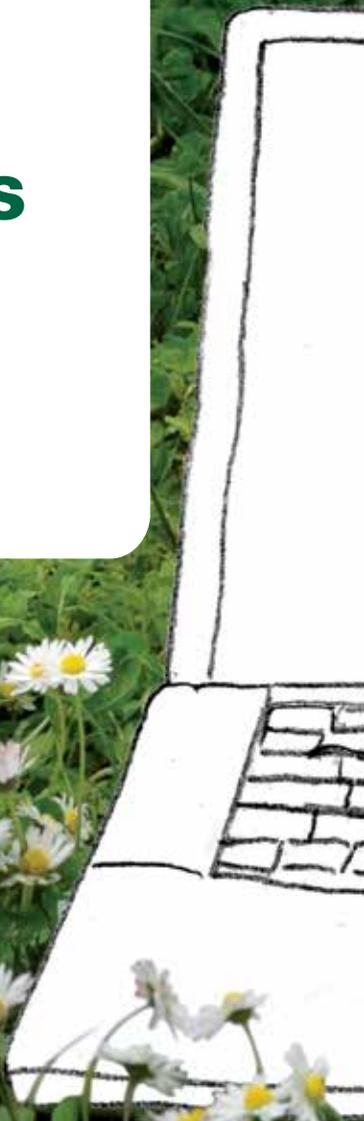


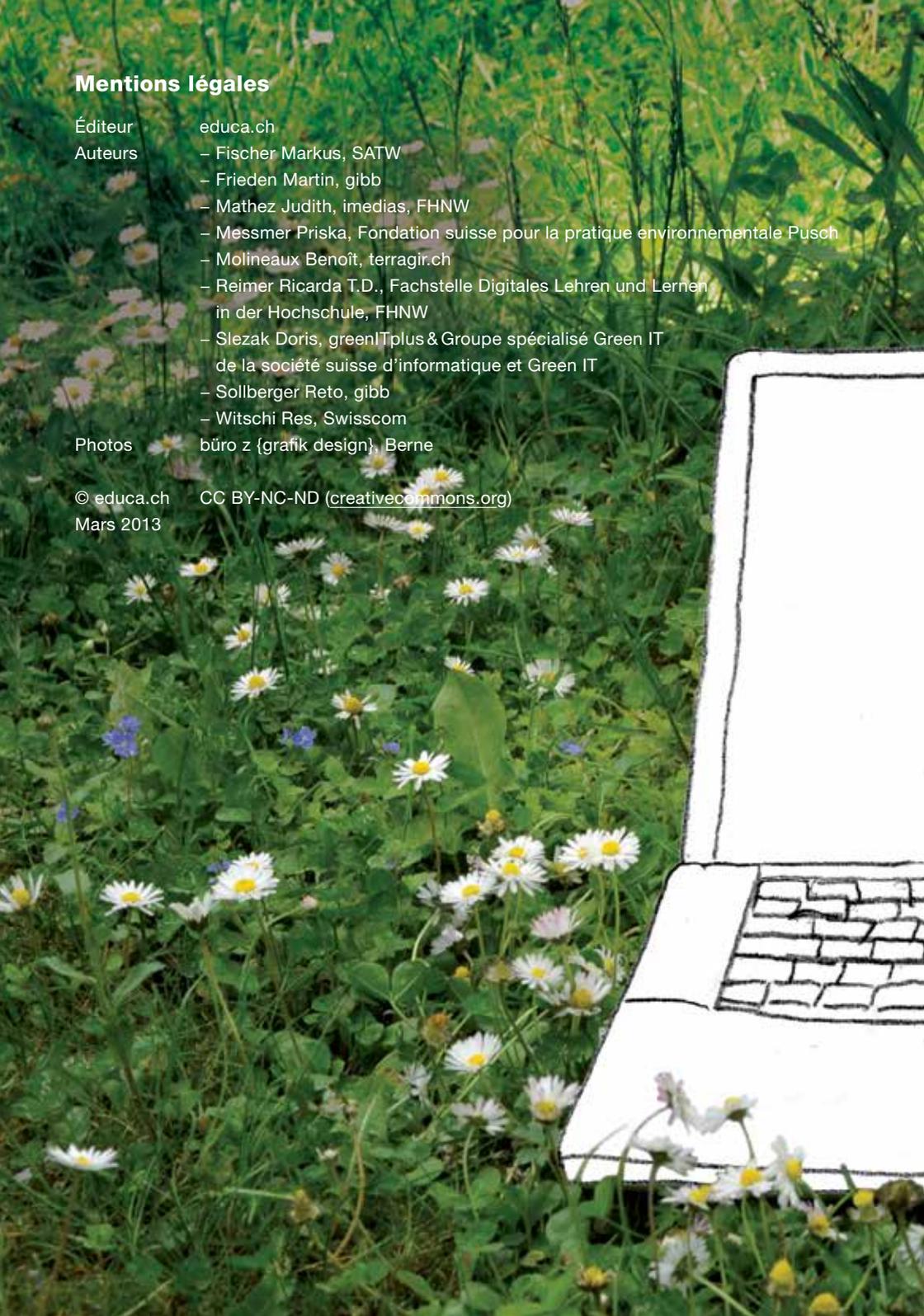
# **Green IT & École** **Ménager** **l'environnement** **et les ressources** **grâce aux TIC**



## Mentions légales

- Éditeur            educa.ch
- Auteurs
- Fischer Markus, SATW
  - Frieden Martin, gibb
  - Mathez Judith, imedias, FHNW
  - Messmer Priska, Fondation suisse pour la pratique environnementale Pusch
  - Molineaux Benoît, terragr.ch
  - Reimer Ricarda T.D., Fachstelle Digitales Lehren und Lernen in der Hochschule, FHNW
  - Slezak Doris, greenITplus & Groupe spécialisé Green IT de la société suisse d'informatique et Green IT
  - Sollberger Reto, gibb
  - Witschi Res, Swisscom
- Photos            büro z {grafik design}, Berne

© educa.ch        CC BY-NC-ND ([creativecommons.org](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/))  
Mars 2013



## **1. Introduction → 5**

1.1 Ménager le climat à l'aide de l'informatique verte et sensibiliser les jeunes → 5

## **2. Le cycle de vie des appareils informatiques → 9**

2.1 Fabrication → 9

2.2 Utilisation d'ordinateurs et d'appareils périphériques → 12

2.3 Élimination et recyclage → 14

2.4 Recommandations pour une informatique durable dans les écoles → 19

2.5 Des labels pour guider l'achat → 23

## **3. Prestataires de service → 27**

3.1 La consommation électrique d'une école → 27

3.2 Fournisseurs d'accès, hébergeurs et «data centers» → 32

3.3 Nuages (clouds)/EduCloud → 34

3.4 Utilisation d'Internet → 39

## **4. Réflexions pédagogiques et didactiques → 47**

4.1 Sensibilisation des élèves → 47

4.2 Formation du personnel enseignant → 51

## **5. Gibbix: un exemple pratique → 55**

5.1 Des solutions informatiques efficaces en énergie et ressources pour les établissements de formation → 55

5.2 Réflexions didactiques sur l'informatique dans l'enseignement → 56

5.3 La technologie client léger (thin client) → 57

5.4 Avantages et inconvénients de la virtualisation du bureau → 58

5.5 Des clients légers pour l'École professionnelle de Berne → 59

5.6 Mobilier de bureau avec infrastructure client léger intégrée («ePult») – Mise en œuvre dans l'enseignement au quotidien → 61

Ce guide dispose d'une page Internet sur [educa.ch](http://educa.ch). Vous trouverez à cet endroit un fichier PDF du guide, que vous pouvez également consulter en ligne, ainsi que des informations complémentaires et des liens vers des sites proposant du matériel pédagogique. Ces informations et liens sont mis à jour régulièrement. La date de publication ainsi que celle d'une éventuelle actualisation sont indiquées sur le PDF.

→ Site web : [guides.educa.ch/fr/green-it](http://guides.educa.ch/fr/green-it)

Saviez-vous que la branche  
informatique émet plus de  $\text{CO}_2$   
que l'ensemble de la branche  
aéronautique ?



# 1. Introduction

L'informatique verte (*green IT*) a pour objectif, d'une part d'élaborer une manière d'utiliser des technologies de l'information et de la communication (TIC) qui ménage l'environnement et les ressources naturelles et, d'autre part, d'utiliser ces mêmes technologies pour de surcroît soulager l'environnement. Aujourd'hui, on associe l'informatique verte surtout aux vidéoconférences, au télétravail et à l'externalisation de serveurs. Cependant, on peut également faire appel à l'informatique verte dans le contexte scolaire afin de faire des économies et de sensibiliser les jeunes à une utilisation responsable des ressources.

## **1.1 Ménager le climat à l'aide de l'informatique verte et sensibiliser les jeunes**

Saviez-vous qu'une personne sur trois dans le monde a accès à un ordinateur ? Malgré cela, la branche informatique émet déjà plus de CO<sub>2</sub> que l'ensemble de la branche aéronautique. La quantité d'appareils informatiques va continuer à augmenter à l'avenir et avec elle l'importance de l'informatique verte pour les entreprises.

Une nouvelle → étude (en anglais) montre que des applications d'informatique verte permettent d'économiser environ sept fois plus de CO<sub>2</sub> que celui généré par la branche elle-même. Cela signifie, en chiffres, qu'une utilisation intelligente de produits TIC peut économiser environ 16.5 % ou 1/6<sup>e</sup> de toutes les émissions de CO<sub>2</sub>.

L'informatique verte permet, par exemple, de réduire les coûts en diminuant les temps de trajets. Cela peut se faire par du télétravail ou par un trafic des marchandises et des personnes plus efficient.

De plus, des économies d'énergie et de papier peuvent être directement réalisées au moyen d'une gestion écologique des bâtiments et une facturation électronique. D'autres aspects tels que l'optimisation de la logistique ou des réseaux électriques restent encore largement inexploités.

L'informatique verte ne concerne pas uniquement les entreprises, mais devrait également être utilisée de manière plus importante dans les écoles. En cas d'absence pour cause de maladie ou d'événements naturels, on pourrait préparer des leçons de manière électronique.

L'informatique verte permet également de mettre à disposition des postes de travail nécessitant moins de courant que les ordinateurs traditionnels. Les postes de travail de type client léger (thin client), par exemple, utilisent jusqu'à 85 % de courant en moins qu'un ordinateur classique de type PC. Un client léger est un petit ordinateur dont la fonctionnalité est limitée aux entrées-sorties. Le traitement des entrées de l'utilisateur et de l'utilisatrice et des données se déroule sur un serveur externe. L'utilisation d'ordinateurs portables en lieu et place d'ordinateurs fixes réduit déjà la consommation d'énergie du parc d'ordinateurs de deux tiers environ.

De plus, il est possible de mettre en place une gestion efficace des modes veille au moyen de barrettes multiprises avec interrupteur. Cela signifie que le dernier utilisateur et la dernière utilisatrice à quitter la pièce éteignent l'interrupteur et empêchent ainsi que les ordinateurs en mode veille continuent de consommer de l'énergie.

Il est possible de régler cela automatiquement au moyen de minuteries ou d'interrupteurs pilotables via Internet, comme le propose par exemple l'entreprise → Mystrom.

Un volet souvent négligé de l'utilisation écologique des appareils électroniques est la durée de vie et l'élimination. La fabrication de téléphones mobiles implique par exemple de nombreuses matières premières rares et précieuses ainsi qu'une grande dépense d'énergie. Le prolongement de la durée de vie d'un produit électronique est donc souvent une des mesures les plus efficaces pour optimiser l'utilisation des ressources.

Même lors de l'utilisation de logiciels, il est possible d'économiser de l'énergie. Une → étude d'Accenture (en anglais) montre que l'utilisation de services de nuages informatiques (clouds) contribue à économiser entre 20 et 90 % de courant par rapport à l'exploitation de logiciels sur des serveurs dédiés.

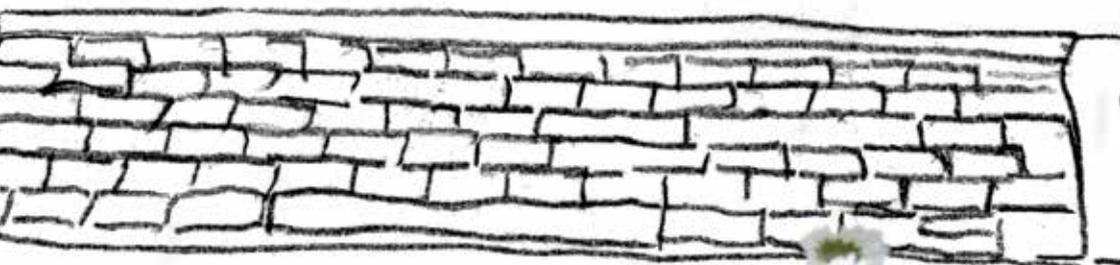
Enfin, acheter ou produire soi-même du courant provenant des énergies renouvelables permet de diminuer l'empreinte carbone de sa propre infrastructure informatique. Il vaut la peine d'examiner l'offre du fournisseur local d'énergie en matière d'énergies renouvelables et même de construire une installation solaire avec les élèves.

Un usage durable des TIC ne comprend pas que l'écologie, mais inclut également une utilisation réfléchie ainsi que le maintien d'un certain recul face aux appareils qui sont omniprésents de nos jours.

#### **Auteur**

→ Res Witschi, chef de projet de la section Corporate Responsibility chez Swisscom (avec accent sur les thèmes de l'informatique verte et smart grid).

Saviez-vous que la fabrication  
d'un ordinateur nécessite  
presque autant de matières  
premières que celle d'une voiture  
de classe moyenne ?



# 2. Le cycle de vie des appareils informatiques

De la fabrication jusqu'à l'élimination, les appareils informatiques passent par plusieurs étapes au cours desquelles ils influent de diverses manières sur l'environnement. Un concept informatique durable doit prendre en compte tout le cycle de vie des appareils pour en déduire des mesures pour un achat responsable, une utilisation efficace et une élimination appropriée.

## **2.1 Fabrication**

### 2.1.1 Consommation supérieure à la moyenne de matières premières

Le matériel informatique requiert une quantité de matières premières supérieure à la moyenne, surtout pour la fabrication des appareils. Ainsi, la fabrication d'un ordinateur nécessite presque autant de matières premières que celle d'une voiture de classe moyenne. En fin de compte, une grande partie de ces matières n'est pas contenue dans le produit final, mais est utilisée pour l'extraction d'autres matières premières et dans le processus de production. Par exemple, les ordinateurs peuvent contenir jusqu'à un gramme d'or. L'extraction de cette quantité nécessite environ 740 kg de métal, de matières premières minérales et énergétiques.

Toutefois, les matières premières sont une ressource épuisable. La surexploitation pour la fabrication d'appareils informatiques ne peut durer éternellement. Certes, les besoins en matières premières ont quelque peu diminué avec le développement d'écrans

plats (plus légers) et d'ordinateurs portables, mais la fabrication reste gourmande en matériaux et lourde de conséquences pour le bilan écologique.

### 2.1.2 Extraction de matières premières et substances toxiques

Les appareils informatiques sont constitués de centaines de matières différentes telles que métaux, matières plastiques ou verre. Certaines sont de peu de poids, mais portent tout de même atteinte à l'environnement. Parmi celles-ci figurent les métaux nobles et les métaux lourds comme le zinc, le cuivre, le coltan ou l'indium qui viennent principalement d'Afrique et d'Amérique du Sud. L'extraction de ces matières cause des dommages énormes pour l'environnement et la santé, notamment par l'utilisation de grandes quantités d'acides et de produits chimiques nocifs pour la santé qui polluent les eaux et les sols à cause de manipulations inappropriées et du manque d'installations de filtrage.

Les substances toxiques comme les agents ignifuges bromés, le plomb ou le mercure qui interviennent en petites quantités dans les appareils informatiques sont également problématiques. Ces substances peuvent causer de gros dégâts si elles finissent dans l'environnement à cause d'une extraction et d'une élimination inappropriées.

En principe, l'utilisation de substances toxiques dans les appareils électriques et électroniques est interdite en Suisse depuis 2005. Il y a cependant encore des exceptions comme le mercure. L'élimination des substances bannies reste un défi pour les 30 prochaines années.

La grande quantité d'eau nécessaire constitue un autre danger pour l'humanité et l'environnement. Des milliers de litres sont utilisés, en particulier pour le refroidissement et le nettoyage des outils. Cela engendre une raréfaction de l'eau pour l'agriculture dans les régions sèches.

### 2.1.3 Énergie grise

Non seulement l'exploitation des appareils, mais également le processus de production et d'élimination requiert de l'énergie, que ce soit pour le fonctionnement des machines, pour les fourneaux des fonderies ou les transports. Ce que l'on appelle l'énergie grise est invisible pour les clients finaux, mais elle est très importante pour le bilan écologique. En ce qui concerne les ordinateurs, justement, leur fabrication est nettement plus gourmande en énergie que leur utilisation. Une part essentielle des ressources exploitées sert donc à produire de l'énergie pour le processus de fabrication. Des processus qui exigent par ailleurs l'extraction et la combustion de grandes quantités de charbon notamment ce qui a pour conséquence des émissions considérables de soufre et de CO<sub>2</sub>.

L'Office fédéral de l'environnement allemand estime que la production d'un ordinateur portable nécessite environ 2790 kWh d'énergie, ce qui signifie la libération de 850 kg de gaz à effet de serre et correspond tout juste à la consommation annuelle d'un ménage de deux personnes en Suisse.

### 2.1.4 Dysfonctionnements sociaux

Souvent, l'extraction de matières premières a lieu dans des conditions inacceptables et provoque des conflits politiques, voire des guerres. En maints endroits, les conditions de travail pour la fabrication sont précaires en raison des risques pour la santé, des horaires de travail et des bas salaires et le travail des enfants demeure un problème.

La division du travail et la chaîne de sous-traitants dans le commerce global des ordinateurs sont très morcelées et ramifiées. Il est donc presque impossible de découvrir dans quelles conditions écologiques et sociales le matériel informatique a été fabriqué. Jusqu'ici, il n'existe pas de système fiable de certification qui prenne en compte le domaine social dans son ensemble.

## 2.2 Utilisation d'ordinateurs et d'appareils périphériques

La génération des natifs du numérique (*digital natives*) grandit avec des appareils informatiques et sait utiliser des ordinateurs, des téléphones mobiles, des tablettes et d'autres objets encore. A l'avenir, elle devra toutefois également apprendre à utiliser ces appareils de manière intelligente et durable. Une utilisation durable des appareils informatiques dans les écoles offre en même temps la possibilité de sensibiliser les élèves de manière précoce (voir partie didactique).

La puissance d'un ordinateur fixe n'est pas très grande en réalité (au repos, environ 50 W, comparable à celle d'une ampoule à incandescence ordinaire. Une machine à café, par exemple, est dix fois plus puissante). Cependant, la quantité d'appareils et la durée de fonctionnement s'additionnent.

La consommation de courant d'appareils informatiques est estimée à environ 10 % des besoins totaux en courant de la Suisse. Jusqu'ici, elle a doublé tous les cinq ans. Une utilisation réfléchie en fonction des besoins peut contrer cette tendance.

### 2.2.1 Exploitation plus efficiente en énergie

Chaque ordinateur, moniteur, imprimante ou autre est équipé d'options d'économies d'énergie. Le mode veille (*standby*) met l'ordinateur dans un état d'inactivité duquel il peut ressortir instantanément sur simple pression d'une touche. Les données ne sont pas enregistrées et l'ordinateur a constamment besoin d'un peu de courant. Ce mode convient pour de courtes pauses entre deux travaux à l'ordinateur. En veille prolongée ou profonde, les données sont enregistrées temporairement puis l'ordinateur est désactivé, la réactivation dure environ 10 secondes. La consommation d'énergie en mode de veille prolongée ou profonde correspond, pour les appareils récents, à l'état d'un ordinateur éteint. Ce mode convient pour des pauses plus longues pendant la journée d'école.

Grâce à des logiciels de gestion de l'alimentation, les administrateurs informatiques peuvent mettre, de manière centralisée, les ordinateurs et les appareils périphériques dans le mode veille désiré ou les éteindre complètement après l'école. Les variantes gratuites permettent une installation standard alors que les logiciels en vente dans le commerce permettent aux administrateurs et administratrices réseaux d'installer individuellement les modes d'économie d'énergie (par exemple pour différents groupes d'utilisateurs et utilisatrices) et offre de meilleures options de monitoring (observation et suivi). L'achat de → tels logiciels de gestion de l'alimentation pour ordinateurs est la plupart du temps amorti en quelques mois.

### 2.2.2 Appareils reliés au réseau électrique et chargeurs

Ordinateurs, appareils périphériques, routeurs, etc. sont utilisés via des transformateurs à plus basse tension en courant continu. Ils ont toujours besoin d'un tout petit peu de courant (0.5 à 2 Watts), même si les appareils sont complètement éteints (consommation cachée). La coupure complète de l'arrivée de courant des appareils reliés au réseau empêche cette perte de courant (durant la nuit, le week-end et les vacances).

### 2.2.3 Imprimantes et appareils multifonctions

Les imprimantes nécessitent beaucoup de ressources (papier, encre en poudre, etc.). Imprimer de manière réfléchie contribue à en diminuer la quantité. En plus des mesures connues, il existe encore la possibilité d'installer une identification au moyen d'un code directement sur l'imprimante (les élèves peuvent également l'installer eux-mêmes). Les mandats d'impressions que l'on souhaite vraiment imprimer ne peuvent être activés qu'après identification. On évite ainsi les impressions inutiles ainsi que les oublis dans l'imprimante et cela permet de protéger les documents confidentiels des indiscretions.

## 2.3 Élimination et recyclage

### 2.3.1 L'élimination correcte vaut la peine

Pour être correctement éliminé, un appareil informatique doit être recyclé à la fin de son cycle de vie. Les trois quarts environ des métaux précieux peuvent être récupérés et réutilisés comme matières premières secondaires dans la production. Des taux de recyclage plus élevés signifient qu'il faut extraire moins de nouvelles matières premières, ce qui est indispensable dans le contexte actuel de pénurie de matières premières. En Suisse, l'élimination et le recyclage d'appareils informatiques sont organisés par Swico, l'Association économique suisse de la bureautique, de l'informatique, de la télématique et de l'organisation.

### 2.3.2 Un recyclage inapproprié nuit à l'humanité et à l'environnement

Une élimination non appropriée peut libérer dans l'environnement des substances nocives. C'est pourquoi, en Suisse, l'élimination des déchets électriques et électroniques dans les déchets ménagers est interdite depuis 1998. L'Ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques impose, d'une part, aux consommateurs et aux consommatrices de les restituer correctement et, d'autre part, aux points de vente de les récupérer gratuitement. Une taxe de recyclage anticipée est déjà comprise dans le prix d'achat. Ainsi, les appareils usagés peuvent être rapportés dans tous les points de vente qui offrent des produits du même type ou également dans un des 450 points de collecte reconnus.

La grande valeur des matières contenues dans les appareils a fait apparaître dans les pays en développement et les pays émergents une sorte d'industrie de l'ombre, qui a découvert le recyclage de déchets électroniques comme source de revenus. En l'absence de connaissances des travailleurs et des travailleuses sur les dangers, d'équipements adéquats et de cadre législatif, ce travail présente souvent de gros risques pour la santé et l'environnement. Malgré la Conven-

tion internationale de Bâle de 1989 qui interdit l'exportation transfrontalière de vieux appareils électriques ou électroniques, des exportations illégales des pays industrialisés vers les pays émergents subsistent.

### 2.3.3 Aspects écologiques et économiques du matériel informatique pour les écoles

En Suisse, en 2007, on dénombre en moyenne un ordinateur avec accès Internet pour 13 élèves du degré primaire et pour 7.1 élèves du degré secondaire II, soit autant que la moyenne dans l'UE. L'équipement toujours plus performant des écoles va promouvoir l'utilisation des technologies de l'information et de la communication. En plus de l'enseignement des connaissances de base en informatique, on utilisera de plus en plus de logiciels d'apprentissage et des projets multimédias seront mis sur pied. Il est donc capital à l'avenir non seulement d'utiliser dans les écoles des techniques informatiques efficaces du point de vue matériel et énergétique, mais également de prendre en compte les moyens limités des écoles.

### 2.3.4 Poste de travail

Pour les terminaux, on peut choisir parmi quatre techniques (voir aussi tableau 1 pour un comparatif détaillé) :

- Ordinateur personnel de bureau fixe : ordinateur personnel classique, le traitement des données est effectué directement sur le poste du client. C'est actuellement la technique la plus utilisée.
- Ordinateur portable : poste de travail mobile, qui a une puissance de calcul et une carte graphique à peu près égale à celles d'un ordinateur personnel classique. Il peut être utilisé simplement et rapidement en différents lieux de travail.
- Mini PC : un ordinateur économique qui utilise la technologie des ordinateurs portables et qui donc travaille avec une grande efficacité énergétique.

- Client léger & Server based Computing (SBC) ou bureau virtuel : le principe est que la puissance de calcul et les logiciels d'application sont stockés sur un serveur central et que le poste de travail est limité à la fonctionnalité entrées-sorties (voir exemple pratique ci-après de Martin Frieden de l'école professionnelle artisanale et industrielle de Berne, gibb).

Tablelle 1 : Comparatif des paramètres pour évaluer une solution de poste de travail

	<b>Ordinateur personnel classique</b>	<b>Ordinateur portable</b>	<b>Mini PC</b>	<b>Client léger &amp; SBC</b>
Poids (kg)	8–10	3	1.6	< 1
Puissance au repos (W)	50–100	20–50	15–35	5–20
Bruit (ventilation)	clairement audible	faible, car économie de courant	faible, car économie de courant	silencieux (pas de ventilation)
Ergonomie	bonne	insuffisante	bonne	bonne
Durée de vie (années)	3–5	4–5	3–5	> 7
Place nécessaire	grande	économie de place	économie de place	économie de place
Support informatique	important (il faut s'occuper de chaque appareil individuellement)	important (il faut s'occuper de chaque appareil individuellement)	important (il faut s'occuper de chaque appareil individuellement)	fortement réduit

D'un point de vue écologique et économique, la solution client léger & SBC ou bureau virtuel est la meilleure variante, car elle est plus efficace au niveau matériel et énergétique que les autres (y compris une plus grande performance du serveur). Les frais de maintenance diminuent énormément après la phase de démarrage (qualification pour administration du serveur terminal) et les appareils se distinguent par leur grande fiabilité puisqu'ils ne sont constitués d'aucune pièce mobile. En cas de défaut, ils sont facilement remplaçables. La durée de vie de terminaux clients légers est beaucoup plus longue (> 7 ans), car l'installation de nouveaux logiciels d'application ne nécessite pas le remplacement des appareils.

En effet, l'adaptation de la puissance de calcul se fait facilement sur le serveur (Ressourceneffiziente IT in Schulen, Clausen, 2009).

Sur l'ensemble du cycle de vie, la variante client léger & SBC (y compris la part du serveur) économise 40 à 50 % d'émissions de gaz à effet de serre par rapport à un ordinateur personnel classique alors que les coûts sont réduits d'environ 35 % (PC vs. Thin Client Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Fraunhofer Institut UMSICHT, 2008).

Mise à part une exploitation énergétique plus efficace, les ordinateurs portables n'apportent aucune amélioration écologique par rapport à un ordinateur personnel classique, mais ils présentent l'avantage de la mobilité. Toutefois, il faut dans ce cas veiller à ce que les ordinateurs portables soient conçus de manière évolutive et modulaire pour pouvoir être utilisés ainsi plus longtemps (par exemple évolution lors de nouvelles exigences de logiciels). On choisit un mini PC quand le déplacement de la puissance de calcul sur un serveur n'est pas possible ou en complément à une variante client léger & SBC pour contourner d'éventuelles restrictions (capacité multi-média, restrictions sur logiciels d'apprentissage).

### 2.3.5 Réseau

En règle générale, un réseau rapide est plus efficient du point de vue énergétique puisque le même processus nécessitera moins de temps et que les appareils seront moins longtemps à la tâche.

Des interrupteurs intelligents peuvent reconnaître si des données transitent par un port et en cas de non-utilisation le mettre en veille (GREEN-IT. Ein Leitfaden zur Optimierung des Energieverbrauchs des IT-Betriebes. Deutsche Bundesregierung).

### 2.3.6 Imprimantes, scanners et photocopieurs

Centraliser les imprimantes sur quelques grandes imprimantes de modèles identiques permet d'unifier le parc informatique, de faciliter le support informatique et les utilisateurs et utilisatrices réfléchissent mieux à ce qui doit vraiment être imprimé. Pour les élèves, une imprimante laser noir/blanc est en règle générale suffisante, pour le corps enseignant et l'administration scolaire on choisira des appareils multifonctions (plusieurs fonctions en un). Il faut à ce propos s'assurer que pour les appareils achetés, les fonctions soient remplaçables séparément, ceci afin qu'une fonction défectueuse ne nécessite pas le remplacement de tout l'appareil. Il est également conseillé de conclure un contrat de maintenance avec une entreprise, en principe ça en vaut la peine.

### 2.3.7 Exploitation de serveur

Il est recommandé de relier plusieurs écoles à un serveur central (par exemple: d'une ville ou d'un canton). L'exploitation d'installations de serveurs plus grandes dans de centres informatiques (*data center*) est plus efficace que dans les petites. Le support informatique est également plus efficace dans un centre informatique. Vous trouverez des informations détaillées sur l'exploitation écologique, efficace d'un point de vue énergétique et économique → [ici](#).

#### **Sources**

- *Green IT. Ein Leitfaden zur Optimierung des Energieverbrauchs des IT-Betriebes.* Deutsche Bundesregierung (en allemand)
- *Ressourceneffiziente IT in Schulen.* Clausen und Fichter (Borderstep Institut), Umweltbundesamt, 2009 (en allemand)
- *Energieeffizienter IT-Einsatz an Schulen.* Clausen (Borderstep Institut) proKlima, 2009 (en allemand)
- *PC vs. Thin Client. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen Version 1.* 2008. Knermann, Fraunhofer Institut UMSICHT, 2008 (en allemand)

## 2.4 Recommandations pour une informatique durable dans les écoles

Vous trouverez sur la plateforme du groupe de travail → [Green IT](#) de la Société suisse d'informatique des listes détaillées ainsi qu'un catalogue de mesures avec des indications sur les effets possibles et les investissements à consentir pour y arriver. Pour les écoles qui installent et entretiennent de manière indépendante leur département informatique, il est recommandé de consulter les catégories «PME» et «Privés». Si plusieurs écoles sont regroupées dans un plus grand réseau, elles trouveront les mesures qui leur correspondent, en fonction de la taille du réseau, dans les domaines «PME» et «Grandes entreprises».

### 2.4.1 Achat

- *Examiner les nécessités*: un choix en fonction des besoins évite des achats inutiles de coûteux appareils. Même en cas de faible utilisation, les appareils informatiques nécessitent presque autant de courant que quand ils sont utilisés, dès lors, des appareils de petite dimension seront plus efficaces en énergie.
- *Utiliser les appareils longtemps*: puisque la fabrication cause la plus grande partie des dommages à l'environnement, il est plus raisonnable d'utiliser si possible les appareils longtemps. Le remplacement d'ordinateurs plus anciens par des autres énergétiquement plus efficaces ne vaut pas la peine puisque l'énorme dépense de production ne peut être amortie par une efficacité énergétique accrue dans le laps de temps.
- *Réparer et mettre à jour*: il vaut la peine de réparer des appareils défectueux ou de les mettre à jour avec des nouvelles technologies. Cela épargne des ressources et de l'énergie grise. Cependant, les coûts de réparation sont la plupart du temps élevés.
- *Investir dans les technologies les plus récentes*: si un appareil doit être remplacé, il vaut la peine d'investir dans une technologie innovante. Cette der-

nière sera plus longtemps actuelle et est souvent énergétiquement plus efficace.

- *Se préoccuper de l'efficacité énergétique*: des appareils efficaces d'un point de vue énergétique épargnent de l'énergie et de l'argent.
- *Faire attention à la qualité*: des aspects tels que la fiabilité, la durabilité et la facilité de réparation déterminent la qualité du produit.

#### 2.4.2 Utilisation

- *Optimiser les options d'économie d'énergie*: elles peuvent être réglées comme désiré dans le panneau de configuration. Il faut installer les ordinateurs, imprimantes, etc. de manière à ce qu'après dix minutes de non-utilisation (cinq minutes pour les écrans) ils soient mis automatiquement en mode veille. En cas de non-utilisation prolongée (30 à 60 minutes, par exemple des pauses), les appareils devraient être mis automatiquement en veille prolongée ou profonde.
- *Logiciel de gestion de l'alimentation*: il se peut que l'extinction de l'ordinateur et des appareils périphériques ne s'effectue pas, par exemple parce que l'ordinateur est bloqué dans un processus de calcul. Une gestion de l'alimentation permet d'adapter les modes d'économie d'énergie aux besoins individuels de l'utilisateur et de l'utilisatrice et d'administrer de manière centralisée. Les outils de gestion de l'alimentation peuvent économiser en moyenne 200 kg d'émissions de CO<sub>2</sub> et CHF 34 par ordinateur et par année.
- *Luminosité de l'écran et économiseurs d'écran (écrans de veille)*: suivant l'éclairage, les écrans peuvent être réglés à 50 ou 60 % de luminosité et épargner 30 à 40 % de courant. Dans l'idéal, l'écran s'éteint automatiquement et complètement lorsque l'on éteint l'ordinateur. Les économiseurs d'écran ne sont plus nécessaires sur les nouveaux écrans TFT, ils consomment inutilement des performances de calculs et de l'énergie.

- *Couper l'alimentation des appareils branchés sur le secteur*: empêcher la consommation constante des appareils branchés sur le secteur à l'intérieur ou à l'extérieur des appareils ; ne raccorder les chargeurs de tous les appareils électroniques à l'alimentation électrique que pour le chargement.  
Solutions proposées :
  - barrettes multiprises, prises anti-veille : interrupteur utilisé par le corps enseignant. Pour les mises à jour et les travaux administratifs, possibilité d'intégrer une minuterie à travers laquelle les appareils sont à nouveau reliés à l'alimentation.
  - verrouillage central : l'arrivée de courant est coupée au moyen d'un verrouillage central pour la salle d'informatique (*voir ci-après exemple pratique de Martin Frieden, gibb*)
- *Imprimantes et appareils multifonctions* : utiliser comme préférences standards l'impression en bichromie, noir/blanc. Certaines applications, par exemple Follow me Printing, requièrent une identification avant de pouvoir activer les impressions désirées. Passer à la documentation électronique permet d'autres économies. La combinaison de telles mesures permet de réduire la consommation de papier jusqu'à 75 %.
- *Vidéoprojecteurs, technique vidéo et audio* : l'arrivée du courant pour les vidéoprojecteurs, appareils vidéo et audio installés dans les salles de classe doit être coupée s'ils ne sont pas utilisés. Le fonctionnement du mode veille d'un vidéoprojecteur par exemple est estimé à environ 25 % des besoins en électricité.
- *Réseau et WLAN* : durant la nuit et les week-ends il est possible de déclencher et de réenclencher l'exploitation du réseau à certaines heures au moyen d'une minuterie intégrée. Les heures de service peuvent être également programmées par le support informatique.

### 2.4.3 Recyclage

- *Restituer les appareils aux points de collecte* : l'élimination par un point de collecte Swico garantit que les appareils informatiques seront éliminés correctement, qu'ils ne pollueront pas l'environnement ni ne finiront comme matériaux problématiques dans les pays émergents.
- *Boîtes de collecte pour téléphones mobiles, MP3, caméras numériques, etc.* : offrir dans le cadre de l'école la possibilité aux élèves de restituer leurs anciens appareils électroniques de poche permet d'alimenter la chaîne du recyclage avec les petits déchets électroniques (le taux de recyclage est dans ce cas assez bas)

#### **Informations supplémentaires**

- Guide Topten : Achats professionnels : Appareils de bureau
- Office fédéral de l'environnement OFEV – Gestion durable des matières
- Office fédéral de l'environnement d'Allemagne – Ordinateurs, Internet et Cie, économiser de l'argent et protéger l'environnement (en allemand)
- Brochure d'info Eco Top Ten Computer et ordinateurs portables (en allemand)
- Listes et catalogue de mesures pour les PME et grandes entreprises du groupe de travail Green IT de la Société suisse d'informatique
- Effichек Bureau, informatique et communication de Proofit
- Les détectives de l'énergie – l'énergie grise (en allemand)
- Conséquences sociales de la production d'ordinateurs portables (en allemand)
- Campagne d'Action de Carême et Pain pour le prochain – Pour des ordinateurs produits dans la dignité
- Swico-Recycling
- Trouver les points de collecte
- Carbotech – Conseils en environnement et études de bilans écologiques (en allemand)
- Conseils pratiques pour économiser de l'argent et de l'énergie

## 2.5 Des labels pour guider l'achat

Le grand choix disponible dans le domaine informatique fait de l'achat une entreprise complexe. Les labels peuvent contribuer à faire un choix le plus responsable possible pour l'environnement.

Il existe une multitude de certificats pour le domaine informatique. Les cinq labels suivants sont importants en Suisse :

### 2.5.1 Energy Star

Le label «Energy Star» distingue les appareils informatiques à faible consommation d'énergie en prenant en compte les différents modes d'exploitation. «Energy Star» est une initiative des autorités environnementales américaines, mais il est également utilisé dans l'UE. Depuis début 2009, la Suisse est partenaire du programme, l'information et la coordination nationale étant assurées par Swico.

Aux États-Unis et dans l'UE, les acquéreurs publics n'achètent que des produits munis du label «Energy Star» et en Suisse également, la Confédération recommande le label. C'est pourquoi les exigences se conforment aux produits disponibles sur le marché, et que donc la plupart d'entre eux y répondent. Les exigences sont donc minimales et le label est à considérer comme faible en raison des rares contrôles qu'il subit. Toutefois, les critères d'attribution sont continuellement remaniés et renforcés afin de préserver la crédibilité du label. Lors de l'achat, «Energy Star» offre un point de repère sur le standard minimum d'efficacité énergétique que les appareils doivent présenter.

**Informations supplémentaires** → [www.energystar.ch](http://www.energystar.ch)





### 2.5.2 Der Blaue Engel

Le label allemand «der Blaue Engel» certifie notamment le caractère favorable à l'environnement du matériel informatique. De plus, «der Blaue Engel» pose de grandes exigences en matière de protection de la santé des travailleurs et travailleuses ainsi qu'en matière de qualité de fonctionnement. L'Office fédéral de l'environnement allemand élabore les critères du label en collaboration avec des représentants de diverses organisations, associations environnementales, d'utilisateurs et utilisatrices, ainsi que du monde économique.

L'objectif est de diminuer les polluants, les émissions, les déchets et les besoins en énergie. Le label implique tout autant une construction d'une grande longévité et apte au recyclage qu'une facilité de réparation et d'évolution. Les critères sont relativement sévères sauf en ce qui concerne les modestes exigences envers les besoins en énergie. L'attribution est faite de manière indépendante et comprend le cycle de vie et la qualité du produit final. Le label «der Blaue Engel» est de ce fait un critère d'achat recommandable. Toutefois, en raison des exigences élevées, il n'y a jusqu'ici que peu d'appareils labellisés. On peut les trouver sur la page d'accueil du site «der Blaue Engel».

**Informations supplémentaires** → [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de)  
(en allemand)

### 2.5.3 Topten



«Topten» est une aide en ligne pour rechercher des produits de grande qualité présentant une faible consommation d'énergie et une pollution réduite de l'environnement. En outre, «Topten» sert de label pour distinguer les meilleurs appareils d'une classe de produits. «Topten» est une initiative de l'Agence suisse pour l'efficacité énergétique S.A.F.E. et il est soutenu par différents partenaires comme le WWF et le magazine de défense des consommateurs «Saldo».

«Topten» analyse l'ensemble du marché et publie une liste avec des produits recommandables. On

trouve les critères d'évaluation sur la page d'accueil et ils dépendent de tests d'institutions qui ont fait leurs preuves ainsi que de normes nationales et internationales. L'exactitude et la neutralité de «Topten» peuvent ainsi être contrôlées en tout temps.

Dans le domaine informatique, le site a analysé jusqu'ici des imprimantes, des appareils multifonctions et des écrans. Il n'existe pas encore d'évaluation pour des ordinateurs classiques ou des portables. Les exigences relatives à la consommation d'énergie sont chez «Topten» clairement plus élevées que pour «Energy Star» et «der Blaue Engel». «Topten» offre ainsi une excellente plateforme d'information et un soutien précieux lors de l'achat.

**Informations supplémentaires** → [www.topten.ch](http://www.topten.ch)

#### 2.5.4 EPEAT

L'Electronic Product Environmental Assessment Tool, abrégé «EPEAT», est un label international administré par le Green Electronics Council des États-Unis.

«EPEAT» évalue des appareils informatiques du point de vue des répercussions environnementales. L'évaluation se base sur 51 critères relativement globaux auxquels un appareil doit impérativement répondre pour obtenir le bronze. Les autres 28 critères sont facultatifs et sont récompensés par les plus hautes distinctions, l'argent et l'or. Le label exige une limitation des substances dangereuses ainsi que l'utilisation de matériaux recyclés et renouvelables. Le caractère évolutif et extensible des appareils et l'obtention du label «Energy Star» sont également des conditions.

Alors que « EPEAT » est largement utilisé aux États-Unis comme outil de choix pour l'achat, cette distinction est encore peu connue en Europe. Malgré cela, il vaut la peine de jeter un coup d'œil sur la plateforme en ligne pour se faire une première idée, sachant qu'actuellement 646 produits de 8 fabricants sont enregistrés pour la Suisse.

**Informations supplémentaires** → [www.epeat.net](http://www.epeat.net)  
(en anglais)





### 2.5.5 TCO

Le label «TCO» (Tjänstemännens Centralorganisa-tion – Organisation centrale des employés) fixe depuis 1992 des normes dans le domaine de l’ergonomie, des champs électromagnétiques, de l’efficience éner-gétique et de l’environnement. Grâce au «TCO 95», on a déjà interdit les agents ignifuges bromés et chlorés, presque dix ans avant l’introduction de la Di-rective RoHS de l’UE (voir ci-dessus). Les appareils TCO présentent une faible consommation de courant, sont préparés pour le recyclage et répondent aux exi-gences en matière de qualité de l’image, de niveau de bruit et d’émissions électromagnétiques. Les fabri-cants doivent s’engager pour l’amélioration de l’envi-ronnement dans la production ainsi que pour de bonnes conditions de travail.

**Informations supplémentaires** → [www.tcodevelopment.com](http://www.tcodevelopment.com)  
(en anglais)

#### **Pour des informations détaillées et des évaluations sur ces labels et d’autres encore**

- [www.umweltschutz.ch](http://www.umweltschutz.ch)
- [www.label-online.de](http://www.label-online.de) (en allemand)
- [www.wwf.ch](http://www.wwf.ch)

#### **Auteurs**

- Priska Messmer, Fondation suisse pour la pratique environnementale Pusch, Hottingerstrasse 4, Case postale 211, 8024 Zurich, [priska.messmer@umweltschutz.ch](mailto:priska.messmer@umweltschutz.ch), téléphone 044 267 44 67.
- Dr. Doris Slezak, greenITplus & Groupe spécialisé Green IT de la société suisse d’informatique, Conseils en environne-ment et Green IT, Fabrikstrasse 18, 3012 Berne, [doris.slezak@greenitplus.org](mailto:doris.slezak@greenitplus.org), téléphone 076 532 70 79.

# 3. Prestataires de service

## 3.1 La consommation électrique d'une école

### 3.1.1 Introduction

Nous jouissons actuellement d'une abondance énergétique sans précédent dans l'histoire de l'humanité. Il semble même que le *maximum absolu en termes de consommation d'énergie par habitant a été dépassé en ce début de 21<sup>ème</sup> siècle*<sup>1</sup>.

Consciente de ces enjeux, la Suisse a placé la réduction des consommations en tant qu'objectif politique prioritaire, avec la sortie du nucléaire et la société à 2000 Watts. Or, cette politique ambitieuse se confronte au foisonnement du nombre d'appareils énergivores dont une bonne part est destinée aux enfants et adolescents particulièrement attirés par la « mode technologique ».

### 3.1.2 Consommation électrique moyenne d'une école et importance des TIC

Une école consomme de l'électricité principalement pour l'éclairage, mais également pour tous ses appareils de bureau, ainsi que les communs (chauffage, ventilation et centres informatiques).

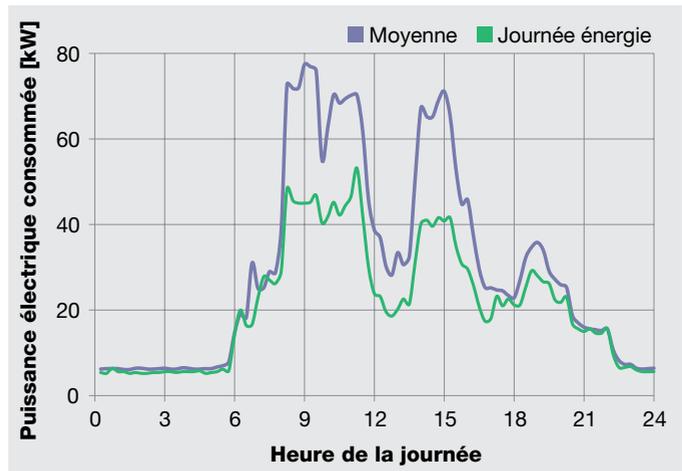
En 2010, une expérience a été menée au Cycle d'Orientation des Grandes-Communes dans le cadre d'une opération pour réduire les consommations électriques de l'école<sup>2</sup>. Le graphique ci-dessous montre la consommation électrique instantanée de l'école au cours de 3 journées différentes :

<sup>1</sup> → Voir par exemple le site de [Gail Tverberg](#) (en anglais)

<sup>2</sup> → Voir [www.terragir.ch](http://www.terragir.ch) pour connaître ces opérations.

- Une moyenne de 3 vendredis (30/1, 5/2 et 12/2/2010);
- La journée énergie du 5 mars, où les occupants et les occupantes se sont mobilisés ensemble pour réduire les consommations (avec le souci de conserver des conditions d'enseignement normales et réalistes).

Figure : Consommation électrique du CO Grandes Communes (environ 700 élèves).



On observe sur la courbe « moyenne » :

- Le « ruban de nuit » est d'environ 5 kW – c'est la consommation pour le chauffage, la ventilation et le serveur de l'école<sup>3</sup>.
- Le concierge allume les lampes des halls et couloirs à partir de 5 h 30 ;
- La consommation décolle vraiment vers 8 h avec le début des cours ;

<sup>3</sup> → La plupart des écoles du secondaire ont un serveur allumé 24h/24 pour enregistrer et consulter le travail des élèves, des enseignants et du personnel administratif depuis n'importe quel poste.

- Entre 9 h 30 et 10 h, il y a une pause du matin mais on peut supposer que beaucoup de classes restent allumées ;
- A midi et à 16 h, la baisse de consommation est plus marquée ;
- Le soir, il y a un regain de consommation vers 18 h avec l'utilisation des salles de sport par différents clubs externes à l'école.

Lors de la journée énergie, on observe une réduction de 36 % entre 8 h et 17 h, ce qui montre bien le potentiel d'économies d'électricité dans l'école (sur une période de trois mois après l'opération, l'économie d'électricité a été estimée à environ 10 % par rapport à l'année précédente).

La consommation d'un ordinateur allumé est évaluée à 100 W pour un Mac et 140 W pour un PC (divisée par 10 en mode stand-by). Avec environ 75 postes dans l'école illustrée ici (dont une dizaine pour le personnel administratif et technique), on peut estimer la consommation moyenne entre 5 et 10 % de la consommation totale de l'école. Si on y ajoute les télévisions et le serveur de l'école, on peut estimer que les consommations liées aux technologies de l'information avoisinent les 15 %<sup>4</sup>.

### 3.1.3 Economiser l'énergie au niveau des technologies de l'information

Premièrement, il faut distinguer l'énergie d'exploitation (liée à l'usage courant) de l'énergie grise d'un appareil (liée à la conception, l'extraction des matières premières, la fabrication, l'emballage, le transport et l'élimination des déchets produits tout au long du cycle de vie).

<sup>4</sup> → Ceci ne tient pas compte, bien évidemment, de toutes les consommations indirectes et en particulier les «data centers» du service public gérés par les administrations cantonales ainsi que les consommations indirectes liées à internet.

L'énergie grise d'un PC correspond à environ trois années d'énergie d'exploitation<sup>5</sup>. Pour la réduire, il faudrait acheter localement (impossible lorsqu'il s'agit d'électronique, pratiquement toujours fabriquée en Asie), acheter du matériel recyclé (quand on n'a pas besoin du dernier modèle)<sup>6</sup> et, surtout, ne pas remplacer le matériel avant d'en avoir réellement besoin.

Concernant l'énergie d'exploitation, il existe trois axes pour en limiter sa consommation : a) l'efficacité de l'équipement ; b) sa régulation centralisée et c) les comportements des utilisateurs et utilisatrices :

a) L'efficacité énergétique des appareils est en constante progression. Malheureusement, la consommation électrique n'est pas (encore) un facteur déterminant, sauf lorsqu'il s'agit de produire des appareils fonctionnant sur accumulateur et que l'acheteur se soucie de l'autonomie. A noter aussi que la consommation augmente très rapidement avec la taille des écrans (consommation proportionnelle à la superficie des écrans).

b) La régulation concerne par exemple l'heure à laquelle les appareils s'allument ou s'éteignent, le laps de temps avant le passage automatique en mode stand-by ou encore la mise « hors stand-by »<sup>7</sup>. Cette programmation peut être optimisée par le responsable informatique. Le « débranchement » des appareils

<sup>5</sup> → Voir [www.greenit.fr](http://www.greenit.fr) et [www.enertech.fr](http://www.enertech.fr). En ce qui concerne les «émissions grises» de CO<sub>2</sub>, elles sont certainement beaucoup plus importantes que les «émissions d'exploitation» car l'électricité en Chine provient principalement de centrales à charbon et le transport des composants dépend exclusivement des énergies fossiles.

<sup>6</sup> → Il existe de plus en plus d'entreprises qui recyclent le matériel informatique et le revendent à des prix défiant toute concurrence. Ces entreprises récupèrent du matériel encore en parfait état de marche, mis au rebut lors de leur remplacement pour du matériel plus récent. Voir par exemple [www.realise.ch](http://www.realise.ch).

<sup>7</sup> → En effet, certains appareils comme les beamers, de plus en plus nombreux dans les écoles, restent en mode veille 24h/24 tous les jours de l'année, vacances comprises.

lorsqu'ils sont inutilisés permettrait également des économies substantielles (car certains appareils consomment même en mode stand-by). Malheureusement, le responsable informatique n'a généralement pas l'autorisation d'effectuer cette procédure<sup>8</sup>.

c) Influencer les comportements n'est pas chose aisée et devrait s'envisager sur la durée. Il existe pour cela différents programmes qui permettent d'aborder ces questions avec une classe ou même avec toute l'école<sup>9</sup>. La communication est ici primordiale. En effet, les informations sont souvent parcellaires et parfois contradictoires quant à l'efficacité de tel ou tel écogeste. Le responsable informatique se doit donc d'être bien renseigné et capable de donner des indications claires qui pourront, par exemple, être affichées sur tous les postes.

### 3.1.4 Recommandations

Afin de limiter la consommation d'énergie grise, la principale recommandation est de faire durer les appareils. Dans la mesure du possible, il vaut mieux acheter des appareils recyclés et toujours s'assurer du recyclage des appareils qui doivent être remplacés.

<sup>8</sup> → En effet, certains appareils comme les écrans ou les ordinateurs ont une consommation résiduelle même lorsqu'ils sont éteints mais branchés. Or, les grandes entreprises et administrations publiques possèdent leur propre réseau interne que l'on nomme intranet. En raison des maintenances à distance, il n'est pas question de débrancher les ordinateurs la nuit, les week-ends ou les vacances, malgré le fait que les maintenances ne sont (éventuellement) effectuées qu'une ou deux fois par an (renseignements fournis par l'Etat de Genève).

<sup>9</sup> → Se renseigner auprès de [education21.ch](http://education21.ch) pour une vue d'ensemble des possibilités existantes en Suisse romande ou sur [www.terragir.ch](http://www.terragir.ch) pour des exemples concrets.

Concernant l'énergie d'exploitation, il est essentiel que le responsable informatique de l'école soit bien et continuellement informé des possibilités liées à la régulation et à l'utilisation des appareils. On pourrait par exemple imaginer des formations continues obligatoires pour ces personnes, y compris sur la façon d'informer l'ensemble des utilisateurs et utilisatrices.

## **3.2 Fournisseurs d'accès, hébergeurs et « data centers »**

### 3.2.1 Introduction

Selon une étude du New York Times publiée en septembre 2012, l'internet consomme à lui seul l'équivalent en électricité de la production de 30 centrales nucléaires, soit plus de 4x la consommation électrique suisse<sup>10</sup>.

L'internet relie les utilisateurs entre eux et avec les hébergeurs grâce à des milliers de câbles électriques et fibres optiques, y compris au fond des océans. L'image de la toile (« web » en anglais) vient de l'important maillage qui couvre une bonne partie de la planète.

Un hébergeur maintient des serveurs (ordinateurs avec grandes capacité de stockage, sans clavier ni écran) interconnectés et allumés 24h/24 (ce sont les « data-centers ») sur lesquels les utilisateurs et utilisatrices peuvent stocker des sites internet et autres données.

<sup>10</sup> → Voir l'article sur [www.nytimes.com](http://www.nytimes.com) (en anglais) de James Glanz du 22 septembre 2012 «The cloud factories: Power, pollution and the internet».

Les fournisseurs d'accès contrôlent les chemins par lesquels parcourt l'information (câbles électriques, fibres optiques et satellites). Ils se font payer par les utilisateurs et utilisatrices et paient eux-mêmes d'autres fournisseurs afin de pouvoir bénéficier des meilleurs chemins d'accès à toute la toile.

Si on analyse les consommations d'énergie liées à internet, ce sont les dizaines de milliers de « data-centers » qui emportent la palme. En effet, ces centres nécessitent un refroidissement permanent pour éviter les surchauffes, sont tous équipés de moteurs diesel ou de coûteuses batteries en cas de panne du réseau électrique et fonctionnent en moyenne à 5 % de leur capacité (mais 100 % de consommation) afin de pouvoir répondre immédiatement à une surcharge éventuelle de la demande.

### 3.2.2 Les serveurs directement liés aux écoles

En Suisse, les enseignants et enseignantes, ainsi que le personnel administratif et technique des écoles sont des employés de l'Etat (plus précisément du Département de l'Instruction Publique – DIP – alors que le concierge est employé par le propriétaire du bâtiment).

Le DIP met à disposition des écoles des ordinateurs et des serveurs qui sont connectés en intranet (internet interne à l'entreprise). Les écoles sont souvent équipées de leurs propres serveurs. Elles sont également connectées à des serveurs centralisés de l'administration cantonale.

Les mêmes problèmes et questions se posent pour ces serveurs internes que pour les « data-centers » mentionnés ci-dessus. Ils sont allumés en permanence et doivent être refroidis. On peut donc faire l'hypothèse que la piètre efficacité des « data-centers » mentionnée ci-dessus pour l'internet (environ 5 %), soit également représentative des serveurs internes.

### 3.2.3 Recommandations

Outre les comportements des utilisateurs et des utilisatrices – de plus en plus nombreux à passer plus de temps sur l'internet – l'impact écologique de l'internet est directement lié à la technologie utilisée pour l'hébergement. C'est donc dans le choix de l'hébergeur que l'on peut espérer limiter cet impact<sup>11</sup>.

La principale recommandation que l'on puisse faire pour une école se situe au niveau de l'information et de la communication. Les enseignants et les enseignantes – et à fortiori ceux qui utilisent les TIC – doivent être bien renseignés et bien préparés à informer leurs élèves.

L'utilisation des TIC n'est pas sans influence sur les ressources de la planète. Déjà, l'explosion du nombre de « data-centers » pour alimenter l'internet entraîne une consommation d'électricité qui dépasse la consommation de certains pays, dont la Suisse.

#### **Auteur**

→ Benoît Molineaux, directeur [terragir](#) – énergie solidaire

## 3.3 Nuages (clouds)/EduCloud

### 3.3.1 Définition

Le → [National Institute of Standards and Technology](#) (en anglais) américain définit le → [Cloud Computing](#) (en anglais) ou informatique en nuage comme suit :

*« Cloud Computing est un modèle pour mettre à disposition un accès pratique au réseau sur demande depuis n'importe quel endroit, à un ensemble partagé de ressources informatiques à configurer (p.ex. réseaux, serveurs, Sauvegarde, applications et services). Ces ressources peuvent être mises à disposition*

<sup>11</sup> → Ce choix se fait généralement de manière centralisée au niveau de l'instruction publique, voire de l'administration cantonale et nous n'aborderons pas ici les critères qui permettent de choisir telle ou telle technologie.

*rapide et avec un minimum d'effort administratif ou la collaboration d'un fournisseur. Le modèle Cloud est basé sur cinq critères importants, trois modèles de services et quatre modèles de mise en oeuvre. »*

Les caractéristiques, modèles et exemples de cas ont été réunis dans un → livre blanc (en allemand) de → l'Académie suisse des sciences techniques SATW.

### 3.3.2 Situation initiale

Les technologies de l'information et de la communication s'imposent partout grâce à la → numérisation de données, informations et médias. → L'externalisation et → la virtualisation, les exigences élevées en matière d'agilité, d'élasticité, de flexibilité, d'efficacité des coûts, de performance, de qualité, de libre-service, de sécurité, de capacité à monter en charge, de standardisation, d'automatisation et d'économies au niveau des investissements, des coûts d'exploitation et des ressources humaines, tout cela a débouché sur un nouveau modèle d'organisation et de prestation.

### 3.3.3 → Informatique en nuage et → informatique verte

L'informatique « classique » (serveur local/régional, nombre redondant d'ordinateurs par situation d'utilisation, exploitation et support sur place) présente un mauvais indice des coûts<sup>12</sup> et elle est très gourmande en ressources (énergie, finances, matériel, personnel, place). Dans le monde entier des → centres informatiques à la pointe de la modernité, efficaces en énergie et ressources, des réseaux à haut débit, des services standardisés ainsi que des appareils intelligents (→ tablettes, → téléphones intelligents etc.) utilisables de manière universelle ont le vent en poupe. Ces moyens nécessitent également d'énormes ressources.

<sup>12</sup> → Env. 75 % des coûts sont dûs à l'exploitation et au support ; seuls 25 % sont consacrés à la modernisation et à l'innova-

Cependant, grâce à une plus grande efficacité énergétique, à des économies d'échelle et à l'industrialisation, ils surclassent les installations locales.

La migration de petites installations inefficaces vers des centres informatiques optimisés, le recours à des services à la demande et au concept → «bring your own device» (amenez vos appareils personnels) favorisent la conception et un usage écologiques des TIC à plus grande échelle. Pour que ces effets puissent se déployer, une réorientation, un travail de gestion et une implication personnelle sont nécessaires.

### 3.3.4 Opportunités et risques

On peut à peine imaginer des TIC modernes et intéressants du point de vue des coûts sans recourir aux nuages (*clouds*). On tire du nuage → infrastructures, plateformes, services et processus commerciaux (en allemand) à la demande et on paie en règle générale uniquement les opérations réellement effectuées. Les services de nuages séduisent les utilisateurs et les utilisatrices par un niveau d'investissement, de coûts d'exploitation et de personnel plus bas, une flexibilité plus grande, l'innovation et le fait que la technologie est constamment à jour. Les moyens financiers ainsi libérés peuvent être consacrés aux tâches centrales de l'organisation.

Ces avantages sont contrebalancés par quelques inconvénients<sup>13</sup> qui doivent être examinés et auxquels il faut remédier, par exemple en ce qui concerne l'indépendance, la possibilité de contrôle, les problèmes d'intégration, → la portabilité, les aspects juridiques, la protection, la sécurité, la disponibilité et la confiance.

tion.

<sup>13</sup> → cf. à ce sujet la bibliographie (en allemand)

### 3.3.5 Perspectives

L'informatique en nuage offre de grandes opportunités aux organisations dont le siège est en Suisse dans la compétition globale<sup>14</sup>. Des centres informatiques de grande qualité et des services de nuages deviennent des facteurs de succès capitaux. C'est pourquoi il faut optimiser les conditions générales et lever les obstacles.

La pénétration croissante des TIC dans notre société de l'information a pour conséquence que, de nos jours, chacun et chacune apporte son propre appareil et l'utilise constamment, quels que soient l'endroit et le contexte. Cela représente un grand défi pour l'informatique « classique », mais offre également aux organisations de nouvelles possibilités d'optimiser leurs affaires et leurs processus ou de les remodeler.

### 3.3.6 Informatique en nuage dans l'éducation

Actuellement, la plupart des institutions du domaine de l'éducation exploitent leurs propres installations et départements informatiques. En parallèle, le corps enseignant, les élèves, les personnes en formation et celles qui font de la recherche utilisent avec leurs appareils personnels la multitude de services de nuage, la plupart provenant de l'offre de → « nuages publics » (en allemand). Cette tendance va se renforcer et nécessite donc la création de nouveaux modèles.

Parallèlement au développement des « nuages publics », des « nuages privés », spécifiques à des organisations, ou des « nuages communautaires » ainsi que des « nuages hybrides » ont de plus en plus la cote.

→ « La stratégie Cloud Computing des autorités suisses » a été adoptée en octobre 2012. Elle vise notamment à informer les autres secteurs (PME, éducation, santé, etc.), car beaucoup de critères, tâches et services ont un caractère générique et sont transposables à d'autres domaines.

<sup>14</sup> → cf. La cyberéconomie en Suisse : monitoring et rapport 2012

### 3.3.7 « EduClouds »

Des nuages hybrides communautaires prévalent également dans les domaines de l'éducation et de la recherche. Des fournisseurs et exploitants de plateformes, de services, de contenus et de réseaux tels que → [educa.ch](http://educa.ch) et → [SWITCH](#) jouent donc un rôle-clé dans ce processus. Il convient de faire attention aux aspects suivants lors de la conception et de l'organisation :

- Bring your own device : intégration transparente des terminaux personnels dans des environnements définis.
- Personal education purse : dossiers personnels avec tous documents relevant du domaine de la formation.
- Services de gestion des identités et accès sûrs, standardisés et utilisables de manière internationale<sup>15</sup>
- Protection des domaines sensibles (par exemple administration de l'école) à l'aide de solutions de type « nuage privé ».
- Transparence sur la localisation (politique, juridique), sur les normes et standards, sur les offres, sur les conditions.
- Transparence et régulation concernant les contenus (droits d'auteur, utilisation, patentes, etc.).
- Prise en compte des exigences spécifiques par degré et type de formation.
- Prise en compte des particularités linguistiques (des régions), culturelles et traditionnelles.
- Participation active à la société de l'information ou au marché numérique unique.

L'organisation de tels « EduClouds » devrait être examinée et pilotée dans le cadre de projets y relatifs.

<sup>15</sup> → cf. [educa.ID](http://educa.ID), [SuisselD](#), [STORK 2.0](#), [SWITCHaai](#), [AAA/SWITCH](#).

## **Auteur**

→ Markus Fischer MF Consulting, 1789 Lugnorre  
[markus-fischer@bluewin.ch](mailto:markus-fischer@bluewin.ch), Membre du Conseil scientifique de  
l'Académie suisse des sciences techniques SATW (2006–2015),  
Coauteur du [SATW White Paper Cloud Computing \(2012\)](#)  
(en allemand), Coauteur du [livre blanc « Une éducation pour  
la Suisse du futur » \(2009\)](#)

## **3.4 Utilisation d'Internet**

Plus de 50 % de la population suisse utilise Internet tout naturellement au quotidien. La part est même plus élevée parmi les jeunes, en partie à des fins scolaires, mais surtout en raison des médias sociaux et de la nouvelle génération de téléphones intelligents.

L'exploitation d'Internet en Suisse nécessite environ une fois et demie la production de courant de la centrale nucléaire de Mühleberg, ce qui correspond à presque 8 % de la consommation d'électricité suisse totale. Chaque fois que l'on clique, on consomme du courant, sans compter celui de l'ordinateur sur lequel on travaille (voir chapitre sur l'utilisation des appareils). Derrière Internet se cache une infrastructure complexe qui lui permet justement de réaliser ses performances. Internet s'étend dans le monde entier, et pas seulement de manière virtuelle, mais également avec les appareils, machines et autres circuits câblés bien réels nécessaires à son fonctionnement.

### 3.4.1 Consommation d'énergie des activités sur Internet

Transmettre rapidement un courriel d'un ordinateur vers un autre nécessite une infrastructure qui a besoin d'énergie. Cela commence par l'ordinateur et se poursuit par un modem Internet, avec ou sans WLAN, et un réseau, autant d'éléments qui consomment du courant. Les données sont transportées via un réseau câblé et des lignes téléphoniques vers les serveurs du fournisseur d'accès de l'expéditeur. De là, le courriel

fait le tour du monde au travers d'un réseau de câbles de cuivre et de fibre optique pour atterrir dans le serveur du fournisseur d'accès du destinataire et terminer dans la boîte de réception de ce dernier. Il est difficile de déterminer combien d'énergie est nécessaire à nos activités sur Internet. Cela dépend notamment aussi de tout ce que l'on compte dans l'activité Internet proprement dite (terminaux, circuits de transmission de données, commutateurs, installations de serveurs, etc.). Le tableau 1 représente la consommation d'énergie de quelques activités sur Internet, avec toutefois différentes définitions des limites du système et en se fondant sur différentes bases de calculs (*calculs basés sur des estimations ou sur des mesures*).

Tableau 1 : Consommation d'énergie de différentes activités sur Internet

	<b>Recherche Google<sup>1</sup></b>	<b>Courriel<sup>2</sup></b>	<b>Courriel + grande pièce jointe<sup>2</sup></b>	<b>Avatar<sup>3</sup></b> (Second Life)	<b>Transmission de données<sup>4</sup></b> (p. ex. : vidéos, photos, fichiers)
Quantité	100 recherches	1 courriel	1 courriel + 1 pièce jointe	1 avatar	1 gigaoctet
Puissance	30 Wh	–	–	4.6 kWh/jour	0.2 kWh/GO
Émissions CO <sub>2</sub>	20 g CO <sub>2</sub>	4 g CO <sub>2</sub>	50 g CO <sub>2</sub>	3.2 kg CO <sub>2</sub> /jour	–
Comparaison avec activités quotidiennes	30 W ampoule pendant 1 heure	12 m trajet en voiture	150 m trajet en voiture	Consommation d'énergie quotidienne moyenne d'une personne au Brésil	5 min de séchage de cheveux (avec sèche-cheveux à 1350 W)

<sup>1</sup> → [Google](#) (en allemand): Consommation au sein des installations Google (consommation totale divisée par le nombre de requêtes). *Données fournies par l'entreprise elle-même.*

<sup>2</sup> → [Mike Berners-Lee and Duncan Clark \(2010\)](#) (en anglais). Prend également en compte la consommation d'énergie durant le traitement des courriels (lecture, réponses, etc.). *Calcul basé sur des estimations.*

<sup>3</sup> → [Nicholas Carr 2006](#) (en anglais). *Calcul basé sur des estimations.*

<sup>4</sup> → [Vlad C. Coroama, Lorenz M. Hilty, Ernst Heiri, Frank Horn \(2013\)](#). The Direct Energy Demand of Internet Data Flows. *Journal of Industrial Ecology*. Valeurs concernant uniquement la transmission de données, les appareils terminaux ne sont pas pris en compte. *Calcul basé sur des mesures.*

Les facteurs importants qui influencent la consommation d'énergie pour l'utilisation d'Internet sont par exemple la quantité des données ou la durée de transmission en raison de la rapidité du réseau Internet. Les commutateurs et routeurs consomment trois fois plus de courant que le câblage qui les relie. Par exemple, une conférence donnée à Davos et présentée simultanément à l'Université de Nagoya au Japon par transmission vidéo a utilisé déjà la moitié du courant entre Davos et Genève alors que la grande distance parcourue par la transmission entre Genève et Nagoya au Japon a consommé exactement autant de courant (exemple transmission de données du tableau 1, colonne tout à droite).

### 3.4.2 Maturité écologique des grands fournisseurs de nuages informatiques

Outre la consommation de courant de l'activité sur Internet en général, il existe une différence si l'on est actif par exemple sur Facebook, Google, Yahoo, Apple ou Amazon et qu'on y sauvegarde ou qu'on y traite des données sur le nuage. Les grands centres informatiques ou fermes de serveurs utilisent énormément de courant issu de diverses sources. La conscience écologique des grands fournisseurs de services de nuages au sujet de leur empreinte écologique et leurs émissions de CO<sub>2</sub> varie beaucoup de l'un à l'autre et la plupart du temps, c'est le bas prix du courant qui importe et celui-ci provient bien trop souvent de centrales nucléaires ou à charbon. Une étude de Greenpeace a calculé un « indice énergie propre » pour l'alimentation des installations de serveurs des plus importants prestataires de services de nuage chacun en fonction de leur localisation, leur engagement à augmenter la part des énergies renouvelables et leur efficacité énergétique appliquée (rapport de Greenpeace → [How clean is your cloud? 2012](#), p. 7).

### 3.4.3 Recherche écologique sur le web

En utilisant des moteurs de recherche dits écologiques, les utilisateurs et les utilisatrices peuvent contribuer eux-mêmes à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> quotidiennes des recherches sur Internet ou les compenser. En reversant une partie de leurs gains, les moteurs de recherche « verts » soutiennent des projets pour les énergies renouvelables dans les pays en voie de développement ou pour la forêt équatoriale et agissent ainsi en faveur de la protection du climat. De plus, beaucoup de moteurs de recherche écologiques exploitent leurs serveurs avec du courant vert. La plupart de ces moteurs de recherche utilisent les données des grands comme Yahoo, Google, etc. Ceci garantit d'un côté les mêmes résultats de recherche, mais, d'un autre côté, leurs besoins en électricité ne sont pas toujours écologiques.

#### **Les moteurs de recherche écologiques les plus importants sont**

- [Ecosia](#) (en allemand)
- [Ecosearch](#) (en anglais)
- [Forestle](#) (automatiquement redirigé vers Ecosia depuis 2011)
- [Greenseng](#) (en anglais)
- [Hornvoge!](#) (en allemand)
- [Trehoo](#) (en anglais)
- [Znout](#)

#### **Sources**

- Vlad C. Coroama, Lorenz M. Hilty, Ernst Heiri, Frank Horn (2013). The Direct Energy Demand of Internet Data Flows. *Journal of Industrial Ecology* (à paraître)
- Greenpeace (2012). [How Clean is your cloud?](#) (en anglais)
- Utopia (2012) [Grüne Suchmaschine – Ecosia, Forestle und Co.](#) (en allemand)

### 3.4.4 Recommandations pour une utilisation écologique d'Internet

- *Avoir une connexion Internet rapide* : une transmission de données plus courte économise le courant. Plus la transmission est rapide, moins on utilise d'énergie, la durée de traitement étant plus courte.
- *Saisir directement les URL* : en saisissant directement l'URL dans la barre d'adresse du navigateur, les utilisateurs et les utilisatrices sont directement connectés avec la page Internet désirée, évitant ainsi une recherche dans un moteur de recherche et la consommation de courant qui en découle. Il faut donc exploiter les options d'enregistrement des URL : signets, marque-pages ou favoris.
- *Faire des recherches Internet précises* : plus la recherche est définie de manière précise, plus elle fournira des résultats exacts et les examiner durera beaucoup moins longtemps que pour une recherche imprécise avec d'innombrables résultats.
- *Dématérialiser* : éviter d'imprimer les courriels par exemple ou de graver les données sur des CD et réduire la pollution due à la production de médias physiques.
- *Utiliser l'informatique en nuage* : le stockage de données dans de grands centres informatiques est la plupart du temps plus efficace du point de vue de l'énergie étant donné que les serveurs sont mieux exploités. Renseignez-vous cependant pour savoir si votre fournisseur de services de nuage met en œuvre une stratégie écologique et durable pour ses centres informatiques.
- *Utiliser des moteurs de recherche écologiques* : utiliser par défaut un moteur de recherche écologique.
- *Éviter de copier les courriels destinés à un groupe de personnes* : n'envoyer une copie CC ou BCC qu'aux personnes censées lire le courriel. Éviter les copies « à tous » inutiles.

- *Éviter les connexions Internet avec des téléphones mobiles* : une connexion Internet continue du téléphone mobile via le réseau de téléphonie mobile nécessite beaucoup de courant, également sous forme de batterie (accu). Il ne faudrait l'activer que pour l'utilisation effective. Les émissions moyennes de CO<sub>2</sub> pour la transmission d'un téléphone mobile via le réseau mobile sont estimées à 47 kg CO<sub>2</sub> par an.
- *Éviter les courriels ou chats à courte distance* : éviter de communiquer par courriel ou chat avec quelqu'un qui se trouve à proximité immédiate. Les données sont par exemple envoyées jusqu'aux USA et retour, en fonction de la plateforme de communication.
- *Éviter de faire suivre des photos ou des vidéos* : ne pas envoyer en plus par chat, Facebook, courriel ou autres les photos ou vidéos que l'on peut montrer directement à quelqu'un.
- *Utiliser un hébergeur écologique* : faire héberger son propre site web par un fournisseur qui achète du courant vert ou qui au moins compense ses émissions de CO<sub>2</sub>. Vous trouvez → [ici](#) (en allemand) une liste d'hébergeurs écologiques.

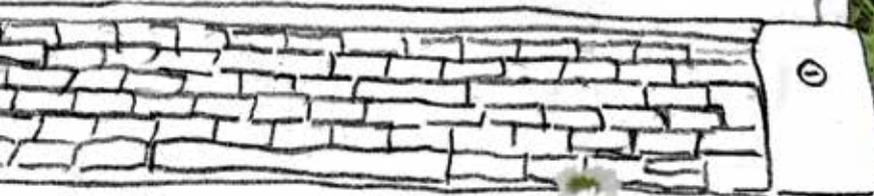
### **Informations supplémentaires**

→ [Tuyaux pour surfer écolo](#) (en allemand)

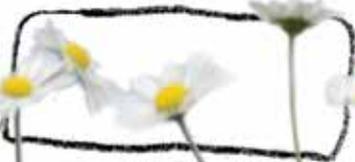
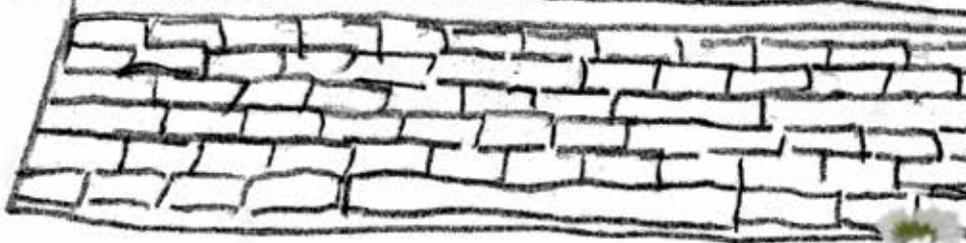
### **Auteure**

→ Dr. Doris Slezak, greenITplus & Groupe spécialisé Green IT de la société suisse d'informatique, Conseils en environnement et Green IT, Fabrikstrasse 18, 3012 Berne, [doris.slezak@greenitplus.org](mailto:doris.slezak@greenitplus.org), téléphone 076 532 70 79.

Saviez-vous que la consommation  
de courant d'appareils informatiques  
est estimée à environ 10% des  
besoins totaux en courant de  
la Suisse ?



Saviez-vous que l'émission de  $\text{CO}_2$  généré par l'envoi d'un courriel avec pièce jointe correspond à 150m de trajet en voiture ?



# 4. Réflexions pédagogiques et didactiques

Les enfants, les jeunes, les étudiants et les étudiantes forment la jeune génération qui bâtira l'avenir. Il faut les doter de connaissances écologiques afin qu'ils soient en mesure d'évaluer correctement l'utilisation des médias numériques et il faut leur fournir les qualifications nécessaires pour utiliser l'informatique verte de manière durable. Le présent chapitre est consacré à la sensibilisation des élèves ainsi qu'à la thématique de l'informatique verte en relation avec la formation des enseignants et enseignantes.

## **4.1 Sensibilisation des élèves**

Lorsque l'on demande à des élèves de Suisse à quel média ils pourraient le moins renoncer, beaucoup nomment le téléphone mobile. Des études arrivent également à cette conclusion (Willemse et coll. 2010 : 51). La raison principale est que les téléphones intelligents de dernière génération sont bien plus que des téléphones. Il s'agit de véritables miniordinateurs qui sont utilisés avec cette fonctionnalité-là : pour envoyer des SMS, surfer, filmer avec une caméra, avoir un album photo portable, échanger sur les réseaux sociaux, ou encore jouer sur une console de jeu, etc. Ils répondent ainsi à une multitude de besoins des enfants et des jeunes. Ils servent à communiquer avec des camarades du même âge ou les parents, à se présenter eux-mêmes, à être créatifs ou à se distraire.

Les enfants suisses reçoivent leur premier téléphone mobile en moyenne entre leur 11<sup>e</sup> et leur 12<sup>e</sup> anniversaire. Nettement plus de la moitié d'entre

eux a son propre téléphone intelligent avec accès Internet (étude JAMES, 2012). Pour pouvoir exploiter toutes les fonctions, les utilisateurs et les utilisatrices ont besoin non seulement de terminaux toujours dernier cri, mais également d'une infrastructure sophistiquée sous la forme de réseaux de téléphonie mobile permettant un accès Internet à haut débit. Ces réseaux doivent être renouvelés à intervalles réguliers et adaptés aux besoins croissants en débit. En Suisse, le passage généralisé de la technologie UMTS vers la norme de haut débit plus puissante LTE est prévu pour 2013.

Bien que les appareils de communication mobile fassent partie de notre environnement familier et qu'on les utilise chaque jour, les enfants et les jeunes ainsi que la plupart des adultes sont peu conscients des questions écologiques qui s'y rattachent. La fabrication, l'utilisation et l'élimination des appareils mobiles de communication et l'infrastructure du réseau polluent l'environnement de diverses manières. C'est là qu'interviennent les mesures de sensibilisation, d'information et celles visant un changement de comportement.

La recherche pédagogique nous apprend que différents facteurs tels que l'implication des élèves dans des actions, les engagements (pris volontairement) ou les approches pédagogiques expérimentales contribuent à la réussite de projets de formation écologique (cf. à ce propos Keller et coll. 2012). L'objectif est d'obtenir un changement des comportements sur le long terme. Le thème de la communication mobile se prête bien à l'enseignement de l'informatique verte parce que les enfants et les jeunes s'y connaissent particulièrement bien en matière de téléphone mobile. Il touche leurs préoccupations personnelles et permet de faire un lien avec leurs connaissances préalables. En outre, les changements de comportement peuvent être expérimentés et exercés. Enfin, il s'agit d'un domaine qui évolue rapidement, le changement des comportements actuels et futurs peut de ce fait déployer des effets particulièrement importants.

#### 4.1.1 Communication mobile et informatique verte : mise en œuvre dans l'enseignement

La thématique peut être appréhendée dans l'enseignement de multiples façons. Elle est à considérer comme une discipline transversale située entre l'éducation aux médias et la formation à l'environnement. Suivant ce sur quoi on veut mettre l'accent, l'un ou l'autre domaine est placé au premier plan. Ci-après sont présentées des idées de mise en œuvre ainsi que de la documentation pour différents degrés.

- Travail pour apprendre à se forger sa propre opinion, par exemple sous la forme de chaînes d'associations d'idées (clustering) : j'utilise les médias, pour quoi faire ? Par exemple pour la communication, les divertissements, etc. Quels médias sont les plus importants pour moi et pourquoi ?
- Engagement volontaire pour une semaine sans Internet ou pour tenir un journal qui retranscrit chaque utilisation de médias, afin de prendre conscience de l'utilisation des médias. Faire entendre les voix qui se montrent sceptiques face à la disponibilité permanente d'Internet, par exemple dans l'émission Input de radio de SRF «Am Leben vorbei dank Facebook & Co».
- À quoi ressembleront les médias de la communication dans le futur ? Exemple de la réalité augmentée, combinaison informatique et créative de virtuel et de réalité, notamment avec des viseurs tête haute dans les avions de combat ou des lunettes avec viseur intégré. On peut imaginer une approche pédagogique expérimentale qui recueillerait des expériences personnelles de réalité augmentée.
- Où se situent les limites de la communication mobile ? À quoi ressemblerait notre monde sans elle ? Débat faisant appel à la créativité au moyen du développement d'un scénario évoquant un détraquement des réseaux causé par une tempête solaire ou un épuisement des ressources.
- Quels rayonnements émettent les antennes de téléphonie mobile ? Ont-ils une influence sur notre santé ? Vue d'ensemble sur ce thème de société

actuellement en discussion et traitement sous forme de jeux de rôles ayant pour objet l'érection d'une antenne de téléphonie mobile dans le voisinage. Informations à ce sujet sur le site de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

- La Fondation suisse pour la pratique environnementale Pusch a élaboré une documentation pédagogique sur les thématiques du recyclage électronique et des téléphones mobiles. Destinée aux degrés secondaires I et II, elle peut être téléchargée sur le site.
- imedias, le Centre de conseils pour les médias électroniques dans les écoles et l'enseignement de la HEP de la HES de la Suisse du Nord-Ouest conçoit actuellement des projets scolaires et de la documentation pédagogique sur le thème de l'informatique verte dans la communication mobile.

### **Informations supplémentaires**

- Office fédéral de l'environnement OFEV. (2012). *Electrosmog : Téléphonie mobile.*
- Site de imedias (en allemand)
- Etude JAMES 2012. Résultats du 24.10.2012. Haute école des sciences appliquées de Zurich
- Keller, F., Imhof, A., Colberg, C. (2012). *Literaturübersicht mit Handlungsempfehlungen für das Design von Umweltausbildungen. Literaturrecherche im Auftrag des WWF Schweiz.* Pädagogische Hochschule Graubünden, Chur (en allemand).
- Fondation pratique environnementale, SWICO Recycling. (2009). *Mon portable et moi. Modules sur le recyclage des téléphones mobiles*
- Fondation pratique environnementale, Fondation SENS. (2012). *Zurück in die Zukunft. Unterrichtsdossier e-Recycling* (en allemand).
- Radio SRF. (2012). *Émission Input «Am Leben vorbei dank Facebook & Co.»* (en allemand).
- Willemse, I., Waller, G., & Süss, D. (2010). *JAMES – Jugend, Aktivitäten, Medien – Erhebung Schweiz.* Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Zürich (en allemand).

### **Auteurs**

- Judith Mathez, Professeure de pédagogie des médias, imedias, Beratungsstelle für digitale Medien in Schule und Unterricht (Centre de conseils pour les médias électroniques dans les écoles et l'enseignement), Institut Weiterbildung und Beratung, Haute école pédagogique de la Haute école spécialisée de la Suisse du Nord-Ouest.

## 4.2 Formation du personnel enseignant

La prise en compte du thème de l'informatique verte ne commence pas à l'école et ne s'arrête pas là. Il s'agit bien plus d'appréhender une matière qui concerne tous les domaines de la vie. Dans cette mesure, l'educa.Guide a pour ambition de porter le regard sur la formation des enseignants et enseignantes au-delà des processus de formation scolaires.

Il est prévisible que l'informatique verte trouve sa place dans la filière des sciences naturelles et de l'ingénierie. Relevons le cas du Certificate of Advanced Studies (CAS) in GreenIT de la Haute école de Lucerne où la première formation en informatique verte en haute école d'Europe débutera en septembre 2013.

### 4.2.1 L'informatique verte dans la formation des enseignants ?

Si, par → informatique verte, on entend une utilisation des technologies de l'information et de la communication respectueuse des ressources tout au long du cycle de, c'est-à-dire de la production jusqu'à l'élimination en passant par l'exploitation, alors, en tant que personne responsable de la formation, on doit se demander dans quelle mesure cette utilisation est un thème d'enseignement et d'apprentissage. Comme l'informatique verte renvoie au défi écologique global, il semble que dans ce cas il convient d'agir autrement pour limiter l'augmentation d'émissions de CO<sub>2</sub> et les besoins en électricité. Le fait que l'informatique verte doit être une thématique pour l'enseignement et la recherche est expliqué par l'initiative Décennie des Nations Unies pour l'éducation en vue du développement durable.

#### 4.2.2 Intégration structurelle dans les hautes écoles

Mais comment intégrer l'informatique verte dans les hautes écoles, en particulier dans les hautes écoles pédagogiques, afin de garantir que les étudiants et étudiantes puissent s'intéresser à ce thème durant leur formation déjà ? De plus en plus de thèmes de société importants entrent en concurrence afin de figurer dans le cursus.

On prône encore et toujours la nécessité de discuter des thèmes transversaux, appelés également matières intégrées, au sein même des disciplines scolaires ainsi que la promotion de raisonnements et d'actions pluridisciplinaires et durables, toutefois, les mises en œuvre concrètes semblent à chaque fois comporter leurs lots de défis. Deux de ces thèmes sont l'éducation aux médias et l'informatique verte. L'intégration des TIC et de l'éducation aux médias dans le plan d'études Lehrplan 21 reflète non seulement l'actualité, mais également l'importance croissante des médias.

Un coup d'œil dans une salle de classe puis dans un ménage suisse avec enfants et adolescents révèle un taux de diffusion élevé d'ordinateurs fixes et portables ainsi que de téléphones mobiles de près de 100 %. 95 % de ces ménages disposent d'un accès Internet, 93 % d'une télévision et 64 % des ménages possèdent une console de jeu portable (cf. Etude JAMES 2010). Ces chiffres prouvent clairement l'importance des TIC dans le quotidien. Comme la fréquence d'utilisation des médias augmente en corrélation avec cette densité d'équipement, la conséquence logique, vu qu'il s'agit manifestement d'une tendance persistante, est que les médias gagnent toujours plus en attractivité à chaque nouveau développement.

D'un point de vue pédagogique, la médiatisation de la société brièvement décrite précédemment soulève une multitude de questions. Dans différentes didactiques des disciplines, l'éducation aux médias est réfléchi en fonction des besoins et se concrétise par des formulations d'objectifs en vue d'une utilisation des médias dans les processus d'apprentissage et

d'enseignement. Il en découle deux perspectives pour le travail dans une haute école pédagogique. Dans la première la promotion des médias numériques et de l'éducation aux médias dans les écoles doit influencer les contenus de la formation des enseignants et dans l'autre, l'utilisation de médias dans le cursus des hautes écoles ainsi que dans la recherche requiert un nombre croissant d'offres adéquates qui soutiennent les étudiants dans leur activité ou continue de les former pour leur travail. Dans ce contexte, il est important que l'éducation aux médias soit considérée comme un thème transversal afin d'atteindre le plus possible d'étudiants et d'étudiantes de toutes les filières.

#### 4.2.3 L'informatique verte, partie intégrante de l'éducation aux médias

Pour renforcer la thématique de l'informatique verte dans les institutions de formation, il convient d'étendre (encore) la notion d'éducation aux médias formulée par Baacke (cf. Moser et coll. [Hg.] 2011). L'informatique verte acquerra ainsi une place plus solide et durable dans le cadre de l'éducation aux médias au lieu de ne représenter qu'un thème transversal de plus.

L'explicitation de cette perspective au sein du discours sur la pédagogie des médias doit se faire en insistant expressément sur le sens d'une formation en vue d'une société durable. On pourrait par conséquent appréhender les discussions relatives aux questions d'informatique verte dans les institutions de formation, comme les écoles et hautes écoles. Il ne faut pas manquer d'élargir cette perspective en lien avec des questions d'éducation aux médias dans la formation des enseignants et de surcroît dans les conférences consacrées à la didactique dans les hautes écoles et destinées aux formateurs des hautes écoles.

### **Informations supplémentaires**

- [Energetika – jeu éducatif sur le tournant énergétique \(en allemand\)](#)
- [Groupe spécialisé Green IT de la Société suisse d'informatique](#)
- [Programme de recherche IT2Green \(en allemand\)](#)
- [Jane McGonigal \(Reality is Broken, World without Oil\) – TED 2010](#)
- [LUDWIG – Une aventure de physique sur les énergies renouvelables, jeu dès 11 ans \(en allemand\)](#)
- Moser, H. u.a. (Hg.) (2011). Medienbildung und Medienkompetenz : Beiträge zu Schlüsselbegriffen der Medienpädagogik. Medienpädagogik. München.
- [Études sur l'utilisation des médias et comportements en matière de médias \(en allemand\)](#)
- [Études à la HES de la Suisse du Nord-Ouest \(en allemand\)](#)
- [Études à la Haute école de Lucerne \(en allemand\)](#)
- [TÜV NORD – Étude de cas sur les auditoriums virtuels et les applications pédagogiques en 3D \(en allemand\).](#)

### **Auteure**

- Ricarda T.D. Reimer, Professeure de pédagogie des médias et formation continue pour adultes. Responsable du centre «Fachstelle Digitale Lehren und Lernen» de la Haute école pédagogique de la Haute école spécialisée de la Suisse du Nord-Ouest.

# 5. Gibbix: un exemple pratique

## **5.1 Des solutions informatiques efficaces en énergie et ressources pour les établissements de formation**

Parmi ses champs d'action (formation, qualification, formation continue), la → stratégie cleantech de la Confédération nomme le renforcement de la compétitivité par la qualification de la main-d'œuvre et du personnel des secteurs recherche et développement. Il s'agit en particulier de concrétiser les recommandations du rapport MINT dans le message FRI pour les années 2013–2016. Un concours d'idées sur le thème des ressources et des économies d'énergie doit également être lancé à tous les niveaux de formation. Toutes les filières de la formation professionnelle initiale devraient être examinées sous l'angle de l'efficacité des ressources et des énergies renouvelables et il faudrait mettre à la disposition des partenaires de la formation professionnelle les bases dont ils ont besoin.

Cependant, en plus de l'amélioration de l'efficacité énergétique des infrastructures TIC, l'informatique efficace en matière d'énergie et de ressources comprend également des considérations de rentabilité. L'amélioration dans le domaine de la gestion des ressources au moyen d'une gestion informatique et l'utilisation de nouvelles technologies telles que la virtualisation du client et du serveur ainsi que les services basés sur des nuages en sont des exemples. Une mise en œuvre appropriée de telles mesures permet de réduire durablement les coûts liés à l'informatique également dans les établissements scolaires. L'achat

responsable en matière sociale et écologique ainsi que le recyclage de l'infrastructure TIC constituent un autre aspect important.

Une prise en compte systématique de tous les aspects et une planification des mesures envisageables constituent une condition pour une informatique efficiente du point de vue de l'énergie et des ressources. Mentionnons l'exemple du catalogue de mesures en ligne de greenitplus. Le → [site de greenitplus](#) offre la possibilité de procéder à une analyse de la situation d'une institution et montre simultanément les mesures possibles et leurs effets potentiels.

## **5.2 Réflexions didactiques sur l'informatique dans l'enseignement**

L'utilisation d'outils techniques médiatiques (méthodes) est étroitement liée à l'approche de l'apprentissage mixte (*blended learning*). Cela signifie, en particulier pour le degré secondaire II :

- Enseignement dirigé à l'école, avec garantie des objectifs de formation et des leçons, surveillance des activités des étudiants et des étudiantes.
- Apprentissage mobile en dehors de l'école par des répétitions des contenus via une plateforme d'apprentissage pour la gestion des connaissances du centre de compétence qu'est l'école.
- Utilisation d'Internet comme plateforme collaborative externe.
- Utilisation du logiciel de gestion de la salle de classe comme plateforme collaborative interne

L'utilisation des TIC en classe permet d'individualiser l'enseignement. Elle met au premier plan l'apprentissage au moyen de plusieurs organes des sens. L'installation TIC doit donc être agencée de sorte à pouvoir épauler, diriger et surveiller le travail individuel des étudiants et étudiantes de manière optimale (également en situation d'examen). Les types de logiciels et d'applications suivants peuvent être utilisés à cet effet :

- Logiciels d’application utilisation didactique : création et élaboration de contenus
- Systèmes d’information utilisation didactique : distribution des connaissances
- Systèmes hypermédia utilisation didactique : accès à des liens dans des bases de données d’information
- Programme d’entraînement multimédia, systèmes de tutoriels utilisation didactique : soutien dans l’appropriation du savoir
- Simulations et mondes virtuels utilisation didactique : compétences analytiques et de résolution de problèmes

Selon des études scientifiques, la gestion de salle de classe est un des facteurs de réussite les plus importants pour le succès d’un enseignement. Cela veut dire que l’installation TIC doit créer les conditions les plus idéales possible pour la gestion de salle de classe. L’utilisation d’un logiciel approprié de gestion de la salle de classe (CMS) peut répondre à cette condition.

### **5.3 La technologie client léger (*thin client*)**

Un client léger est un écran d’ordinateur moderne avec une souris et un clavier qui cependant tourne avec un minimum de matériel informatique et de logiciels (par exemple un processeur peu gourmand en énergie, peu d’espace de stockage local, un système d’exploitation minimal). L’appareil peut donc être mince et compact (*thin* en anglais). Suivant le fabricant, il peut s’agir d’un appareil de la grandeur d’un petit livre, d’autres intègrent l’appareil directement dans l’écran. Malgré cette conception légère, un client léger offre toutes les caractéristiques d’un poste de travail informatique moderne et répond aux exigences de l’informatique dans l’enseignement ainsi qu’à celles d’une informatique efficiente en énergie et ressources. Les applications sont mises à disposition depuis un serveur auquel tous les clients légers sont

connectés. Cette forme moderne de virtualisation du bureau est basée sur le fait que le serveur administre tous les systèmes d'exploitation des postes de travail.

En principe, il n'y a pas de différence entre l'utilisation d'un client léger et celle d'un ordinateur personnel ordinaire. L'emplacement d'un client léger est libre, à condition de disposer d'une liaison Internet rapide et d'une autorisation d'accès au serveur.

#### **5.4 Avantages et inconvénients de la virtualisation du bureau**

On peut assurer de manière centralisée la maintenance, la surveillance et l'optimisation des bureaux virtuels administrés sur le serveur. Des applications nouvelles ou modifiées sont développées et testées de manière centralisée sur le serveur et mise à disposition des utilisateurs et utilisatrices. Il n'y a plus besoin de distribuer les logiciels comme c'est le cas aujourd'hui, de nouveaux logiciels sont disponibles immédiatement pour tous les clients légers via le serveur. La virtualisation du bureau offre une plus grande sécurité puisque toutes les données et applications sont traitées dans le giron sécurisé du réseau. La connexion entre clients légers et serveur peut être sécurisée au moyen d'un code. Une alimentation électrique redondante, des composants serveur et espace de stockage logés sur un serveur permettent d'assurer la continuité de l'activité et d'obtenir une grande disponibilité du service pour les postes de travail connectés (continuité d'activité). En cas d'erreur également, l'activité reprend normalement en quelques minutes grâce aux copies automatiques de sécurité des bureaux virtuels dans le centre informatique (reprise d'activité en cas de catastrophe). En utilisant largement des clients légers, on peut compter sur une diminution considérable des coûts énergétiques vu qu'ils consomment un dixième de l'énergie d'un ordinateur traditionnel. La durée de vie d'un client léger,

qui est environ le double de celle d'un ordinateur traditionnel, influence aussi positivement l'écobilan.

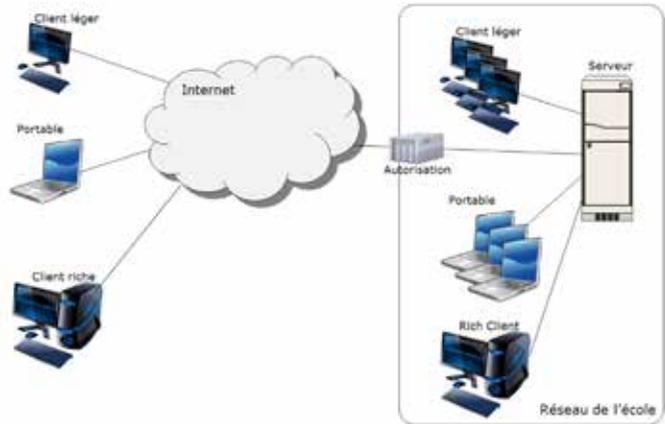
En dépit de tous les avantages, il convient de mentionner également quelques inconvénients. Les applications graphiques à haute définition ne fonctionnent pas toujours de manière optimale suivant le débit requis. Certains logiciels ne peuvent pas fonctionner sur des clients légers pour des raisons de licence (par exemple Dongle). Il faut mentionner aussi certaines restrictions lors de l'utilisation d'interfaces locales (en général, pas de lecteur CD local).

## **5.5 Des clients légers pour l'École professionnelle de Berne**

Les clients légers (appelés aussi en anglais *zero clients* en raison de leur faible consommation d'énergie) sont utilisés dans l'enseignement à l'école professionnelle pour la formation dans les compétences de base en matière de TIC comme la bureautique, les recherches sur Internet et travaux de projet. Pour les élèves, la seule chose qui permette de reconnaître → la technique client léger est que, à part une souris, un clavier et un écran moderne de 22 pouces, il n'y a plus de boîtier d'ordinateur. Les interfaces Windows ou Linux et les suites de logiciels disponibles font vite oublier à l'utilisateur et l'utilisatrice que l'ensemble des logiciels fonctionne depuis un serveur situé dans un centre informatique.

L'utilisation de clients légers pour l'enseignement à l'école professionnelle permet également de mieux soutenir les formations informatiques spécifiques selon les professions. La gestion centrale des bureaux virtuels permet de mettre en place de manière flexible des solutions spécifiques par profession que les élèves téléchargent automatiquement en se connectant.

Illustration 1 : Technologie de virtualisation dans le réseau de l'école



La technologie de virtualisation utilisée sur le serveur permet de fournir non seulement les logiciels nécessaires aux clients légers, mais également, au besoin, à des ordinateurs portables et à des clients riches. L'utilisation du logiciel sous [licence work.gibbix.ch](https://www.gibbix.ch) (en allemand) est possible non seulement dans le réseau de l'école, mais également, moyennant l'autorisation nécessaire, en dehors, par Internet. Cependant, c'est la combinaison serveur et technologie client léger qui permet d'atteindre le niveau optimum des économies de coûts grâce à une gestion centrale et à l'efficacité énergétique.

## 5.6 Mobilier de bureau avec infrastructure client léger intégrée («ePult») – Mise en œuvre dans l'enseignement au quotidien

Le «ePult» (de l'allemand Pult = pupitre) est une mise en œuvre des exigences de l'informatique dans l'enseignement issue de longues années d'expérience dans ce domaine. Les concepts et technologies présentés dans le présent article sont dans une large mesure réalisés. Du fait de sa construction dans un pupitre d'écolier, le «ePult» se prête aussi bien à l'enseignement théorique (écran rabattu) qu'à l'utilisation comme outil informatique (écran relevé). Les avantages cités précédemment peuvent déployer tous leurs effets dans l'enseignement grâce au client léger intégré.

Illustration 2: un «ePult» dans la salle de classe



Le corps enseignant peut piloter le «ePult» de manière centralisée. Dès que l'enseignant a procédé au déverrouillage, les étudiants peuvent relever l'écran en appuyant sur un bouton et démarrer l'appareil. Dès la connexion effectuée, on peut utiliser le «ePult» comme un ordinateur normal. Les étudiants peuvent être épaulés, dirigés et surveillés de manière optimale durant la leçon via le logiciel de gestion de la salle de classe.

Grâce à une manipulation aisée et standardisée ainsi qu'à sa construction robuste, le «ePult» met à disposition un poste de travail informatique idéal pour les besoins de l'enseignement. L'assistance minimale nécessaire en classe ainsi que l'exploitation optimisée du point de vue de l'énergie et des ressources sont des avantages supplémentaires.

### **Informations supplémentaires**

- [www.cleantech.admin.ch](http://www.cleantech.admin.ch)
- [www.greenitplus.org](http://www.greenitplus.org) (en allemand)
- [workplace.gibbix.ch](http://workplace.gibbix.ch) (en allemand)

### **Auteurs**

- Reto Sollberger, chef du département des technologies de l'information et de l'énergie, école professionnelle artisanale et industrielle de Berne (gibb), [Reto.Sollberger@gibb.ch](mailto:Reto.Sollberger@gibb.ch)
- Martin Frieden, chef du groupe des professions de l'informatique, école professionnelle artisanale et industrielle de Berne (gibb), [Martin.Frieden@gibb.ch](mailto:Martin.Frieden@gibb.ch)



educa.ch

Institut suisse des médias pour la formation et la culture  
Erlachstrasse 21 | Case postale 612 | CH-3000 Berne 9

Téléphone +41 (0)31 300 55 00  
[info@educa.ch](mailto:info@educa.ch) | [www.educa.ch](http://www.educa.ch)