

Zurich, 26 octobre 2007

## Quoi de neuf dans le domaine de l'efficacité énergétique des data centres?

### Éléments d'actualisation du rapport relatif à l'efficacité énergétique des data centres commandé par le ScanE en 2001 (Aebischer et al., 2003/2)

#### 1. Mandat

En 2001, suite à l'élaboration d'accords entre le canton de Genève et quatre opérateurs de data centres relatifs à une utilisation plus rationnelle de l'énergie dans la conception et dans l'exploitation de data centres, le ScanE a mandaté le CEPE (centre for energy policy and economics) à l'ETHZ et le bureau d'études ESU Services d'étudier plus en détail la faisabilité et le transfert de ces accords dans le cadre des lois et réglementations cantonales. Les résultats de cette étude ont été présentés au mandant fin 2002 et publiés dans le rapport Aebischer et al. (2003/2).

Le chapitre 7.2 de l'étude susmentionnée contient

1. une liste de 17 recommandations R1-R17 pour le transfert de l'accord conclu en 2001 entre l'Etat de Genève, les associations environnementales et les opérateurs des data centres concernés dans le cadre des lois et réglementations cantonales
2. la recommandation générale de discuter les recommandations R1-R17 avec les divers acteurs et groupes d'acteurs concernés ou potentiellement concernés.

Nous nous limitons ici à rappeler les recommandations R2 et R3 qui définissent la mesure de l'efficacité énergétique d'un data centre et les valeurs de l'efficacité énergétique à atteindre par les nouveaux data centres et par les data centres existants.

R2: Mesurer l'efficacité énergétique avec le coefficient C1 défini par le rapport entre l'énergie électrique consommée par les équipements TIC (technologies d'information et de communication) et l'énergie électrique totale consommée par les équipements TIC et l'infrastructure nécessaire pour faire fonctionner les équipements TIC et le data centre entier. Une définition plus précise de C1 se trouve dans le chapitre 4.2.1 et l'appendice 3 de l'étude Aebischer et al. (2003/2).

R3: Dans les nouveaux data centres, C1 doit atteindre une valeur de 0.65 au moins; la valeur à atteindre dans les data centres existants est de 0.55.

En été 2006, un des opérateurs de data centres signataires de l'accord de l'an 2001 demandait aux autorités cantonales la permission d'augmenter la capacité de production de froid nécessaire pour agrandir son data centre. Peu avant, la commission du standard énergétique a été constituée par les autorités du Canton avec le mandat de préparer l'introduction dans la législation genevoise de standards de consommation d'énergie pour les grands consommateurs d'énergie à Genève. Le ScanE a mandaté le CEPE en novembre 2006 d'actualiser le rapport de l'an 2003 afin de permettre à la commission du standard énergétique de se baser sur un document tenant compte des développements techniques et politiques depuis 2003.

La mise à jour de l'étude genevoise (Aebischer et al., 2003/2) comporte deux volets:

1. Examen et synthèse de la littérature et des développements techniques pertinents.
2. Identification, d'une part, de l'intention de l'Agence de l'énergie pour l'économie (AEnEC) et du "Grossverbrauchermodell Zürich" d'appliquer le concept de l'étude genevoise et, d'autre part, de l'intention des opérateurs des grands centres de calcul en Suisse (ERFA RZ) de définir une mesure de l'efficacité énergétique des centres de calcul et de quantifier des valeurs cibles.

Ces recherches vont nous permettre d'actualiser les recommandations formulées en 2002 et, si besoin est, d'en rajouter d'autres.

## 2. Impact et "follow-up" 2003-2006 de l'étude genevoise (Aebischer et al., 2003/2)

L'étude genevoise a été largement diffusée en Suisse et à l'étranger auprès des scientifiques et des milieux professionnels TIC. Nous nous limitons ici à énumérer les présentations les plus importantes avec quelques références et indications sur le public cible.

- En Suisse:
  - Présentation pour le groupe "trendwatch énergie et TIC", mandaté par l'office fédéral de l'énergie (OFEN) de suivre les développements dans ce domaine.
  - En septembre 2005, j'ai été invité pour une présentation par le groupe des opérateurs des grands centres de calcul en Suisse (ERFA RZ).
  - Des expertises quant à l'applicabilité du concept genevois ont été faites pour une entreprise électrique en vue d'une révision des tarifs et pour une agence de l'énergie.
- A l'étranger:
  - Présentation au LBNL: Aebischer (2003/4). Les chercheurs du LBNL étudient depuis l'an 2000 l'utilisation de l'énergie dans les data centres: <http://hightech.lbl.gov/datacenters>, Tschudi (2007).
  - Contribution à la "charrette" du RMI (Rocky Mountain Institute aux Etats-Unis): Aebischer (2003/3). Le "design guide" RMI (2003) résultant de ce workshop de trois jours est aujourd'hui encore une sorte de "bible" pour une vision d'un data centre optimisé du point de vue performance, énergie et environnement. Cette expérience est documentée dans un rapport adressé au ScanE (Aebischer, 2003/5).

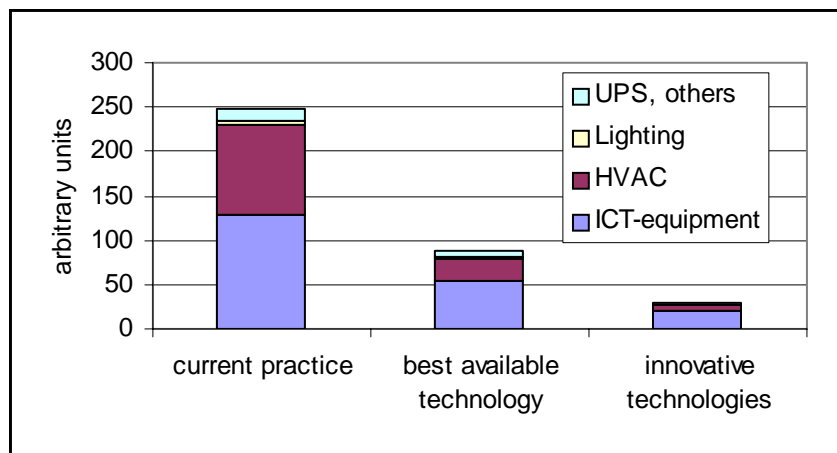


Figure 1: Consommation d'électricité dans un data centre: moyenne actuelle, optimisation en utilisant les meilleures technologies actuelles et optimisation à l'aide de technologies innovatrices (source: Aebischer, 2003/5, adaptation de RMI, 2003)

- Les résultats de l'étude genevoise et de la "charrette" ont été présentés à la conférence IEECB'04 à Francfort: (Aebischer et al., 2004 et 2004/2; Eubank et al., 2004).
- La définition et l'utilisation d'indicateurs pour les data centres sont comparées dans une contribution (Aebischer et al., 2003/1) pour la eceee summer study 2003 à ceux envisageable pour les restaurants.

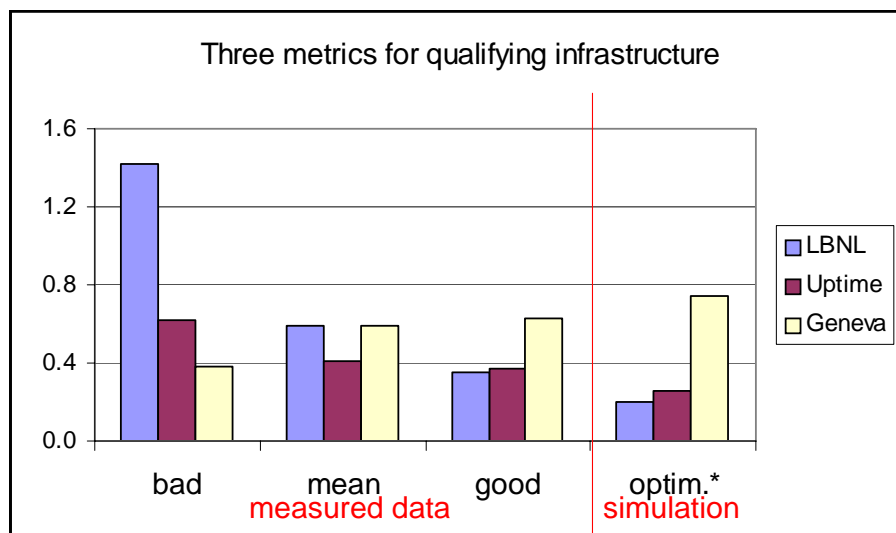


Figure 2: L'indicateur C1 (Geneva) comparé à d'autres mesures développées par le Lawrence Berkeley National Lab (LBNL) et par le Uptime Institute (Uptime) de l'efficacité énergétique de l'infrastructure centrale de data centres (source: Aebischer, 2004/2)

Les préparations pour une conférence internationale à Genève <http://www.geneve.ch/EcoDatacenter/> avec le but de discuter les résultats de l'étude genevoise avec la communauté TIC n'ont malheureusement pas abouti.

Le programme "électricité" de l'OFEN (office fédéral de l'énergie) avait également l'intention d'organiser en automne 2006 un séminaire/ workshop à Zurich avec le thème "Server in IT-Räumen". Au centre de cet événement devrait être la question "comment évacuer la chaleur des serveurs et des centres de calcul?". Ce projet n'a pas abouti non plus.

A la suite de la publication de l'étude genevoise, le programme de recherche "électricité" de l'OFEN a initié différentes activités qui ont débouché sur diverses publications dont quelques-unes font référence à l'étude genevoise: (Altenburger 2004/1, 2004/2, 2005) et (Grieder, 2006/1, 2006/2, 2006/3, 2006/4). Le bureau d'ingénieurs Amstein+Walthert a publié une brochure "New Design Datacenter" (Amstein+Walthert, 2005).

Les activités à Genève ont donc été remarquées en Suisse et à l'étranger et ont soit déclenché des activités de recherche et de mise en pratique (en Suisse) ou contribué au succès de conférences et de projets (à l'étranger). L'indicateur C1 est utilisé (sous d'autres noms) par différentes organisations, dont le LBNL et APC (Figure 3), et cet indicateur et le concept de mesure correspondant sont actuellement examinés dans le cadre du "Code of Conduct" de l'Union Européenne (chapitre 5). Soulevons ici déjà que la mesure de C1 doit être réalisée selon un concept de mesure de la consommation d'énergie électrique (et non de la puissance ponctuelle électrique!) assez détaillé (Aebischer et al., 2003/2, section 4.2.3 Measuring concept of C1 in data centres). Une simple mesure ponctuelle de la puissance électrique – pratiquée par les grands centres de calculs en Suisse dans les années 80 et 90 - est absolument insuffisante (chapitre 5 ; Figure 8).

D'une manière générale, l'efficacité énergétique dans les data centres n'obtenait jusqu'à très récemment (voir chapitre 5) qu'une priorité secondaire, entre autres dû à l'implosion de la bulle de l'Internet au début des premières années de ce siècle. C'était aussi le cas à Genève. L'application en pratique des recommandations n'était que très partiellement réalisée.

Mais durant toute cette période, les opérateurs des data centres, les fabricants des équipements TIC et quelques chercheurs spécialisés se rencontraient régulièrement lors de conférences, initialisées p. ex. par 7x24 Exchange aux Etats-Unis <http://www.7x24exchange.org/conferences.html> ou lors de la conférence annuelle "Darnell's Digital Power Forum" <http://digitalpower.darnell.com/> ou encore au symposium annuel de Uptime Institute <http://uptimeinstitute.org/jsymp/>.

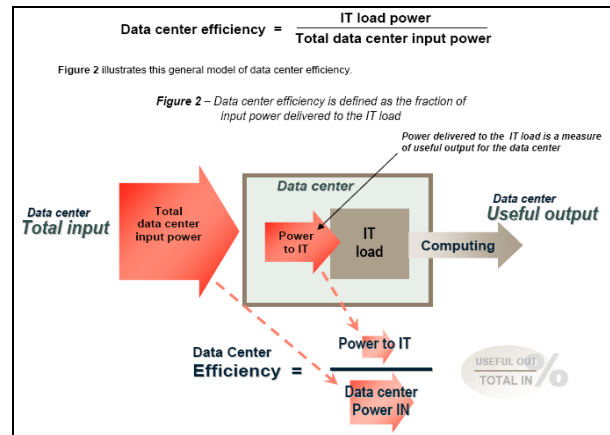
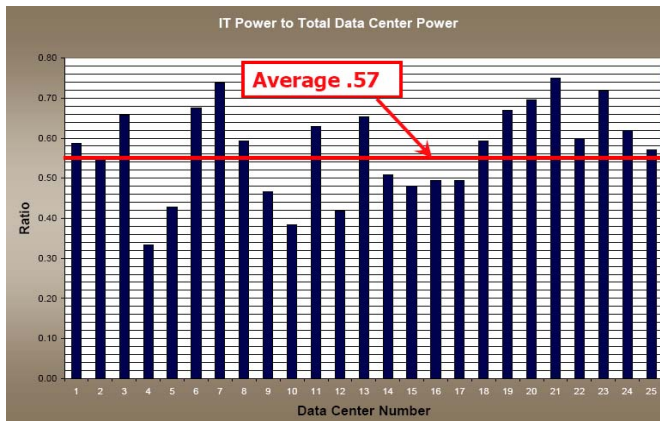


Figure 3: Deux exemples montrant l'utilisation d'un indicateur pour l'efficacité énergétique des data centres identique à l'indicateur C1 utilisé à Genève. A gauche: au Lawrence Berkeley National Lab (Tschudi, 2007), et à droite par American Power Conversion, APC (Rasmussen, 2006)

### 3. Importance de la demande d'énergie

Part dans la consommation totale d'un pays / d'une région:

- L'évaluation la plus récente de la demande d'énergie des serveurs<sup>1</sup> et des data centres au niveau d'un pays est celle publiée tout récemment par la Environmental Protection Agency des Etats-Unis (EPA, 2007/1) discutée dans le chapitre 5.2: 1.5% de la demande totale des Etats-Unis en 2006. Dans ce chiffre est contenue l'énergie utilisée par l'infrastructure nécessaire pour le fonctionnement des data centres. Une nouvelle estimation du CEPE pour la Suisse sera disponible cet automne.
- Les demandes de raccordement au réseau électrique des data centres dans les années 90 à Genève indiquent que la part des data centres dans la consommation totale peut-être beaucoup plus élevée, peut être de l'ordre de 10%, dans certaines régions favorables, p. ex. à cause des réseaux de fibres de verre, du prix de l'électricité, de la sécurité d'approvisionnement en électricité et de la stabilité politique. La demande locale de services de data centres joue probablement un rôle moins important. En effet, ces services peuvent être physiquement réalisés plus ou moins n'importe où dans le monde.

Estimations de l'évolution de la demande d'énergie:

- Cremer et al. (2003) ont évalué l'évolution de la demande d'énergie des serveurs en Allemagne. Ils estiment que cette demande a augmenté de 47% entre 2001 et 2004 et pour la période de 2004 à 2010 ils comptent avec une augmentation de 48%.
- Koomey (2007) arrive à des taux de croissance sensiblement plus élevés aux Etats-Unis et au niveau mondial. Il estime l'augmentation de la demande d'électricité entre 2000 et 2005 à 90% pour les Etats-Unis et à 110% pour le monde (Figure 4).
- Le rapport de la EPA (2007/1) présente des scénarios pour l'évolution de la demande d'énergie 2006-2011 des serveurs et des data centres aux Etats-Unis (Figure 5). Les différences entre ces scénarios sont énormes: +108% pour le scénario "historical trend" et -42% pour le scénario "state of the art". Les détails de ces calculs se trouvent dans l'annexe 4 à cette étude (EPA, 2007/2).

Dans le domaine des TIC, l'infrastructure devient de plus en plus importante et la part de l'infrastructure dans la demande totale de l'électricité des TIC augmente sensiblement: Aebischer/Roturier (2007), Souchon et al. (2007). Un projet de recherche sur la demande d'énergie de l'infrastructure pour la communication mobile vient de démarrer en Suisse (Corliano, 2007).

<sup>1</sup> Environ 80% des serveurs sont situés dans des data centres.

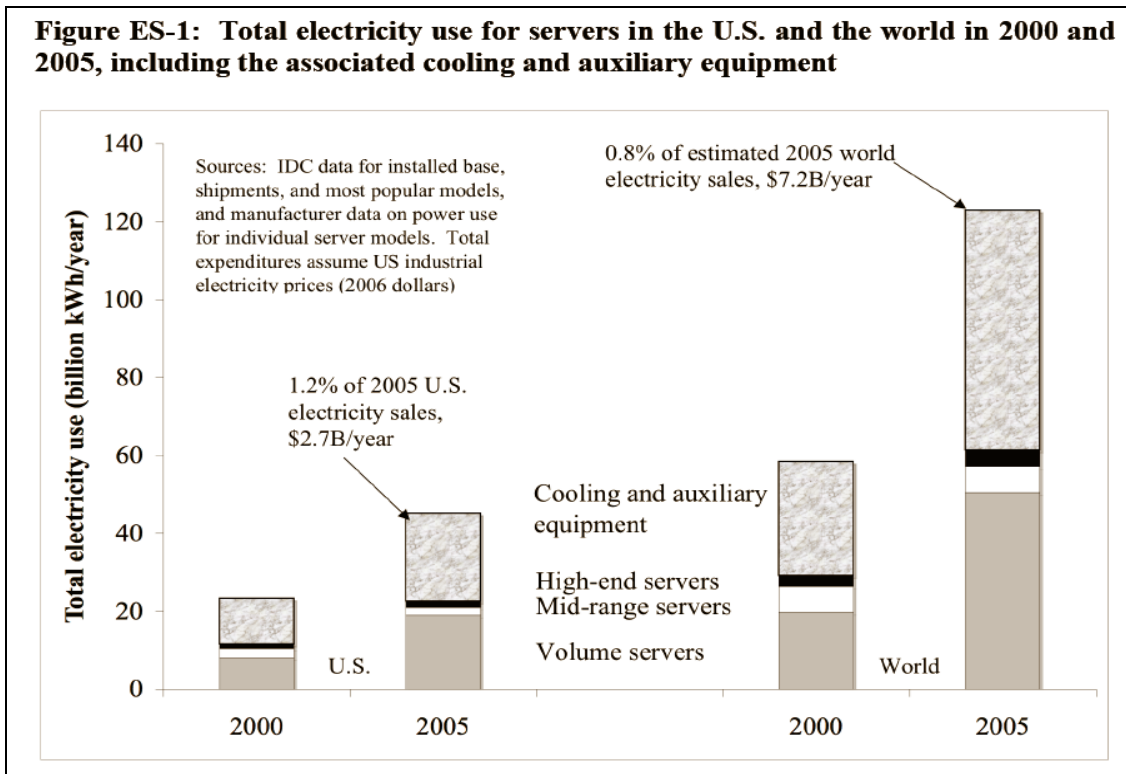


Figure 4: Demande d'électricité des serveurs aux Etats-Unis et dans le monde (Koomey, 2007)

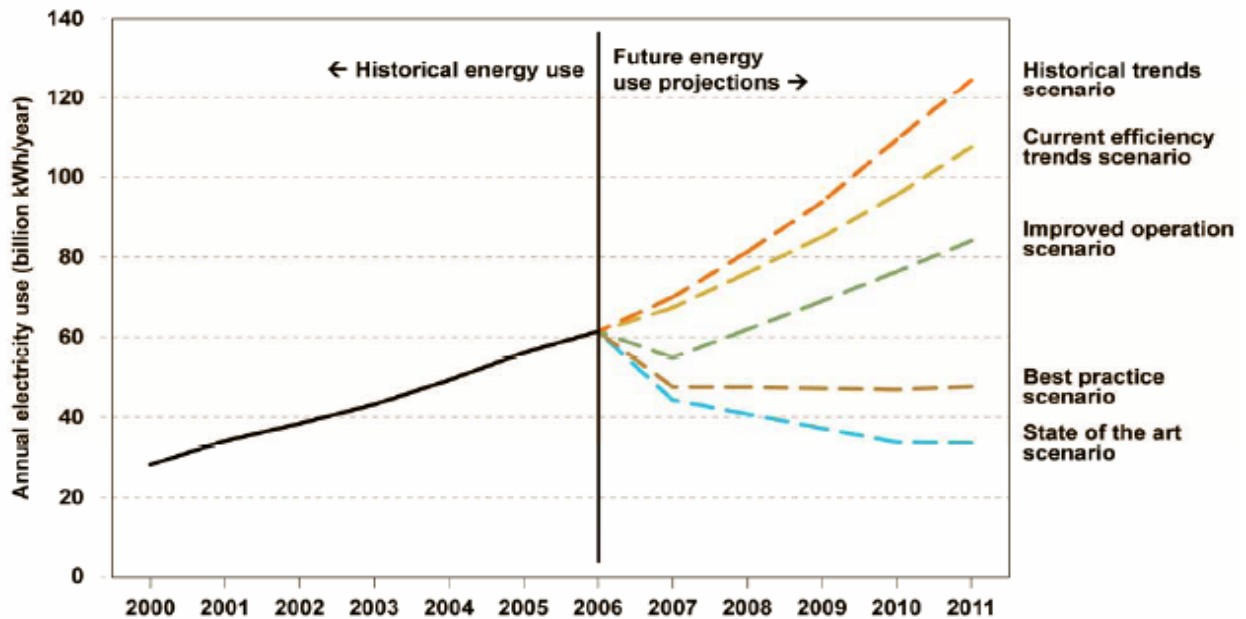


Figure 5: Scénarios pour la demande d'électricité des serveurs aux Etats-Unis jusqu'en 2011 (EPA, 2007/1, Figure ES-1)

#### 4. Développements techniques

Des développements technologiques très importants ont eu lieu ces dernières années dans le domaine des serveurs. La miniaturisation des serveurs a eu comme première conséquence une augmentation importante de la charge thermique par unité de surface dans les data centres. En 2001/2002 on considérait 1000 W/m<sup>2</sup> comme charge thermique maximale; aujourd'hui les opérateurs parlent de charges locales de 5000-7000 W/m<sup>2</sup>.



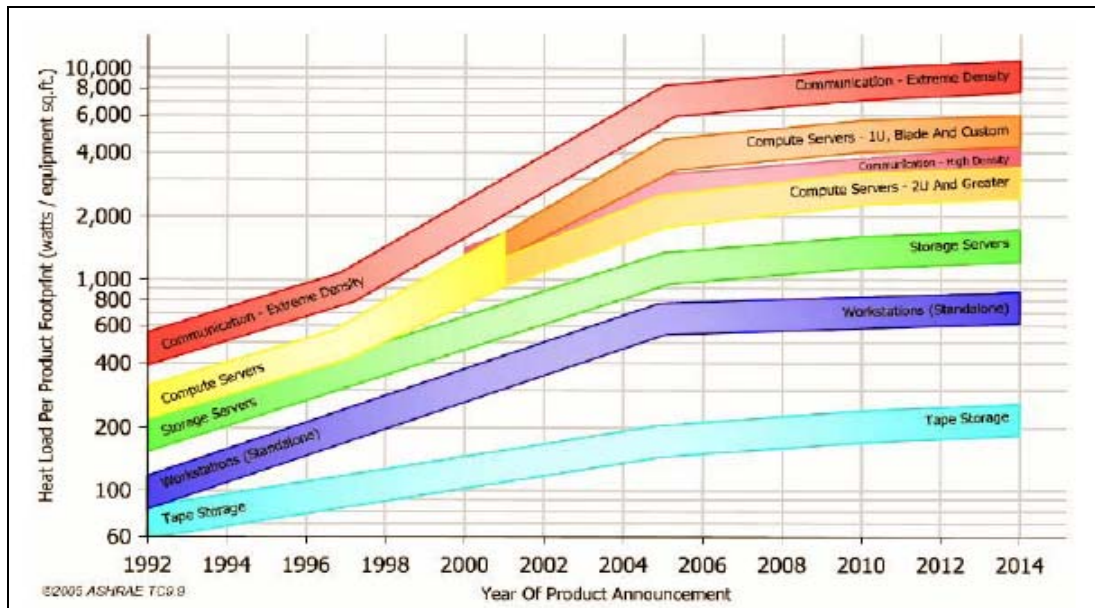


Figure 6: Projection de la charge thermique spécifique (Watt/pied carré<sup>2</sup>) de différents types d'équipements TIC (EPA, 2007/1, Figure 2-5 ; source ASHRAE, 2005)

Même si dans un data centre les charges thermiques moyennes par unité de surface des locaux des équipements TIC sont de beaucoup (au moins un ordre de grandeur) inférieures à ces charges par équipement (Figure 7), il se peut que localement des charges de l'ordre de 10-20 kW/m<sup>2</sup> soient possible. Et l'évacuation de cette chaleur pose des problèmes réels aux opérateurs. Comme dans le temps des grands ordinateurs centraux, l'eau est de nouveau utilisée localement comme médium pour évacuer la chaleur.

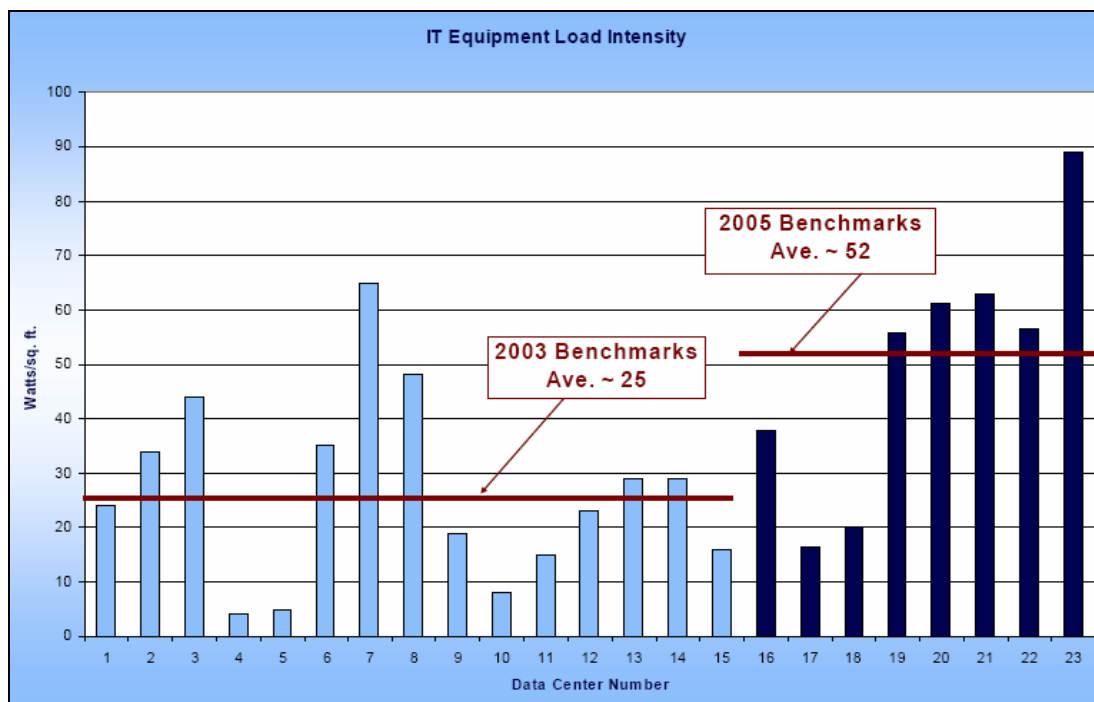


Figure 7: Charges thermiques de data centres aux Etats-Unis en 2003 et en 2005. (Tschudi, 2007)

Les conséquences de cette évolution (et autres) ainsi que les mesures pour assurer une fiabilité maximale des installations sont discutées aux Etats-Unis lors des conférences régulières (voir chapitre 2) ou extraordinaires comme en juin 2006 le ASHRAE Summer Meeting avec le Data Center Committee discutant "best practice and benchmarking of data centers". Et les recherches au LBNL continuent: développement

<sup>2</sup> 1 W/(pied carré) = (environ) 10 \* 1 W/m<sup>2</sup>

d'une banque de données et d'une méthodologie d'analyse de la demande d'énergie des data centres, exemples d'amélioration de l'efficacité énergétique de data centres existants, guide pour le planning de nouveaux data centres efficaces en énergie: <http://hightech.lbl.gov/datacenters.html> et <http://hightech.lbl.gov/DCTraining/about.html> .

## 5. Activités et projets politiques en Suisse et à l'étranger depuis 2006

Le rapport pour Genève (Aebischer et al., 2003/2) à été publié à un moment où l'euphorie Internet des années 90 avait déjà disparue et la demande de raccordement de quelques dizaines de MW de puissance électrique était devenue obsolète à cause du manque de clients ou de faillites des promoteurs. Il est compréhensible que dans cette situation le canton de Genève ne poursuivait pas en priorité la réalisation des recommandations de cette étude. Mais la demande d'énergie des équipements TIC et surtout des serveurs et des data centres a continué de croître (chapitre 3) et peu à peu – sous l'impulsion de la crainte d'un approvisionnement sûr et bon marché en énergie électrique et des problèmes d'évacuation de la chaleur dus aux développements technologiques décrits dans le chapitre précédent – les opérateurs des data centres et les autorités politiques - appelées à réagir vis-à-vis l'évidence accrue du changement climatique – ont commencé d'abord aux Etats-Unis et par la suite en Europe et en Suisse à s'occuper plus sérieusement de l'efficacité énergétique des équipements TIC et des data centres.

En 2006, le canton de Genève a décidé d'ancrer dans sa base légale les recommandations déjà faites, en donnant au CEPE le mandat d'actualiser le rapport de l'an 2003. Cette actualisation a coïncidé avec le fait que simultanément le CEPE a été invité à présenter l'utilisation de l'énergie dans les data centres à l'occasion de divers événements en Suisse et à l'étranger. Au centre de ces présentations était la mesure de l'efficacité énergétique des data centres à l'aide du coefficient C1 dont l'utilisation est recommandée à Genève.

Les présentations les plus remarquées ont été faites lors des événements suivants:

- 4. RECHENZENTRUM-THEMENTAG DER IBM SCHWEIZ. ENERGIEEFFIZIENZ IM RECHENZENTRUM GREEN IT POWER <http://www-05.ibm.com/ch/events/greenitpower/>: (Aebischer 2007/1)
- Wenn IT und Speicher grün werden. Presse-Roundtable, Hitachi Data Systems, München, 14. 6. 2007 (Aebischer 2007/2)
- Fachdialog „Zukunftsmarkt ‚grüne‘ Rechenzentren“, BMU, Berlin, 3. 7. 2007 <http://www.borderstep.de/details.php?menu=22&subid=23&projektid=110&le=de> (Aebischer, 2007/4)
- Meeting on EU Code of Conduct for Data Centers, IEA, Paris, 2 July 2007 (chapitre 5.3)

### 5.1 Activités en Suisse

Quelque temps après notre présentation devant les opérateurs des grands centres de calcul (ERFA RZ) mentionnée dans le chapitre 2, ce groupe à été mandaté par les entreprises propriétaires de ces centres de calcul pour évaluer les potentiels d'économies d'énergie dans les centres de calcul et pour informer les acteurs (personnes/organisations) pouvant influencer la consommation d'énergie dans ces centres en prenant des mesures lors de la commande / lors de l'achat d'équipements TIC, lors de l'exploitation des centres et lors de la planification du renouvellement des installations techniques. Ces activités sont à communiquer et à coordonner avec les représentants des entreprises au sein du "Grossverbrauchermodell" du canton de Zurich. Les économies d'énergie réalisées sont comptabilisées dans le total des économies d'énergie des entreprises et peuvent ainsi contribuer à atteindre le but défini lors des accords volontaires conclus entre ces entreprises et les autorités cantonales. Le "Grossverbrauchermodell" est un sous-groupe de l'Agence de l'énergie pour l'économie (AEnEC) et les améliorations de l'efficacité énergétique comptabilisées pour les entreprises dans le cadre du "Grossverbrauchermodell" sont également comptabilisées dans les accords avec les autorités suisses conclus dans le cadre du programme de l'AEnEC.

Comme mesure de l'efficacité énergétique le "Grossverbrauchermodell" prévoit d'utiliser le coefficient K utilisé par le groupement ERFA RZ dans les années 90 (Aebischer et al., 2003/2, Figure 3-9). C'est le coefficient C1 proposé à Genève. Dans le cadre du "Grossverbrauchermodell" le coefficient K est déterminé deux fois par an en mesurant les puissances électriques instantanées. C'est une mesure facile à faire et qui donne une première indication de l'efficacité de l'infrastructure centrale pour les centres individuels. Mais ce n'est pas une mesure assez fine pour un "benchmarking" ou comme point de départ pour une analyse énergétique pour identifier des stratégies ou des mesures pour améliorer l'efficacité énergétique.

L'indicateur K devrait à notre avis être amélioré dans deux directions:

1. mesure de l'énergie et non de la puissance instantanée
2. mesure selon un concept de mesure assez détaillé, p. ex. celui décrit dans Aebischer et al. (2003/2, section 4.2.3 Measuring concept of C1 in data centres).

Une mesure de la consommation d'énergie mensuelle permet d'étudier grossièrement la dépendance de l'efficacité énergétique à la température moyenne extérieure et de quantifier les économies d'énergie grâce au "free cooling" (grâce à l'utilisation des "energy economizers") (Figure 8).

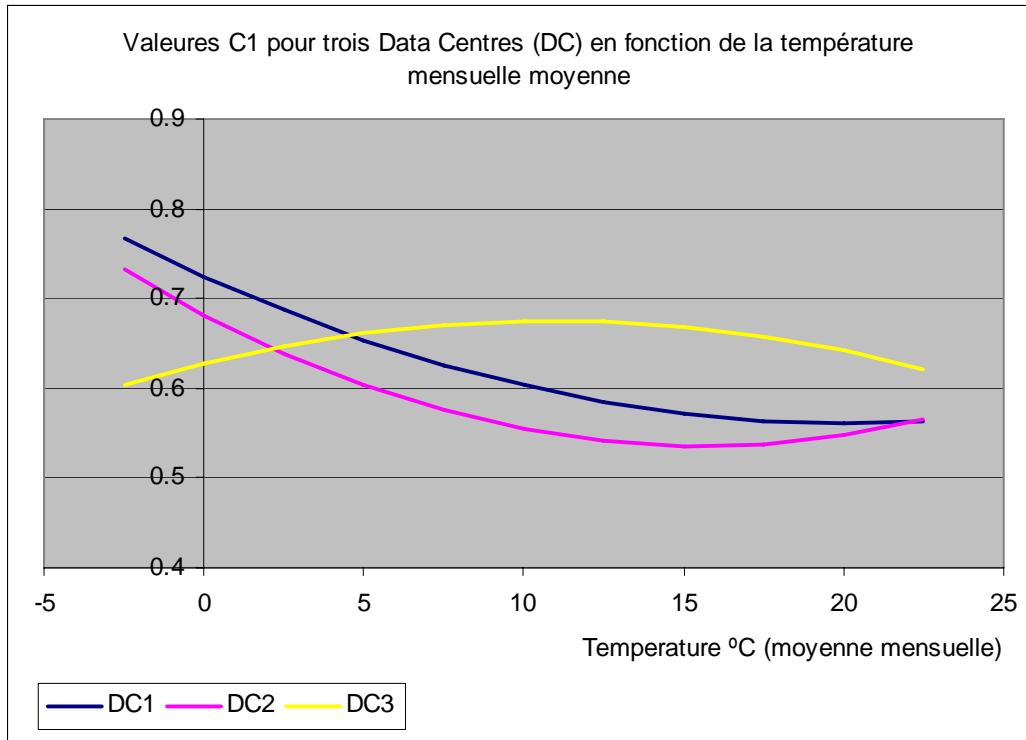


Figure 8: Indicateur C1 de l'efficacité énergétique de l'infrastructure centrale de trois data centres en fonction de la moyenne mensuelle de la température extérieure (Bänninger, 2007)

Les mesures effectuées selon le concept élaboré pour Genève permettent de définir d'autres indicateurs décrivant l'efficacité de sous-systèmes de data centres, par exemple le rapport entre l'énergie pour la production de froid et pour les pompes et les ventilateurs pour évacuer la chaleur et l'énergie totale.

La SICC (Société Suisse des Ingénieurs en chauffage et climatisation [www.swki.ch](http://www.swki.ch)) est en train d'élaborer la directive RE 102-01 "refroidissement de locaux TIC". Et dans ce contexte elle propose aussi des valeurs cibles pour le rapport électricité utilisée pour le refroidissement des locaux TIC et électricité totale et des valeurs cibles partielles pour la production de froid, pour le transport de l'air et pour le transport de froid (pompes) (Altenburger, 2007).

## 5.2 Activités aux Etats-Unis

Le 20 décembre 2006 le US-Congress (the House of Representatives and the Senate). a voté une loi (bill) pour étudier et promouvoir l'efficacité énergétique des serveurs et data centers: la H.R.5646 [http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=109\\_cong\\_bills&docid=f:h5646eh.txt.pdf](http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=109_cong_bills&docid=f:h5646eh.txt.pdf), respectivement la loi publique 109-431 [http://www.energystar.gov/ia/products/downloads/Public\\_Law109-431.pdf](http://www.energystar.gov/ia/products/downloads/Public_Law109-431.pdf). Quatre groupes de travail ont été constitués: équipements TIC, infrastructure pour l'alimentation électrique et pour le refroidissement, planning/design intégral et exploitation/management, incitations et programmes volontaires, et le 3 août 2007 le U.S. EPA ENERGY STAR Program a publié le rapport final (EPA, 2007/1).

Ce rapport est à notre connaissance/jugement le premier rapport depuis celui délivré en 2003 au Canton de Genève qui traite l'ensemble des aspects liés à l'utilisation de l'énergie dans les data centres. Certains des



résultats ont déjà été utilisés dans ce présent rapport: Figures 5 et 7 par exemple. EPA a présenté ce rapport en soulignant les résultats suivants:

- *Data centers consumed about 60 billion kilowatt-hours (kWh) in 2006, roughly 1.5 percent of total U.S. electricity consumption.*
- *The energy consumption of servers and data centers has doubled in the past five years and is expected to almost double again in the next five years to more than 100 billion kWh, costing about \$7.4 billion annually.*
- *Federal servers and data centers alone account for approximately 6 billion kWh (10 percent) of this electricity use, at a total electricity cost of about \$450 million per year.*
- *Existing technologies and strategies could reduce typical server energy use by an estimated 25 percent, with even greater energy savings possible with advanced technologies.*

Ce rapport contient différents éléments intéressants et importants pour les activités/projets à Genève:

- Le chapitre 3 traite les potentiels d'économie d'énergie. Les auteurs distinguent entre les améliorations de l'efficacité énergétique que l'on peut attendre sans efforts additionnels: continuation de la tendance dans le passé, et les économies possibles grâce à des mesures et efforts supplémentaires. Le Tableau 1 montre les valeurs des indicateurs<sup>3</sup> de l'efficacité énergétique de l'infrastructure centrale pour différents scénarios caractérisés par des mesures techniques et organisationnelles au niveau des équipements TIC et de l'infrastructure centrale. Pour différentes raisons ces valeurs ne peuvent pas être utilisées telles quelles pour Genève. En effet, ces indicateurs dépendent des conditions climatiques<sup>4</sup> (Figure 8) et des hypothèses quant aux pratiques actuelles. Ces pratiques peuvent être très différentes en Suisse/Europe et aux Etats-Unis. L'utilisation du "free cooling" p. ex. n'est considérée ici que dans les scénarios "best practice" et "state of the art". Mais ces considérations confirment les résultats de l'étude pour Genève de 2003, à savoir que les potentiels d'économies d'énergie sont importants. Le Tableau 1 indique aussi que l'efficacité énergétique peut dépendre du type de data centre. C'est un aspect qui n'a pas été considéré jusqu'à présent dans les études pour Genève. C'est aussi une indication pour la complexité du système data centre et un avertissement pour les préconisateurs de l'introduction immédiate d'un standard technique contraignant pour l'ensemble des data centres.

scenario	historical trend	current effic. trend	improved operatin	best practice		state of the art		
				rooms/clo sets	data centres	rooms/clo sets	localized, mid-tier d.c.	entreprise class d.c.
PUE=1/C1	2	1.9	1.7	1.7	1.5	1.7	1.5	1.4
DCE=C1	0.50	0.53	0.59	0.59	0.67	0.59	0.67	0.71

Tableau 1: Indicateurs de l'efficacité énergétique de l'infrastructure centrale pour les cinq scénarios considérés (source: EPA, 2007/1, pages 47 et 53)

- Dans ce même chapitre 3, la Figure 3-4 (Figure 5 dans le présent rapport) met en évidence les économies d'électricité (en valeurs absolues) théoriquement réalisables entre 2006 et 2011. Pour deux raisons des économies extraordinaires allant jusqu'à 70% sont possibles en si peu de temps: d'une part les améliorations techniques et organisationnelles sont très importantes et d'autre part la durée d'utilisation (temps de vie) des équipements TIC est très courte, de l'ordre de trois ans.
- Egalement intéressant pour Genève est la discussion dans les chapitres 7 et 8 des mesures et instruments politiques envisageables dans le domaine des data centres. Mais cette discussion reste plus ou moins au niveau des mesures/instruments individuelles. La question de savoir comment

<sup>3</sup> PMU (power usage effectiveness) = 1 / C1; DCE (data center efficiency) = 1/PMU = C1

<sup>4</sup> La figure 8 montre que C1 peut dépendre beaucoup de la température extérieure. Les valeurs cibles pour Genève sont valable pour des conditions climatiques de Genève. Pour un climat plus chaud comme à beaucoup d'endroits aux Etats-Unis ces valeurs devraient probablement être diminué pour tenir compte du potentiel réduit du "free cooling". Des simulations de la demande d'énergie pour le refroidissement d'un Data Centre en fonction des conditions climatiques seraient nécessaires pour quantifier l'effet. Une estimation grossière à l'aide des données utilisées pour les courbes de la Figure 8 donne une variation de C1 pour une variation d'un degré °C de -(0.01 – 0.02 ???) (pour T\_moyen mensuel < 10 °C environ)

cette multitude de mesures/instruments peut être combinée pour former un programme politique efficace est à peine abordée.

- Le chapitre 7.1 présentant les barrières les plus importantes pour une utilisation plus efficace de l'énergie dans les data centres est un excellent point de départ pour réfléchir à un tel programme.

Le 26 février 2007 la fondation de The Green Grid [www.thegreengrid.org](http://www.thegreengrid.org), un groupement des industries TIC, a été annoncée aux médias: [http://www.thegreengrid.org/news/press\\_kit/Launch\\_Release.pdf](http://www.thegreengrid.org/news/press_kit/Launch_Release.pdf). Le but de ce groupement est la préparation de recommandations acceptées par l'ensemble de l'industrie TIC concernant les "best practice", soit les méthodes de mesure et les technologies qui permettent d'améliorer l'efficacité énergétique des data centres. Les premières recommandations ont été publiées très rapidement: Green Grid (2007/1, 2007/2, 2007/3). Les deux premiers documents présentent des mesures d'économie d'énergie et le troisième propose des indicateurs pour mesurer l'efficacité énergétique. Les indicateurs principaux, "Datacenter Efficiency" (DCE) et "Power Usage Effectiveness" (PUE) sont identiques à C1 et au réciproque de C1: 1/C1. Les activités principales et les résultats prévus pour 2007 sont décrits dans le communiqué de presse paru le 7 août 2007:

[http://www.thegreengrid.org/news/press\\_kit/Technical\\_Roadmap\\_Press\\_Release\\_FINAL.pdf](http://www.thegreengrid.org/news/press_kit/Technical_Roadmap_Press_Release_FINAL.pdf). Plus de détails se trouvent dans la présentation de John Tuccillo (2007). The Green Grid est aujourd'hui un groupement global avec la participation de plusieurs acteurs européens. The Green Grid participe aux travaux préparatoires pour un Code of Conduct (chapitre 5.3).

L'initiative "Climate Savers Computing Initiative" menée par Google et Intel (<http://www.vnunet.com/computing/news/2191959/suppliers-launch-green>) qui a eu un grand écho dans les médias vise en premier lieu une diminution des pertes dans les transformations du courant électrique. Ils proposent des alimentations électriques plus efficaces pour les serveurs et autres équipements TIC. Des initiatives dans cette même direction ont déjà été prises en 2003 par les autorités en Californie (State of California, 2003) et en particulier par la California Energy Commission <http://www.energy.ca.gov/appliances/index.html>, <http://www.energy.ca.gov/pier/portfolio/Content/Buildings%20Completed%20in%202006/Power%20Supplies%20Efficiency.htm>. L'auteur du présent rapport a contribué (cf. [http://www.efficientpowersupplies.org/research\\_older.asp](http://www.efficientpowersupplies.org/research_older.asp)) aux résultats de ces recherches financées par l'OFEN. Le support de ces importants acheteurs/utilisateurs d'alimentations électriques (Google et Intel) est un bon pas en avant vers une réelle transformation du marché dans le domaine des alimentations électriques.

### 5.3 Activités de l'Union Européenne

Début 2007, le Centre commun de recherche de l'Union Européenne <http://www.jrc.ec.europa.eu/> a pris l'initiative de discuter l'opportunité et la faisabilité d'un "Code of Conduct" pour les data centres. Un Code of Conduct (CoC) est un accord volontaire entre la Commission Européenne et les fabricants (et éventuellement d'autres acteurs) d'un équipement consommateur d'énergie en vue d'améliorer l'efficacité énergétique de ces équipements. Des exemples sont documentés sur le website "EU Stand-by Initiative" [http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby\\_initiative.htm](http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby_initiative.htm):

- Code of Conduct for Digital TV Services
- Code of Conduct on Energy Consumption of Broadband Communication Equipment
- Code of Conduct on Efficiency of External Power Supplies
- Code of Conduct on AC Uninterruptible Power Systems (UPS)

L'initiative pour un code of conduct (CoC) pour des data centres a débuté par un "kick-off meeting" à Londres le 1er mars 2007. Je n'ai pas pu y participer, mais j'ai pu envoyer une présentation discutant de l'approche proposée pour Genève. Lors de la deuxième réunion à Paris (cf. [http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby\\_initiative\\_data%20centers.htm](http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby_initiative_data%20centers.htm)), j'ai eu l'occasion de présenter une approche qui consiste à séparer les équipements TIC et l'infrastructure centrale (Aebischer, 2007/3):

- Pour les équipements TIC un CoC avec les fabricants de ces équipements nous semble envisageable. Un tel CoC pourrait être combiné avec un label de qualité, p. ex. avec le Label EnergyStar et ainsi servir comme un des critères de choix lors de l'achat de ces équipements. Et ce label pourrait même devenir un standard obligatoire au niveau d'une organisation, d'un pays voire d'une région comme le canton de Genève.

- Pour l'infrastructure centrale (ou pour tout le système "data centre") l'approche CoC n'est à notre avis pas réaliste. En effet, comment intégrer les dizaines, voir les centaines de milliers de data centres dans un tel exercice? Nous avons donc proposé d'appliquer l'approche genevoise avec l'indicateur C1 pour mesurer l'efficacité énergétique. Cet indicateur serait l'élément de base d'un accord volontaire ou d'un standard contraignant au niveau d'un pays ou d'une région. Des indicateurs pour mesurer l'efficacité énergétique des sous-systèmes tels que la production du froid devraient compléter l'indicateur C1.
- Finalement, nous proposons que des grands opérateurs de beaucoup de data centres soient incités à réaliser des data centres "best practice" pouvant servir comme guide pour l'assemblage des différents composants dans le système "data centre".

Cette proposition était en général bien reçue, surtout par les représentants du "Green Grid" et du LBNL. Le représentant de Intel critiquait la proposition de définir l'indicateur C1 à l'aide de mesures énergétiques et non de mesures ponctuelles des puissances électriques. Par la suite, j'ai été invité à participer aux travaux du "metric group" et j'ai proposé le concept de mesure développé pour le canton de Genève (Aebischer, 2003/2, chapitre 4.2.3, p. 23). Un rapport interne, paru après la séance de Paris, confirme la concordance entre l'approche genevoise et celle prévue au niveau européen: "As far as practical, all data centre owners and operators should initially report and monitor energy consumption using the Green Grid definition of data centre efficiency (DCE)". En effet, l'indicateur DCE, définie par le Green Grid, est identique à l'indicateur C1 (voir section 5.2). La prochaine réunion aura lieu début octobre à Francfort ou mi-novembre à Londres.

## 6. Conclusions pour Genève

La mise à jour de l'étude genevoise (Aebischer et al., 2003/2) comporte deux volets:

1. Examen et synthèse de la littérature et des développements techniques pertinents.
2. Identification, d'une part, de l'intention de l'Agence de l'énergie pour l'économie (AEnEC) et du "Grossverbrauchermodell Zürich" d'appliquer le concept de l'étude genevoise et, d'autre part, de l'intention des opérateurs des grands centres de calcul en Suisse (ERFA RZ) de définir une mesure de l'efficacité énergétique des centres de calcul et de quantifier des valeurs cibles.

Les conclusions et les recommandations de 2003 restent valables, notamment la recommandation d'utiliser le coefficient C1 comme indicateur pour l'efficacité énergétique de l'infrastructure centrale. De part le fait que les mesures empiriques de C1 soient très rares encore et que la faisabilité, l'efficacité et le coût des mesures pour améliorer C1 n'ont à peine été évaluées en pratique, nous sommes de l'avis que les valeurs proposées pour C1 (0.65 pour les nouveaux centres et 0.55 pour les data centres existants) devraient être appliquées d'une manière flexible. Un ajustement à de nouvelles connaissances et une différenciation selon une typologie de data centres devrait être possible sans longue procédure législative ou politique. Nous favorisons une approche volontaire avec des valeurs cibles complétée par des standards techniques pour des sous-systèmes tels que la production du froid, par exemple la directive de la SICC (Altenburger, 2007). Ces standards techniques pourraient entrer en jeu si un data centre n'atteint pas les valeurs cibles.

Une coordination avec des approches similaires en voie de développement au sein de "Grossverbrauchermodell Zürich / AEnEC" et du "Code of Conduct" de l'Union Européen devrait être considérée.

En ce qui concerne les équipements TIC, les activités en cours en Suisse, en Europe et aux Etats-Unis peuvent rendre possible une intervention également au niveau des équipements TIC. Des labels de qualité (par exemple pour les serveurs et/ou pour les alimentations) ou des déclarations de l'efficacité énergétique (par exemple pour les alimentations sans interruption, ASI, (Schnyder, 2002, p. 3)) peuvent être utilisées pour des recommandations lors de l'achat des équipements ou même pour une sélection des équipements autorisés sur le marché. Ainsi la fonction initialement attribuée au coefficient c2 pourrait au moins partiellement être réalisé.

Basé sur les résultats des multiples activités en cours, un programme de formation pour maîtres d'ouvrage, planificateurs, opérateurs et utilisateurs/clients de data centres devrait être initialisé/développé en collaboration avec les industries, les activités économiques concernées et les programmes d'énergie au niveau national.

## Références et littérature

Aebischer B. et J. Roturier, 2007. Infrastructures de la Société de l'Information: un gigantesque défi énergétique. A paraître en automne 2007 dans la collection "énergie, environnement et société" du CUEPE, Université de Genève.

Aebischer, 2007/4. Energieverbrauch und Energieeffizienz von Rechenzentren – Entwicklungen und Messkonzepte. Präsentation am Fachdialog „Zukunftsmarkt ‚grüne‘ Rechenzentren“, BMU, Berlin, 3. 7. 2007 <http://www.borderstep.de/pdf/Aebischer.pdf>

Aebischer, 2007/3. How to Measure and Foster Energy Efficiency in Data Centres? Ongoing work in Switzerland. Präsentation am Meeting on EU Code of Conduct for Data Centres, IEA, Paris, 2. 7. 2007 [http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/pdf/Data%20Centers%203%20july2007/Aebischer\\_Paris\\_2-7-07.pdf](http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/pdf/Data%20Centers%203%20july2007/Aebischer_Paris_2-7-07.pdf)

Aebischer, 2007/2. Rechenzentren als Energiefresser? Energieverbrauch und Energieeffizienz. Präsentation am Presse-Roundtable „Wenn IT und Speicher grün werden“, Hitachi Data Systems, München, 14. 6. 2007

Aebischer, 2007/1. Energieverbrauch und Energieeffizienz in Rechenzentren. Präsentation am 4. Rechenzentrum-Thementag der IBM Schweiz, 25. April [http://www-05.ibm.com/ch/events/greenitpower/pdf/aebischer\\_rz\\_day\\_2007.pdf](http://www-05.ibm.com/ch/events/greenitpower/pdf/aebischer_rz_day_2007.pdf) (<http://www.ethlife.ethz.ch/articles/tages/GruenesRZ.html>)

Aebischer B., Eubank H. and Tschudi W. (2004). Energy Efficiency Indicators for Data Centers, Proceedings of the International Conference on "Improving Energy Efficiency in Commercial Buildings, IE ECB'04", Frankfurt, 21 – 22 April. [http://www.cepe.ch/download/staff/bernard/Aebischer\\_IEECB04\\_final.pdf](http://www.cepe.ch/download/staff/bernard/Aebischer_IEECB04_final.pdf)

Aebischer B., 2004/2. Energy Efficiency Indicators for Data Centers. Presentation at the International Conference on "Improving Energy Efficiency in Commercial Buildings, IE ECB'04", Frankfurt, 21 – 22 April

Aebischer B., M.A. Balmer, S. Kinney, P. Le Strat, Y. Shibata, F. Varone, 2003/1. Energy efficiency indicators for high electric-load buildings Proceedings ECEEE 2003 Summer Study "Time to turn down energy demand - Energy intelligent solutions for climate, security and sustainable development", 2-7 June 2003, St Raphael/France [http://www.eceee.org/conference\\_proceedings/eceee/2003c/Panel\\_2/2147aebischer/](http://www.eceee.org/conference_proceedings/eceee/2003c/Panel_2/2147aebischer/)

Aebischer B., R. Frischknecht, Ch. Genoud, A. Huser, F. Varone, 2003/2. Energy- and Eco-Efficiency of Data Centres. Report commissioned by the Canton of Geneva, Geneva, Switzerland [http://www.cepe.ch/research/projects/datacentres/data\\_centres\\_final\\_report\\_05012003.pdf](http://www.cepe.ch/research/projects/datacentres/data_centres_final_report_05012003.pdf)

Aebischer B., 2003/3. Energy- and Eco-Efficiency of Data Centres. Past Activities and Future Plans in Geneva. Presentation at RMI Data Center Charrette, San José, Ca., USA, February 2-5

Aebischer B. 2003/4. Energy Efficiency Indicators for High Electric-Load Buildings. Presentation at LBNL, Environmental Energy Technology Division, Seminar, February 6

Aebischer B., 2003/5. Low-Power Data Centers. A Rocky Mountain Institute Design Charrette. Rapport succinct à l'intention des DIAE/ScanE du Canton de Genève. Zürich, Mars

Aebischer B., R. Frischknecht, Ch. Genoud, A. Huser, F. Varone, 2002, Energy Efficiency Indicator for High Electric-Load Buildings, The Case of Data Centres. Proceedings of the IE ECB 2002. 2nd International Conference on Improving Electricity Efficiency in Commercial Buildings, Ademe (Ed.), Nice, France, 27-29 May 2002 [http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer\\_Datacentres\\_IEECB\\_preprint.pdf](http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_Datacentres_IEECB_preprint.pdf)

Altenburger A., 2007. Richtlinienarbeit SWKI. Präsentation sur invitation du Trend Watch Group "Energie- und IT". 9 mai, Zurich

Altenburger A., 2005. Energieeffizientes Kühlen von IT-Räumen – auch ökonomisch interessant. Merkblatt für Fachleute der HLK-Planung und IT-Betreiber. Zürich, Januar [http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2005/merkblatt\\_effizientes\\_kuehlen\\_von-it-raeumen-mit-anhang-c.pdf](http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2005/merkblatt_effizientes_kuehlen_von-it-raeumen-mit-anhang-c.pdf)

- Altenburger A., 2004/2. Energieeffizientes Kühlen von IT-Räumen. BFE Programm Elektrizität. Dezember, Zürich [http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2005/sb04\\_it-raeume\\_aw-b.pdf](http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2005/sb04_it-raeume_aw-b.pdf)
- Altenburger A., 2004/1. 26°C in EDV-Räumen – eine Temperatur ohne Risiko. Merkblatt für Fachleute der HLK-Planung und EDV-Betreiber (aktualisierte Neuauflage). Zürich, Juni <http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2004/26-grad-it-raum-3-22-7-04.pdf>
- Amstein+Walthert, 2005. New Design Datacenter. Kundenzeitschrift z.B. Nr. 30. Zürich <http://www.amstein-walthert.ch/seiten/publikationen/publikationen.html>
- ASHRAE, 2005. Datacom Equipment Power Trends and Cooling Applications. Atlanta , GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.
- Bänninger M., 2007. Communication basée sur des observations en 2006. Zürich, août
- Corliano A., 2007. Energy consumption of mobile communication. Project description. May 14
- EPA, 2007/1. Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency. Public Law 109-431. U.S. Environmental Protection Agency. ENERGY STAR Program. Washington, August [http://www.energystar.gov/ia/partners/prod\\_development/downloads/EPA\\_Datacenter\\_Report\\_Congress\\_Final1.pdf](http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/EPA_Datacenter_Report_Congress_Final1.pdf)
- EPA, 2007/2. EPA REPORT TO CONGRESS ON SERVER AND DATA CENTER ENERGY EFFICIENCY. APPENDICES. U.S. Environmental Protection Agency. ENERGY STAR Program. Washington, August [http://www.energystar.gov/ia/partners/prod\\_development/downloads/EPA\\_Datacenter\\_Report\\_Final\\_Appendices.pdf](http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/EPA_Datacenter_Report_Final_Appendices.pdf)
- Eubank H., Aebischer B., Lewis M. et al. (2004). High Performance Data Centers, Proceedings of the International Conference on "Improving Energy Efficiency in Commercial Buildings IEECB'04", Frankfurt, 21 - 22 April. [http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer\\_EUBANK\\_RMI.pdf](http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_EUBANK_RMI.pdf)
- Green Grid, 2007/1. The Green Grid Opportunity. DECREASING DATACENTER AND OTHER IT ENERGY USAGE PATTERNS, February 16 [http://www.thegreengrid.org/gg\\_content/Green\\_Grid\\_Position\\_WP.pdf](http://www.thegreengrid.org/gg_content/Green_Grid_Position_WP.pdf)
- Green Grid, 2007/2. Guidelines for Energy-Efficient Datacenters, February 16 [http://www.thegreengrid.org/gg\\_content/Green\\_Grid\\_Guidelines\\_WP.pdf](http://www.thegreengrid.org/gg_content/Green_Grid_Guidelines_WP.pdf)
- Green Grid, 2007/3. GREEN GRID METRICS: Describing Datacenter Power Efficiency, Technical Committee White Paper, February 20 [http://www.thegreengrid.org/gg\\_content/Green\\_Grid\\_Metrics\\_WP.pdf](http://www.thegreengrid.org/gg_content/Green_Grid_Metrics_WP.pdf)
- Grieder T., 2006/4. KÜHLUNG VON EDV-RÄUMEN IN KMU BETRIEBEN Messbericht einer Demoanlage. Niederrohrdorf, September [http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2006/sb06-encontrol-kuehlung-auswertung\\_demoanlage.pdf](http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2006/sb06-encontrol-kuehlung-auswertung_demoanlage.pdf)
- Grieder T., 2006/3. Refroidissement de salles informatiques dans les PME. Directive pour les directeurs et les responsables de l'informatique des PME. Niederrohrdorf, Juni [http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2006/sb\\_merkblatt\\_kuehlung\\_v05a\\_f.pdf](http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2006/sb_merkblatt_kuehlung_v05a_f.pdf)
- Grieder T., 2006/2. Cooling of computer rooms in SME companies. Leaflet for company managers and computer managers in SME companies. Niederrohrdorf, Juni [http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2006/sb\\_merkblatt\\_kuehlung\\_v05a\\_e.pdf](http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2006/sb_merkblatt_kuehlung_v05a_e.pdf)
- Grieder T., 2006/1. Kühlung von EDV-Räumen in KMU-Betrieben. Merkblatt für Geschäftsführer und EDV-Verantwortliche in KMU-Betrieben. Niederrohrdorf, Juni [http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2006/sb\\_merkblatt\\_kuehlung\\_v05.pdf](http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2006/sb_merkblatt_kuehlung_v05.pdf)
- Koomey J.G., 2007. ESTIMATING TOTAL POWER CONSUMPTION BY SERVERS IN THE U.S. AND THE WORLD, Stanford/Berkeley <http://enterprise.amd.com/Downloads/svrpwrusecompletedefinal.pdf>

- Ligthart F., 2004. Saving energy in the ICT sector. Presentation at Cooling Buildings in a Warming Climate Conference, Sophia Antipolis, 21 June [http://www.iea.org/dbtw-wpd/Textbase/work/2004/cooling/Frans%20Ligthart\\_saving%20energy%20in%20ict.pdf](http://www.iea.org/dbtw-wpd/Textbase/work/2004/cooling/Frans%20Ligthart_saving%20energy%20in%20ict.pdf)
- Rasmussen N., 2006. Electrical Efficiency. Modeling of Data Centers. White Paper #113, American Power Conversion (APC) [http://www.biblioite.ethz.ch/downloads/NRAN-66CK3D\\_R1\\_EN.pdf](http://www.biblioite.ethz.ch/downloads/NRAN-66CK3D_R1_EN.pdf)
- RMI (edt.), 2003. Design Recommendations for High-Performance Data Centers, <http://www.rmi.org/store/pdetails31.php?x=1&pagePath=00000000,00000032,00000105>
- Schnyder Ingenieure, 2002. Label für USV-Anlagen. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie. Bern. [http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2003/mpbe004a\\_label%20fuer%20usv-anlagen.pdf](http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2003/mpbe004a_label%20fuer%20usv-anlagen.pdf)
- Shamshoian G. et al., 2005. High-Tech Means High-Efficiency: The Business Case for Energy Management in High-Tech Industries. LBNL, Berkeley [http://eetd.lbl.gov/emills/PUBS/PDF/HT\\_BusinessCase.pdf](http://eetd.lbl.gov/emills/PUBS/PDF/HT_BusinessCase.pdf)
- Souchon L. et al., 2007. Infrastructure of the information society and its energy demand. Proceedings eceee'07 summer study, La Colle sur Loup, France [http://www.eceee.org/conference\\_proceedings/eceee/2007/Panel\\_6/6.233/](http://www.eceee.org/conference_proceedings/eceee/2007/Panel_6/6.233/)
- State of California, 2003. ENERGY ACTION PLAN. [http://www.energy.ca.gov/energy\\_action\\_plan/2003-05-08\\_ACTION\\_PLAN.PDF](http://www.energy.ca.gov/energy_action_plan/2003-05-08_ACTION_PLAN.PDF)
- Tuccillo J., 2007. The Green Grid. Presentation at the Meeting on EU Code of Conduct for Data Centers, Paris, 2 July <http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/pdf/Data%20Centers%203%20july2007/The%20Green%20GrideuWEB.pdf>
- Tschudi W., 2007. LBNL Data Center Energy Efficiency Activities. Presentation. May 17 <http://hightech.lbl.gov/Presentations/May172007.pdf>