

MAÎTRISE DES CONSOMMATIONS ÉLECTRIQUES DES ÉQUIPEMENTS INFORMATIQUES

Sommaire

- 01 TIC et énergie : enjeux économiques, état des lieux** p.4
- Définitions et périmètre
 - Enjeux économiques
 - Ordres de grandeur généraux des consommations électriques
 - Evolution des consommations d'énergie pour les TIC
 - Ordres de grandeur des consommations des équipements informatiques
- 02 Mesures des consommations électriques** p.8
- Estimation des consommations
 - Campagnes de mesure
- 03 Les composants du SI, enjeux de consommations électriques** p.12
- L'infrastructure et les composants du Système d'Information
 - Leviers d'économies d'énergie pour les différents composants
- 04 Vers des matériels et services plus performants** p.14
- Evolution des consommations électriques des équipements
 - Labels énergétiques et environnementaux
- 05 Les comportements économes** p.17
- Economies directes
 - Economies indirectes
- 06 Exemples, retours d'expériences** p.19
- Ville de Poissy : salle serveurs
 - Communauté d'agglomération aéroport du Bourget : virtualisation
 - Ville de Montpellier : impressions internes
- 07 Annexes** p.26
- Bibliographie
 - Ressources internet
 - Enquête AITF/EDF parc informatique et consommations
 - Glossaire TIC et énergie

Dans la lignée des guides sur les économies d'électricité coproduits par EDF et le Groupe Energie-Climat AITF depuis 13 ans (*voir ci-dessous*), les deux partenaires ont souhaité travailler sur le sujet des "Green IT" ou technologies vertes de l'information.

En France, le bâtiment est responsable d'environ 40 % de l'énergie consommée. Au niveau communal, le bâtiment est également le premier poste énergétique des communes (toutes énergies confondues) : il représente 75 % de la consommation d'énergie contre 18 % pour l'éclairage public et 7 % pour les véhicules*. Au sein de ces bâtiments, le développement massif des systèmes d'informations utilisés par tous les métiers des collectivités a conduit ces dernières à s'équiper de serveurs et de matériels bureautiques de plus en plus nombreux et puissants. A la clef, une croissance des consommations d'électricité directes mais aussi indirectes due aux systèmes de refroidissement des serveurs. Ainsi, les consommations induites par ce développement rapide des technologies de l'information peuvent désormais représenter jusqu'à 25 % de la consommation d'électricité d'un bâtiment.

De même, au fur et à mesure que les projets de Bâtiments Basse Consommation sortent de terre, l'on s'aperçoit que le poids des usages spécifiques de l'électricité, de la bureautique dans les bâtiments de bureaux et des comportements des utilisateurs est de plus en plus significatif.

Aussi, les membres du groupe de travail ont-ils souhaité, en réalisant ce guide, faire un focus sur ces enjeux et apporter des éléments de connaissance et d'expertise sur le sujet des technologies vertes de l'information.

Puissent les lecteurs en retirer quelques idées pour agir au quotidien.

Groupe Energie-Climat AITF

Philippe Tessier

Responsable du Service Energie et Environnement
au SIGEIF

Sophie Auzou

Responsable du Service Energie Ville d'Avignon

Michel Irigoien

Directeur Energie Moyens techniques Ville de
Montpellier

EDF

Pierre Guelman

Directeur Partenariats, Communication
EDF Collectivités

Lesley Fox,

EDF, Déléguée Marketing Collectivités

Francis Ripoll

EDF, Délégué Efficacité énergétique collectivités

*source : enquête nationale ADEME/AITF/EDF/GDF-SUEZ 2005).

TIC et énergie : enjeux économiques, état des lieux

01



Définitions et périmètre

TIC est l'abréviation pour Technologies de l'Information et la Communication. Cela recouvre les équipements informatiques et télécoms utilisés par les collectivités pour leur propre compte :

- ordinateurs fixes (à écran cathodique ou à écran plat), PC portables, clients légers
- serveurs informatiques et par extension les salles informatiques ou data-center
- imprimantes personnelles ou partagées, à technologie jet d'encre ou laser
- copieurs, pouvant être utilisés également comme imprimantes partagées
- équipements pour les réseaux informatiques et les télécoms : routeurs, concentrateurs, commutateurs...

Nous étudions la **consommation d'électricité** de ces équipements **en phase d'usage**.

Sont donc exclus la consommation électrique des serveurs situés à l'extérieur du territoire, et l'énergie "grise", c'est à dire l'énergie utilisée pour la fabrication des équipements.



Enjeux économiques

La **consommation électrique** nationale pour les **équipements informatiques et télécoms** est évaluée à **20 TWh/an en France**. Avec un prix moyen de l'électricité de 11 c€ TTC le kWh correspondant à la moyenne des tarifs jaune, vert et bleu, on peut estimer la dépense nationale de cette consommation électrique à **2,2 milliards d'euros en valeur annuelle**.

Pour une collectivité, l'enquête (voir §8.3 page 19) réalisée par le groupe de travail montre que la consommation électrique de son parc informatique (hors écoles et établissements sous tutelle) coûte en moyenne chaque année environ **1 € par habitant** dans une commune.

Il s'agit d'une consommation diffuse, répartie sur tous les sites où se trouvent les équipements. Le total des coûts de ces consommations peut s'avérer supérieur à certaines factures globales pourtant plus visibles.

Dans certains cas (exemple de l'Hôtel de Ville de Poissy), la consommation électrique des équipements informatiques peut représenter un quart de la consommation électrique totale du bâtiment.



Ordres de grandeur généraux des consommations électriques

Pour la France et l'Europe plusieurs études récentes donnent une évaluation de la consommation énergétique des TIC pour l'ensemble des usages pour les professionnels et les particuliers, les résultats sont résumés ci-dessous.

Tableau comparatif des consommations globales suivant les études :

	Etude UE Bio IS ¹		Rapport TIC et DD ²	Etude IDATE ³	
	UE 25	Extrapolation France	2008	2005	2008
Ordinateurs et informatiques (hors serveurs mais avec les Box ADSL)	68,6	10,3	18,0	10,1	10,9
Serveurs	29,1	4,4	4,0	3,3	4,7
Audiovisuel et équipements d'images	86,8	13,0	16,5		
Téléphones portables	2,7	0,4	0,1	0,1	0,1
Réseaux télécoms	27,3	4,1	3,0	2,5	3,1
Autres matériels	N/A	N/A	17,0	N/A	N/A
Total hors audiovisuel et autres matériels	128 TWh/an	19,2 TWh/an	25,1 TWh/an	16,0 TWh/an	19,0 TWh/an

1- Étude réalisée pour la Communauté Européenne (DG INFSO) par BioIntelligence Services peut être extrapolée pour la France en prenant 15 % du PIB de l'UE 25. Publiée en septembre 2008.

2- Rapport TIC et Développement Durable établi par des membres du CGEDD et présenté au gouvernement en décembre 2008.

3- Étude IDATE « Impact environnemental de la filière TIC en France » réalisée pour Alliance TICS, la Fédération Française des Télécoms et la FIEEC (Fédération de l'Industrie Électrique, Electronique et de Communication).

Par ailleurs une étude Enertech/ADEME a permis de mener une campagne de mesure en PACA pour les technologies de l'information et l'éclairage, pour la consommation réelle des équipements informatiques (2003-2004), dont les résultats sont aussi utilisés dans ce guide.

La consommation électrique nationale étant de 434 TWh/an en France, (1 TWh = 1 milliard de kWh) **la part prise par l'usage des TIC** (informatique et télécoms) **varie entre 4 % et 6 %** selon les analyses. Les chiffres n'intègrent pas les consommations des datacenter situés à l'extérieur du périmètre géographique et engendrées par l'usage d'internet (USA, Chine...).

20 TWh/an est donc l'ordre de grandeur pour l'usage des TIC en France, cela correspond à la production annuelle de :

- presque 2 (1,8) réacteurs nucléaires type EPR 1450 MW,
- 4000 éoliennes d'une puissance de 2 MW,
- 20 millions d'installations de panneaux photovoltaïques de 10 m²,
- 4,4 millions de tonnes de pétrole ou 7 millions de tonnes de charbon utilisées pour produire de l'électricité.

(Source repères de l'énergie 2009, Ministère du Développement Durable)



Evolution des consommations d'énergie pour les TIC

L'IDATE (Institut de l'Audiovisuel et des Télécommunications en Europe) signale une augmentation de la consommation électrique de 16 % entre 2005 et 2008 pour les équipements informatiques et Telecom.

Le rapport TIC et DD signale une augmentation de 10 % par an entre 1996 et 2006, mais ne prévoit pas une diminution de cette croissance, bien au contraire. Le rapport anticipe une part de 20 % de la consommation électrique pour les TIC à l'horizon 2020 (ensemble des TIC). Mais les facteurs d'augmentation sont plutôt chez les particuliers.

Le rapport de la commission européenne prévoit une augmentation continue des consommations, tous secteurs confondus, conduisant à un quasi-doublement du niveau de consommation de référence en 2005 à horizon 2020.



Ordres de grandeur des consommations des équipements informatiques

PC Professionnel (fixe)	376 kWh/an
PC Portable	53 kWh/an
Client léger*	25 kWh/an
Serveur	1900 kWh/an
Accès réseau	200 kWh/an
Imprimante jet d'encre	39 kWh/an
Imprimante laser	267 kWh/an
Copieur multifonction	681 kWh/an

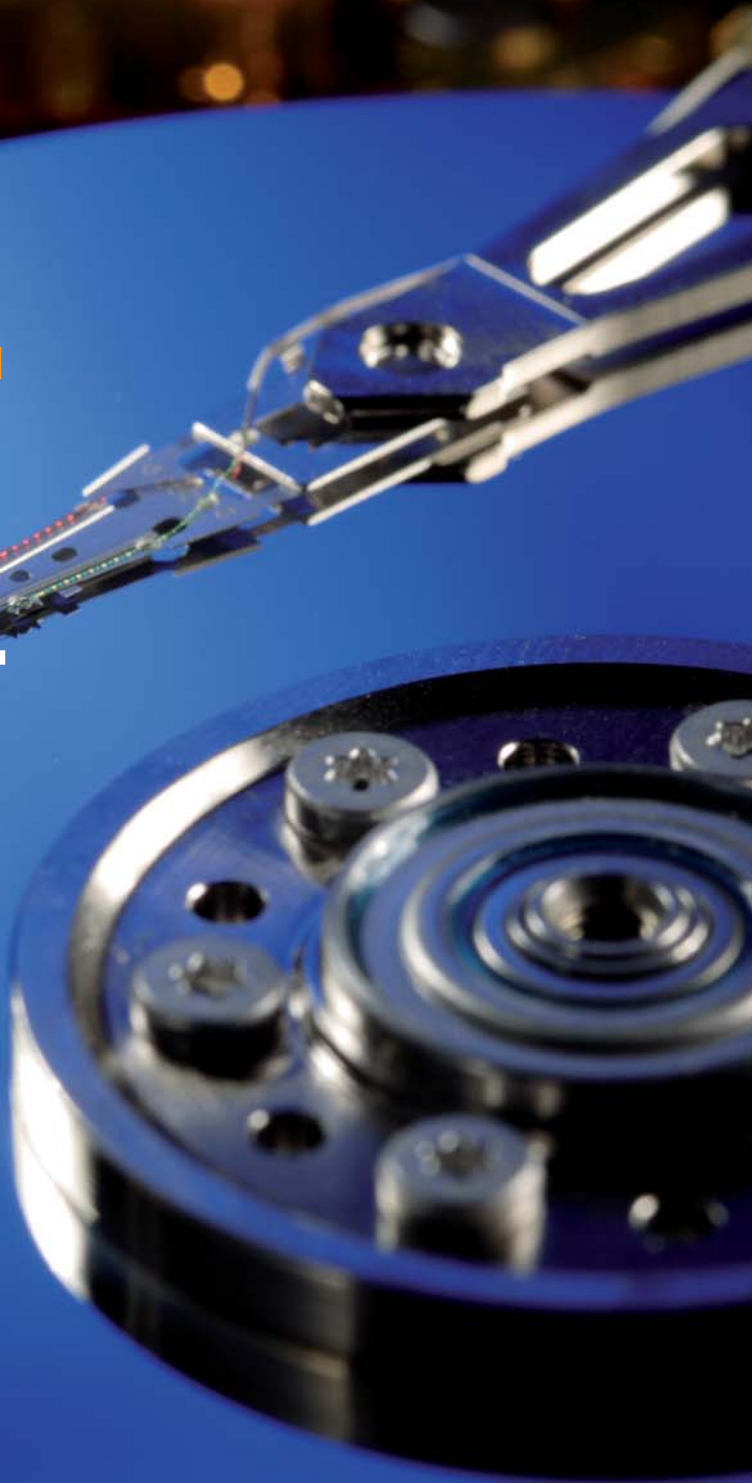
* Voir glossaire

SOURCES :

- Enertech/ADEME – Technologies de l'information et éclairage – Campagne de mesure dans 49 ensembles de bureaux de la région PACA (PC, Imprimantes et copieurs)
- Rapport TIC et Développement Durable (accès au réseau)
- Estimation d'après l'étude IDATE (serveurs)
- Groupe Agricola (clients légers)

02

Mesures des consommations électriques





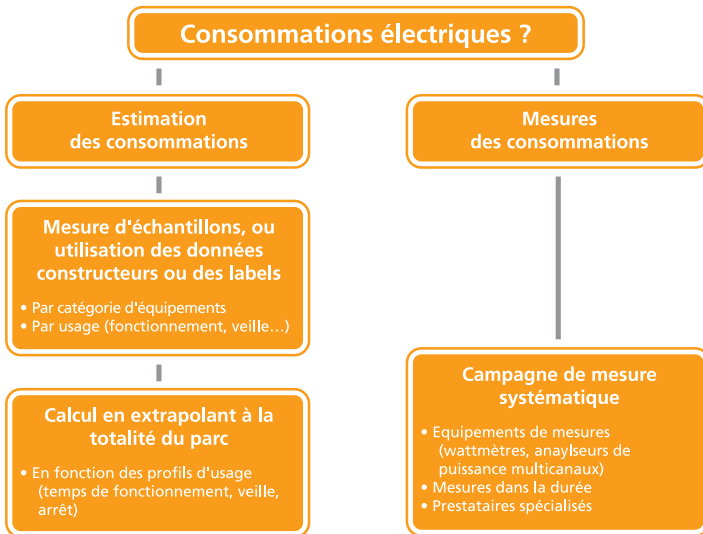
La **mesure** des consommations est un préalable à la mise en place d'une **politique de gestion énergétique** :

- pour en apprécier les enjeux techniques (gains en efficacité) et économiques,
- pour en suivre les résultats.

L'exemple du projet de rénovation de la salle informatique de la mairie de Poissy donne une illustration :

- consommation électrique de la salle informatique : 22 % de la consommation totale de l'Hôtel de Ville
- économie de consommation réalisée suite au projet : 30 %.

Deux démarches sont possibles : l'**estimation** des consommations, ou leur **mesure** systématique.



Maîtriser l'électricité, c'est maîtriser l'**information** sur les consommations, en mettant en place des **compteurs communicants** connectés à la GTC (Gestion Technique Centralisée). On peut ainsi connaître les **consommations par usage** : TIC, éclairage, climatisation, etc. C'est d'autant plus important pour des bâtiments à haute performance énergétique pour lesquels ces consommations spécifiques représentent la plus grande part des consommations totales.



Estimation des consommations

À défaut d'une campagne de mesures (voir ci-dessous), il est possible d'**estimer les consommations** électriques des équipements, à partir de leurs caractéristiques de puissance consommée et des durées de fonctionnement en mode actif, en mode veille et en mode éteint mais connecté.

Des sites de calcul existent, comme celui d'Energy Star.

ENERGY STAR®
Efficacité énergétique des équipements de bureau

Calculateur d'énergie pour les systèmes PC

PC	Moniteur	Utilisation
Équipement: PC économique	Programmeurs: Système LED 17"	Programmeurs: Bureau de taille moyenne
Mode "veille": 4.1 W	3.9 W	4 heures
Mode "veille": 2.3 W	0.4 W	15 heures
Mode "arrêt": 1.4 W	0.3 W	5 heures
	Discontinue	0 Mode / en connexion
ACHETER: 500 EUR / PC	50 EUR / moniteur	6 La durée de vie (ans)
LOUER À 3 ANS: 0 EUR / système les	<input type="checkbox"/> UPS	0.14 Tarif d'accès 0.08 kWh

Répartition du coût total de la propriété		Répartition de l'énergie	
	EUR		kWh/an
Équipement	550	Mode "veille"	97.4
Énergie	223.8	Mode "veille"	214
Papier et toner	0	Mode "veille"	7.1
Total	773.8	Optimisation	0
		Total	280.7

Historique du calculateur: résultats calculés précédemment

Cliquez pour voir les paramètres →	1	2	3	4	5	6
Coût total de la propriété (EUR)	674	674	674	674	674	674
Énergie	100	100	100	100	100	100

Le calculateur montre une grande sensibilité à l'activation de la **fonction de gestion d'énergie** (exemple ci-dessus pour les PC de bureau).

L'étude ADEME Enertech réalisée en PACA (citée dans les références) montre que la fonction gestion de l'énergie est activée pour 46 % des écrans, mais pour un seul ordinateur du parc étudié.



Campagnes de mesure

Les mesures permettent de **connaître la consommation réelle** des équipements en fonction des utilisations, et de **suivre la mise en place des politiques de maîtrise de l'énergie et leurs résultats**.

Plusieurs types d'appareils sont disponibles pour mesurer les consommations, depuis les **wattmètres** domestiques pour mesurer la puissance consommée sur une prise, jusqu'aux **analyseurs de puissance multi-canaux** qui collectent les données et les transmettent automatiquement à des logiciels de mesure.

Les wattmètres domestiques sont pratiques pour les mesures par échantillonnage, pour établir les **consommations types de chaque équipement**, pour les calculs d'estimation. Les mesures des consommations faibles (équipement éteint, qui consomme malgré tout un peu de courant) peuvent être imprécises : il convient alors de procéder à des mesures "à la marge" : mesurer la consommation d'une prise avec un équipement allumé (une lampe par exemple), seul puis en ajoutant l'équipement éteint, et en retranchant la première mesure à la deuxième.

Les campagnes systématiques ou l'installation d'analyseurs de puissance peuvent être confiées à un prestataire d'audit énergétique.



03

Les composants du SI, enjeux de consommations électriques



L'infrastructure et les composants du Système d'Information

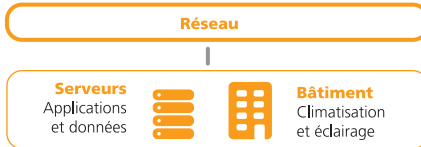
Poste de travail

Poste fixe, portable
Clients légers



Impressions

Copieurs connectés
Imprimantes personnelles



Leviers d'économies d'énergie pour les différents composants

POSTES DE TRAVAIL

- Consommation unitaire des postes de travail
- Temps de fonctionnement, veille, mise à l'arrêt
- Gestion de l'alimentation en énergie et de la mise en veille
- Stratégie de clients légers et gestion centralisée

SYSTÈMES D'IMPRESSION

- Consommation unitaire des imprimantes ou copieurs
- Temps de fonctionnement, mise à l'arrêt
- Gestion l'alimentation en énergie et de la mise en veille
- Volumes d'impression

COMPOSANTS RÉSEAUX

- Consommation unitaire des composants
- Temps de fonctionnement (en général disponibilité 24/24)

SERVEURS

- Consommations électriques des serveurs
- Réduction du nombre des serveurs : mutualisation, virtualisation (plusieurs machines virtuelles sur une machine physique)
- Optimisation des applications et des requêtes
- Optimisation des volumes de stockage de données

BÂTIMENTS (CENTRES DE DONNÉES)

- Consommations d'énergie pour la climatisation
- Surface à climatiser (nombre de serveurs)



04

Vers des matériels
et services
plus performants



Evolution des consommations électriques des équipements

Entre 2005 et 2008 la **consommation unitaire annuelle** des ordinateurs de bureau vendus dans l'année a baissé de 24 % tandis que la consommation unitaire annuelle des ordinateurs portables a baissé de 36 %, (source IDATE).

Le remplacement des **écrans analogiques** par des **écrans LCD** (écrans plats) permet de diminuer la consommation de 54 %, passant de 128 kWh/an à 59 kWh/an (IDATE). La taille des écrans joue. Selon une enquête réalisée par le site www.lesnumeriques.com la consommation est proportionnelle à la surface, avec des variations liées aux constructeurs et aux modèles testés.

Jusqu'à présent l'augmentation du volume des parcs a contrecarré l'effet du remplacement progressif des anciens matériels par des équipements plus performants, et n'a pas permis de constater une baisse de la consommation globale.

Les stratégies de **clients légers*** introduisent une rupture et permettent d'obtenir des gains en consommation plus importants. Les gains environnementaux hors consommation électrique sont également significatifs tout au long du cycle de vie : fabrication, maintenance, déchets.



* Voir glossaire



Labels énergétiques et environnementaux

LABELS ÉNERGÉTIQUES

Energy Star est le label de référence, d'origine américaine et soutenu par la commission européenne, donnant les spécifications de performance énergétique pour les équipements de bureau : PC de bureau, les PC portables, les petits serveurs, les clients légers. Le site internet [Energy Star](http://www.eu-energystar.org/fr/index.html) <http://www.eu-energystar.org/fr/index.html> propose également une base de données et un calculateur des consommations électriques pour les équipements d'impression ou d'acquisition d'images.

Actuellement en version 5.0, Energy Star reprend les spécifications du label **80plus** pour la performance des alimentations : le label 80plus garantit qu'une alimentation électrique délivre plus de 80 % de l'énergie à l'appareil qu'elle équipe.

LABELS ENVIRONNEMENTAUX

Ils décrivent l'impact environnemental d'un équipement tout au long de son cycle de vie : substances dangereuses, composants respectueux de l'environnement, recyclabilité, consommation énergétique, etc. Les principaux labels sont **Epeat** et **TCO**.

Epeat, créé aux Etats-Unis par le Green Electronic Council (GEC), l'EPEAT (outil d'évaluation environnementale des produits électroniques) compare les ordinateurs, ordinateurs portables et moniteurs, en se basant sur 51 critères environnementaux (dont 23 obligatoires) : consommation d'énergie, efficacité énergétique, longévité du produit, utilisation de substances toxiques, recyclage, conditionnement. Il y a trois niveaux (Gold, Silver, Bronze) basés sur le nombre de critères ayant passé les tests. Gold étant le niveau le plus élevé signifiant que les 23 critères obligatoires ont été passés avec succès, plus 75 % des critères optionnels. Dans ses critères, **Epeat inclut notamment les spécifications EnergyStar**, qui sont aussi très utilisées en France.

TCO, d'origine suédoise, a été créé pour labelliser les écrans et leur "qualité environnementale" tout au long de leur cycle de vie. Il couvre désormais également les PC et serveurs, les téléphones mobiles et les imprimantes. Le label TCO n'autorise pas l'auto-certification, chaque matériel est certifié par un organisme indépendant. Un dossier sur les labels informatiques est disponible sur le forum GreenIT.fr :

<http://www.greenit.fr/article/outils/les-eco-labels>

05

Les comportements économiques

Il s'agit des économies engendrées par les comportements des utilisateurs, auxquels des recommandations ou des guides d'usage sont proposés.



Economies directes

L'extinction des PC et imprimantes en dehors des périodes de fonctionnement est la marge de manœuvre principale : selon l'enquête EnerTech ADEME citée en référence, le taux d'utilisation effectif (temps d'utilisation par rapport au temps de fonctionnement) est de 17 %. A titre d'exemple pour la ville de Montpellier la mise en veille automatique des PC représente un gain de l'ordre de 60 000 € par an. Il est aussi possible d'activer manuellement les fonctions de mise en veille lorsque la taille du parc ne justifie pas un système d'extinction automatique centralisé.

La consigne d'extinction des PC n'est pas toujours facile à mettre en œuvre pour respecter les procédures de maintenance mises en œuvre à travers le réseau. L'extinction peut alors être gérée de manière automatique par logiciel pour tenir compte de cette contrainte.

Mise en œuvre des fonctions de gestion d'énergie et de veille. Ces fonctions n'affectent que peu la performance des postes de travail en usage bureautique et apportent des gains significatifs.



Economies indirectes

Usages : modération des impressions et des copies, maîtrise du trafic réseau, des requêtes serveurs.

L'optimisation des requêtes à la demande ouvertes aux utilisateurs permet de réduire les sollicitations aux serveurs en termes de volumes de stockage et de puissance utilisées pour le traitement de données, et de réduire le volume des données transitant sur le réseau.

Cette optimisation peut passer par des requêtes standards, des stockages de données intermédiaires, etc.

06

Exemples, retour d'expériences

Ville de Poissy : **salle serveurs**



Coordonnées du chef de projet

Collectivité : Ville de Poissy

Contact : Dominique Bulle

Fonction : Responsable énergie

Courriel : dbulle@ville-poissy.fr

Téléphone : 01 39.22.53.08



Contexte du projet

Thème

Salle Serveurs, Aménagement de baies informatiques climatisées.

Utilisateurs

Environ 400 utilisateurs d'informatique dans les services.

Equipement initial

52 serveurs.



Les objectifs du projet

Constat sur la situation initiale

La climatisation par renouvellement d'air en plancher technique s'est trouvée insuffisante. Un mono split et deux unités mobiles ont été ajoutées pour augmenter la puissance froide, malgré cela, la température avoisinait les 35°C. La fiabilité et la pérennité de l'ensemble du système d'information s'en trouvaient menacées.

Objectifs techniques

Améliorer la climatisation de la salle serveurs pour sécuriser le système d'information, tout en réalisant des économies sur les consommations électriques.



Solution mise en œuvre

Mise en œuvre de baies climatisées pour les serveurs (concept allées chaudes et allées froides) en remplacement de la climatisation de l'ensemble de la salle, dans la continuité du projet de virtualisation des serveurs.



Bénéfices obtenus

Une installation fiabilisée et sécurisée sur le long terme, totalement secourue, avec une possibilité d'extension de 40 %.

Un pilotage par la gestion technique centralisée, avec double renvoi d'alarmes GTC et téléphone.

Une climatisation pour les baies uniquement, indépendante et sans contrôle de l'hygrométrie de la salle en elle-même.

Une réduction de la consommation d'énergie nécessaire à la salle serveurs estimée à 30 %.

Le PUE⁴ est de 1.52, ce qui est un très bon résultat. Le PUE (voir en bas de page et dans le glossaire) est l'indicateur clé pour la performance énergétique des salles informatiques ou datacenter.

4- PUE : Power Usage Effectiveness, rapport de la puissance totale consommée par la salle incluant la climatisation, l'éclairage et les serveurs, divisée par puissance électrique consommée seulement par les serveurs.

Communauté d'agglomération aéroport du Bourget : **virtualisation**



Coordonnées du chef de projet

Collectivité : CAAB

Communauté d'Agglomération de l'Aéroport du Bourget

Contact : David Larose

Fonction : DSI

Courriel : david.larose@aerobourget.fr



Contexte du projet

Thème : mutualisation des serveurs et remplacement des postes de travail PC par des clients légers.



Les objectifs du projet

Rénovation de l'informatique de la ville de Drancy, puis de celle de la communauté d'agglomération du Bourget.

Les objectifs sont :

- une économie générale sur les équipements et le fonctionnement,
- une plus grande facilité d'administration, et une meilleure capacité d'évolution

Datacenter : à l'origine, 27 serveurs physiques, une climatisation, un onduleur.

Les postes de travail sont des PC (principalement des fixes).



Démarche et solution mise en œuvre

Les serveurs

Le projet de virtualisation a permis de mettre en œuvre une configuration à 4 serveurs lames (extensibles à 9) plus un serveur pour la zone DMZ

(DeMilitarized Zone, zone démilitarisée correspondant à un sous-réseau isolé par un pare-feu selon la terminologie pour les serveurs WEB), avec une gestion électrique performante.

L'augmentation de la température en salle serveurs de 18°C à 26°C a permis d'économiser sur la climatisation : au total 48 % d'énergie et 2500 € HT par an d'électricité sont économisés.

Virtualisation des postes de travail

Le projet consiste à remplacer les postes de travail de type PC par des clients légers connectés à des serveurs qui prennent en charge la gestion de l'espace de travail individuel. La puissance consommée par un client léger est de 6 Watts (sans l'écran).

Un premier déploiement a permis de remplacer 300 postes de travail, les 300 machines virtuelles fonctionnant sur 6 serveurs lames.

L'objectif est de remplacer tous les PC (un total de 1000 pour les 3 villes de la communauté d'agglomération), dans un délai de 3 mois.

L'économie en consommation électrique pour tous les postes de travail sur 3 ans est estimée à 2,2 GWh.

La méthode pour virtualiser les postes de travail est assez simple et semble généralisable :

- interdire l'usage du disque C, localiser tous les documents des utilisateurs sur un serveur (type Samba),
- remplacer les messageries de type outlook par un webmail (Zimbra, logiciel open-source) qui offre les mêmes fonctionnalités,
- déployer les clients légers. Il est possible d'utiliser les PC comme des clients légers, toutefois on ne bénéficie pas de l'économie de consommation électrique.



Bénéfices obtenus

Le résultat est surtout un gain de temps et d'efficacité sur la maintenance des environnements de travail, ce qui permet d'affranchir les équipes des travaux fastidieux, et de les concentrer sur des travaux à plus forte valeur ajoutée.



Points marquants

L'utilisation de logiciel libre résulte d'une volonté délibérée, les solutions utilisées étant considérées comme standard (VMWare pour la virtualisation).

Un point important est souligné : le soutien direct de la Direction Générale des Services et du Maire pour conduire le projet.

Ville de Montpellier : impressions internes



Coordonnées du chef de projet

Collectivité : Ville de Montpellier

Contact : Frédéric Fayolle

Fonction : DSI

Courriel : frederic.fayolle@ville-montpellier.fr

Téléphone : 04.67.34.71.30



Contexte du projet

Thème : optimisation des impressions internes.

Utilisateurs : environ 1350 utilisateurs d'informatique dans les services, 300 imprimantes et 125 copieurs.



Les objectifs du projet

“Partant du constat que le zéro papier reste une utopie pour de nombreuses années, nous avons décidé d'élaborer un plan d'actions permettant aux utilisateurs de bénéficier de matériels performants et adaptés à leur besoin, tout en minimisant le coût et l'impact écologique des impressions.”



Démarche et solution mise en œuvre

“Une première étape a consisté en l'installation d'un serveur d'impression utilisé par 3 services représentatifs. Le but était d'évaluer les besoins, tant d'un point de vue qualitatif (format, couleur, nombre de pages, ...) que quantitatif.

Cette étude a permis de dégager des ratios en termes d'équipement.

Avec la construction du futur Hôtel de Ville, nous avons une opportunité de remettre à plat les moyens d'impression et de numérisation.

Le but recherché est de mutualiser le plus possible les matériels, et de les adapter aux besoins des utilisateurs.

Nous installerons des photocopieurs connectés au réseau informatique, qui serviront donc également d'imprimante et de scanner.

L'étude des compteurs des photocopieurs actuels a montré que seules 3 % des photocopies étaient faites en A3. Nous allons donc proposer que seul un matériel sur 2 ou 3 permette l'A3.

Dans certains cas, comme un besoin très fréquent de numérisation, nous proposons des scanners de bureau ; de la même manière, pour quelques rares besoins de confidentialité, nous installerons des imprimantes individuelles. Pour les fax : les appareils sont remplacés par un serveur de fax utilisant la messagerie.

Le serveur d'impression sera déployé pour l'ensemble des utilisateurs. Il effectue un certain nombre de contrôles : par défaut, les documents sont transmis sans couleur et en recto/verso. Nous pourrions éventuellement donner des autorisations spécifiques pour que seuls certains utilisateurs aient accès à la couleur.

Une fois le document envoyé à l'impression, l'utilisateur doit taper un code (ou passer son badge) pour le récupérer sur le photocopieur : cela permet d'éviter les nombreuses impressions que personne ne vient chercher.

Pour des documents volumineux ou nécessitant une finition particulière (pliage, agrafage...), la demande est automatiquement envoyée vers l'imprimerie.

Les gains financiers obtenus par la mutualisation des équipements et la baisse des coûts des matériels permettent d'envisager d'installer uniquement des photocopieurs couleurs.

Chaque direction aura accès à un tableau de bord des consommations de ses utilisateurs."



Bénéfices obtenus

Avantages pour l'utilisateur

- accès à plus de possibilités
- matériels plus performants

Gains envisagés

- financier : diminution du nombre d'équipements et du nombre d'impressions couleurs
- écologique : diminution de la consommation globale (énergétique, encre, papier)

07

Annexes



Bibliographie

LIVRES:

Green IT : Gérez la consommation d'énergie de vos systèmes informatiques.

Par Olivier Phillipot, aux éditions ENI, disponible à l'achat en format papier et en téléchargement.

www.editions-eni.fr

Green-IT 2.0 2010-2040 Quels rôles pour les DSI et les professionnels des NTIC ?

Par Hugues Gosset-Roux. Téléchargeable gratuitement sur www.dsigrreen.fr ou disponible à la commande en version papier sur www.thebookedition.com

Livre Vert Vision et recommandation sur le Green IT - Syntec Informatique

<http://www.syntec-numerique.fr/bibliotheque/liste-des-publications/livre-vert-vision-et-recommandation-sur-le-green-it>

ÉTUDES :

IDATE : impact environnemental de la filière TIC en France. Dossier de presse de Janvier 2010

<http://www.alliance-tics.org/documents/evenements/Final%20Final%20DEFINITIF%20rapport%20IDATE%20dossier%20de%20presse130110.pdf>

ADEME étude menée par Enertech : TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET ECLAIRAGE -Campagne de mesures dans 49 ensembles de bureaux de la Région PACA

<http://www.enertech.fr/pdf/60/consommation%20eclairage%20bureautique%20bureaux.pdf>

D'autres études du même type sont disponibles sur le site d'Enertech

Rapport TIC et Développement Durable, établi par le CGDD et présenté en 2008 au gouvernement

<http://lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/094000118/0000.pdf>

European Commission DG INFSO : Impact of Information and Communication Technologies on Energy Efficiency. Rapport élaboré par BioIntelligence Services (en anglais)

ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ftp7/ict/docs/sustainable-growth/ict4ee-final-report_en.pdf

Plusieurs études et livres blancs (ou livres verts !) sur le Green IT, la dématérialisation, le télétravail, sur les sites du Syntec et du Cigref.



Ressources internet

www.greenit.fr le blog de Frédéric Bordage, donne accès à de nombreuses ressources.

www.enertech.fr : le site d'Enertech ou l'on peut trouver les études sur les campagnes de mesure.

<http://eco-info.org/> : le site d'Eco-Info, groupe de travail d'ingénieurs informatique sur l'impact environnemental des TIC tout au long du cycle de vie, hébergé par le CNRS. Très complet.

<http://www.eu-energystar.org/fr/index.html> : le programme européen d'Energy Star (en français), et les sites des autres labels.

Les sites du Cigref et du Syntec, les sites des constructeurs informatiques.

Les sites de la presse informatique, avec des rubriques spéciales Green IT.



Enquête AITF/EDF parc informatique et consommations

Une enquête a été adressée aux collectivités pour recueillir des informations sur leur parc informatique et bureautique (postes de travail, serveurs, imprimantes et copieurs). L'enquête permet d'**estimer une consommation électrique et un coût** de cette consommation pour le parc informatique mentionné.

L'enquête permet également aux collectivités de mentionner leurs **bonnes pratiques** ou leurs projets en matière de **maîtrise des consommations électriques** des équipements informatiques.

FORMULAIRE DES QUESTIONS POSÉES

Enquête sur la consommation électrique de l'informatique des collectivités

Le groupe de travail AITF/EDF sur la maîtrise des consommations électriques de l'informatique vous propose de participer à une enquête. Merci de remplir le questionnaire ci-dessous, en dénombrant les équipements informatiques utilisés par votre collectivité, sans compter ceux mis à disposition d'autres établissements (écoles, etc.). En indiquant votre e-mail, vous pourrez recevoir les résultats de l'enquête et une estimation de l'enjeu des

consommations électriques de vos équipements informatiques. Les consommations annuelles moyennes sont les suivantes :

- PC fixe 376 kWh par an
- PC portable 53 kWh par an
- Serveur 1900 kWh par an
- Imprimante jet d'encre 39 kWh par an
- Imprimante laser 267 kWh par an
- Copieur de couloir 681 kWh par an

Michel Irigoien (AITF, ville de Montpellier) - Francis Ripoll (EDF)

QUESTIONS POSÉES

- Collectivité
- Type de collectivité
- Nombre d'habitants
- Effectif des services
- Prix de l'électricité (en € TTC par kWh)

DESCRIPTION DU PARC

- Nombre de PC fixes
- Nombre de PC portables
- Nombre de serveurs
- Nombre d'imprimantes jet d'encre
- Nombre d'imprimantes laser
- Nombre de copieurs de couloir

BONNES PRATIQUES EN PLACE

- Faites-vous des mesures de consommation réelle des équipements informatiques ?
- Faites-vous plutôt des estimations de cette consommation ?
- Utilisez-vous des indicateurs de performance énergétique ?
- Utilisez-vous des indicateurs économiques pour la consommation électrique des équipements informatiques ?
- Avez-vous des clauses sur les consommations d'énergie ou sur l'environnement pour les appels d'offres d'achat d'équipement ?
- Vous basez-vous sur des labels pour orienter les achats d'équipements ? La consommation d'énergie est-elle un critère dans le choix des équipements ?
- Avez-vous mis en place des solutions pour l'optimisation de la consommation d'énergie ?
- Existe-t-il des consignes ou recommandations aux utilisateurs pour économiser l'énergie ?
- Perspectives d'évolution du parc sur 3 ans

RÉSULTATS CALCULÉS POUR CHAQUE COLLECTIVITÉ, ET EN MOYENNE POUR L'ENQUÊTE

- Consommation électrique "standard" : consommation du parc calculée d'après la description du parc et les valeurs moyennes des consommations des équipements
- Coût "standard" : coût de la consommation électrique du parc calculé d'après le prix moyen indiqué pour l'électricité
- Consommation par habitant : consommation électrique "standard" divisée par le nombre d'habitants indiqué
- Coût par habitant : coût "standard" divisé par le nombre d'habitants

RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE

18 collectivités ont répondu à l'enquête à date de début janvier 2011, dont 10 communes, 4 communautés d'agglomération, deux conseils régionaux, un syndicat intercommunal, et un parc naturel régional.

L'échantillon n'est pas représentatif, mais il y a néanmoins des indications intéressantes : le coût annuel par habitant des consommations électriques des équipements informatiques est autour de 1 € pour les communes, avec une variation qui semble dépendre notamment du nombre d'habitants (effet de masse).

Concernant les pratiques

- un quart des répondants disent effectuer des mesures ou estimations des consommations électriques ou des PUE (Power Usage Efficiency, indicateur d'efficacité énergétique des salles informatiques ou datacenter, voir le glossaire)
- la moitié des répondants indiquent que les consommations énergétiques des équipements font partie des critères d'achat, incluses dans les clauses d'appel d'offres, et utilisent les labels (principalement EnergyStar)
- la plupart des collectivités ont mis en œuvre des dispositifs d'économies (mise en veille principalement), ou ont des projets dans ce sens, la plupart ont également émis des consignes ou recommandations de comportement économe pour les utilisateurs.

GLOSSAIRE

ACV

L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) est une étude des impacts environnementaux dont la structure est standardisée par la norme ISO 14044. Les impacts environnementaux concernent la consommation des ressources et les rejets à chaque étape du cycle de vie du produit (ou service) : fabrication, commercialisation, utilisation, fin de vie ou recyclage, etc.

Alimentation électrique

Les alimentations électriques utilisées pour les équipements informatiques (PC notamment) consomment une partie de la puissance qu'elles délivrent pour elles-mêmes. La part de cette énergie "auto-consommée" peut être importante, de l'ordre de 40 %. Le label 80+, repris dans Energy Star (et donc Epeat) certifie les alimentations électriques dont l'efficacité est supérieure à 80 %, avec une déclinaison en niveau Bronze, Argent et Or selon le niveau d'efficacité.

Baies informatiques

Etagères ou armoires accueillant les équipements informatiques et leurs connexions, et notamment les serveurs. Certaines peuvent être climatisées individuellement, permettant d'éviter la climatisation de l'ensemble de la salle informatique ou du datacenter.

Batteries

Élément permettant le stockage d'électricité pour un usage autonome des équipements : PC portables, téléphones, etc. Il est recommandé de faire fonctionner les PC portables sur leur batterie au moins de temps en temps. Les cycles charge/décharges complets prolongent la durée de vie par rapport à un usage en branchement permanent sur le réseau électrique.

Boîtier ADSL

Modem d'accès internet haut débit utilisé par les particuliers ou les petites entreprises ou organisations. La consommation électrique globale de ces boîtiers a fortement augmenté du fait de leur nombre et de leur fonctionnement en permanence.

Client léger

Poste de travail dédié à l'affichage et la saisie pour des applications hébergées sur un serveur. En pratique, un client léger ne requiert au minimum qu'un navigateur WEB : pas de disque dur ni d'applications locales, ressources locales dimensionnées au minimum. Avantages : facilité de maintenance de la configuration, et économies en fonctionnement.

Climatisation

Les équipements informatiques et leurs alimentations électriques produisent de la chaleur. Les salles informatiques et les datacenter sont en général climatisés afin d'éviter les températures trop hautes. L'énergie nécessaire pour la climatisation représente une part importante, parfois majoritaire, de l'énergie totale consommée pour faire fonctionner le datacenter. Différentes techniques de climatisation (free cooling, allées froides et chaudes) permettent de réduire les consommations dues à la climatisation des installations.

Compteur intelligent

Compteur électrique proposant des fonctionnalités pour mieux mesurer, gérer, adapter et réduire les consommations électriques. Ce compteur peut présenter plusieurs variantes de fonctionnalités, incluant celle de coupure automatique de l'alimentation électrique en fonction de critères de gestion ou d'optimisation. Voir également prise intelligente.

Datacenter ou Datacentre

Les centres de données (Datacenter ou Datacentre) répondent au besoin croissant de puissance informatique pour offrir les services de stockage et traitement des données, et pour héberger les applications informatiques. Corrélativement à l'augmentation de la puissance informatique, la consommation électrique augmente également, d'autant plus que les Datacenter sont climatisés.

DEEE ou D3E

La DEEE (WEEE ou Waste Electrical and Electronic Equipment) est la Directive européennes (2002/96/EC) visant à organiser la filière du recyclage des appareils électroniques. Elle est directement liée à l'éco-taxe sur les appareils électroniques. Cette éco-taxe finance une partie du processus de recyclage.

DCiE

Data Center Infrastructure Efficiency. Permet d'exprimer l'efficacité énergétique d'un data center à l'aide d'un pourcentage. On le calcule en divisant le total de l'énergie utilisée pour alimenter l'infrastructure informatique avec le total de l'énergie utilisée pour alimenter l'ensemble du datacenter. C'est l'indicateur inverse du PUE (voir plus bas).

Détecteur de présence

Dispositif permettant de piloter une alimentation électrique par la détection de présences. Utilisé pour l'éclairage, ce dispositif peut l'être également pour les équipements informatiques, sous réserve de respecter les contraintes de disponibilité ou d'administration des systèmes.

Documents

L'impression et la gestion des documents consomment de l'énergie. Pour les imprimantes, la consommation électrique en phase

d'usage est liée à la technologie (laser plus consommateur que jet d'encre), et à la gestion des mises en veille. La dématérialisation de certains documents permet des économies, mais utilise des équipements eux-mêmes consommateurs d'énergie. L'analyse globale peut tenir compte également de l'énergie grise utilisée pour produire le papier.

Ecolabel

Autre orthographe : éco-label. Les ecolabels sont destinés à promouvoir la conception, la commercialisation et l'utilisation de produits ayant un impact moindre sur l'environnement pendant leur cycle de vie. On distingue trois types d'ecolabels : les ecolabels officiels (type I), les ecolabels indépendants (type II), et les écoprofiles (type III). La plupart des ecolabels informatiques sont basés sur l'auto-déclaration et ne sont pas certifiés par un organisme tiers.

Eco-conception

Consiste à concevoir un produit, en prenant en compte et en minimisant son impact sur l'environnement durant l'ensemble de son cycle de vie, tout en maintenant ses performances lors de son utilisation. Voir également Analyse du Cycle de Vie (ACV)

Eco-TIC

Traduction française de Green IT.

Ecrans

La consommation électrique des écrans dépend de la technologie utilisée, et de la taille des écrans. Les écrans cathodiques consomment plus que les écrans plats : environ deux fois plus en fonctionnement et en veille.

Efficacité énergétique

C'est le rapport entre la quantité d'énergie récupérée et l'énergie consommée. Elle est exprimée par le COP (coefficient de perfor-

mance) quand il s'agit de production de chaleur, par l'Energy Efficiency Ratio (coefficient d'efficacité énergétique) pour les appareils produisant du froid. A ne pas confondre avec le rendement, qui est le rapport entre l'efficacité réelle de la machine et l'efficacité théorique maximale qu'on peut attendre d'elle. En informatique, plusieurs écolabels (80 Plus, Energy Star) garantissent l'efficacité énergétique des alimentations électriques des ordinateurs et des périphériques (imprimantes, écrans, etc.).

Energie grise

L'énergie grise est la somme des énergies consommées tout au long du cycle de vie d'un produit ou d'un service : conception, extraction et approvisionnement en matières premières, transformation et production, commercialisation, usage et maintenance, fin de vie et recyclage.

On parle d'énergie incorporée pour l'énergie nécessaire à la fabrication, mais pas à l'usage et à la fin de vie.

Energy Star

Label créé en 1992 aux Etats-Unis et désormais utilisé dans le monde entier, pour l'efficacité énergétique des équipements informatiques. Le programme européen Energy Star résulte d'un accord de l'Union Européenne avec les Etats-Unis pour l'utilisation du label en Europe. Le site <http://www.eu-energystar.org/fr/index.html> présente le programme et ses ressources.

Epeat

Label créé aux Etats-Unis et désormais utilisé dans le monde entier pour décrire l'impact écologique des équipements informatiques sur tout leur cycle de vie. Il comporte trois niveaux : bronze, silver, gold, en fonction du respect de 23 critères obligatoires et 28 critères optionnels. Epeat intègre Energy Star pour l'efficacité énergétique.

EuP

La directive 2005/32/EC, plus connue sous le nom de Energy-using Products (EuP), vise à réduire la consommation électrique des produits utilisés en Europe.

Free cooling

Technique de refroidissement d'un bâtiment (éventuellement un datacenter) en utilisant l'air extérieur lorsqu'il est plus froid que l'air intérieur. Le free-cooling permet d'économiser en partie l'énergie des équipements de climatisation, à condition de veiller aux phénomènes de condensation et au brassage de l'air apporté, pour préserver les conditions de confort. Variante utilisant l'eau froide.

Green ICT

Extension du champ du Green IT (Information Technologies), qui se concentre sur les outils informatiques, à l'ensemble des technologies de l'information. ICT signifie Information & Communication Technologies

Green IT

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) responsables et durables - Green IT en anglais - sont constituées de l'ensemble des méthodes, logiciels, matériels, services et processus informatiques qui :

1. réduisent l'impact des TIC sur l'environnement, (Green IT 1.0)
2. améliorent les conditions de vie des citoyens et de travail des salariés,
3. aident les entreprises à gérer l'évolution du cadre réglementaire lié à l'environnement,
4. participent à la croissance "verte" de l'économie en encourageant les effets de levier positifs des TIC sur l'environnement et les conditions sociales. (Green IT 2.0). (définition GreenIT.fr)

Green IT 1.0

Ce concept distingue deux volets dans le Green IT :

- les efforts faits par les constructeurs informatiques pour réduire l'impact de leur matériel sur l'environnement,
- l'effet de levier de positif des technologies de l'information et de la communication (TIC) sur l'environnement.

Le "Green IT 1.0" se concentre uniquement sur la réduction de l'impact environnemental de l'informatique.

Green IT 2.0

Ce concept distingue deux volets dans le Green IT :

- les efforts faits par les constructeurs informatiques pour réduire l'impact de leur matériel sur l'environnement,
- l'effet de levier de positif des technologies de l'information et de la communication (TIC) sur l'environnement.

Le concept de "Green IT 2.0" émerge face au syndrome des 2 %.

Impressions

Voir Documents

ISO 14000

Série de normes qui concernent le management environnemental.

ISO 14001

La norme ISO 14001 est la plus utilisée des normes de la série des normes ISO 14000 qui concernent le management environnemental. Une organisation peut faire certifier son système de management environnemental suivant cette norme par des organismes tierce partie accrédités comme l'Association Française pour l'Assurance de la Qualité, par exemple pour la France.

Label énergétique

Label certifiant l'efficacité énergétique d'un équipement pour son usage. Exemple :

Energy Star (équipements informatiques), 80+ (alimentations électriques, désormais intégré dans Energy Star)

Label environnemental

Label certifiant la performance environnementale d'un équipement tout au long de son cycle de vie. Exemple : Epeat (équipements informatiques), Blue Angel (label allemand), TCO (label suédois).

Logiciel

Des méthodes existent pour optimiser les logiciels du point de vue des consommations électriques des équipements informatiques, en diminuant les sollicitations aux composants électroniques : entrées/sorties disque, trafic réseau, puissance de calcul, performance du stockage de données, etc.

Mutualisation

Partage d'équipements pour plusieurs usages. Par exemple, mutualisation des serveurs : hébergement de plusieurs applications, voire plusieurs clients, sur un groupe de serveurs physiques. La mutualisation permet d'économiser les ressources (et donc l'énergie consommée), mais requiert des techniques de mise en œuvre et d'administration pointues.

PoE Power over Ethernet

Technique d'alimentation électrique des composants informatiques par le réseau Ethernet. Elle permet d'installer et d'utiliser des équipements là où le réseau électrique n'arrive pas, et de simplifier l'installation. Toutefois l'économie en consommation doit être mesurée en tenant compte des temps de fonctionnement : en général les réseaux Ethernet fonctionnent en permanence.

PUE

Power Usage Effectiveness. Indicateur mis au point par Green Grid pour mesurer l'efficacité énergétique d'un datacenter. Il est

calculé en divisant le total de l'énergie consommée par le datacenter par le total de l'énergie utilisée par l'équipement informatique (serveur, stockage, réseau). Les membres de Green Grid visent un PUE de 1,6 fin 2009. Mais certains d'entre eux ont déjà atteint de meilleurs ratios. Sun a par exemple atteint un PUE de 1,23 avec son nouveau datacenter basé en Californie. Voir aussi : DCiE

Prise intelligente

Prise électrique dotée de capteurs offrant divers services : mesure des consommations, détection de présence... Elle permet de connaître la consommation électrique des équipements, et le cas échéant de mettre en œuvre une politique de gestion d'alimentation optimisée.

SmartGrid

Réseau d'énergie "intelligent". Les SmartGrids sont une réponse aux enjeux de complexité croissante de la gestion des réseaux d'énergie : gestion de pointes de consommation, de la capacité des réseaux de transport, multiplication des sources d'énergies décentralisées. Ils mettent en œuvre des fonctions de mesure et d'aiguillage des flux d'énergie selon différents critères techniques ou économiques.

TIC

Technologies de l'Information et de la Communication (TIC). Cet acronyme regroupe essentiellement les technologies de communication et l'informatique. Le terme éco-TIC commence à remplacer le terme anglo-saxon Green IT dans la langue française. Les éco-TIC sont constituées de l'ensemble des méthodes, logiciels, matériels, services et processus informatiques qui :

1. participent à la réduction de l'empreinte environnementale des activités humaines,

2. améliorent les conditions de vie des citoyens et de travail des salariés,

3. aident les entreprises à gérer l'évolution du cadre réglementaire lié à l'environnement,

4. participent à la croissance "verte" de l'économie en encourageant les effets de levier positifs des TIC sur l'environnement.

Téléprésence

Ensemble de moyens techniques et organisationnels pour permettre la collaboration en temps réel à distance. Ces moyens vont de la conférence téléphonique à la vidéoconférence et au partage en temps réel de ressources informatiques, comme l'accès distant au poste de travail.

Veille, mise en veille

La mise en veille d'un équipement électrique est une fonction qui permet de réduire sa consommation électrique lorsqu'il n'est pas utilisé. Toutefois une consommation résiduelle subsiste, elle peut même représenter une part prépondérante de la consommation électrique totale d'un équipement selon son profil d'usage (modem internet, imprimante...)

Virtualisation

Technique consistant à faire fonctionner plusieurs ordinateurs dits "virtuels" sur un ordinateur physique. Utilisée pour les serveurs, et de plus en plus aussi pour les postes de travail, cette technique permet de mutualiser les équipements, optimiser l'utilisation des puissances disponibles et donc réduire les consommations. Elle présente également des avantages en termes de déploiement et de maintenance. Elle requiert la mise en œuvre de solutions et de compétences pointues.

WEEE

Voir DEEE ou D3E.

Guides AITF EDF publiés précédemment - voir le site AITF www.aitif.asso.fr

- **Guide AITF-EDF des bâtiments basse consommation**, septembre 2008
- **Guide technique de l'éclairage intérieur AITF-EDF**, janvier 2007
- **Améliorer la qualité environnementale des bâtiments publics**, AITF-ATTF-EDF, janvier 2004
- **Piscines publiques, guide technique**, AITF-ATTF-EDF, juin 2003
- **Maîtrise de la demande d'électricité - Recommandations pour les communes**, ADEME-AITF-ATTF-EDF, juin 2000
- **Le tarif bleu, éclairage public**, AITF-ATTF-EDF-FNCCR-FN SICA, janvier 2000
- **Guide pour la maîtrise des usages de l'électricité dans les collectivités territoriales**, AITF-ATTF-EDF, juillet 1997
- **Le tarif bleu, bâtiments communaux**, AITF-ATTF-EDF, janvier 1997

REMERCIEMENTS

Le groupe de travail est composé de :

- Nicolas Bisson SIGEIF
- Dominique Bulle Ville de Poissy
- Françoise Cacciaguerra Communauté urbaine Marseille Provence
- Jean Casteil Ville de Montpellier
- Frédéric Fayolle Ville de Montpellier
- Michel Irigoien Ville de Montpellier
- David Larose Communauté d'agglomération de l'aéroport du Bourget
- Brigitte Lauretoux Communauté d'agglomération de Rouen
- Isabelle Le Vannier Communauté d'agglomération de Montpellier
- Amélie Petit Communauté d'agglomération de Rouen
- Francis Ripoll EDF
- Sandrine Segaud Ville de Béziers
- Philip Sion Conseil Général des Bouches du Rhône

Rédaction de ce document :

Cabinet NuevoMund – www.nuevomund.com - Ivan Grenetier – ivan.grenetier@nuevomund.com

Crédits photos : © EDF médiathèque : ERANIAN PHILIPPE / LAVOUE STEPHANE
lightpoet - Chepko Danil Vitalevich - Péter Gudella – asharkyu - IKO- noolwee - Ferenc Cegledi