

mai 2004

Bilan des énergies du site de l'EPFL à Ecublens pour l'année 2003

zum Jahresbericht
vers le rapport annuel
verso il rapporto annuale
to the annual report

Domaine Immobilier et Infrastructures

Service des Constructions et d'Exploitation

EPFL - DII / SCE

Téléphone : +41-21 693 52 22

BS - Ecublens

Fax : +41-21 693 52 00

CH - 1015 Lausanne

Site Web : www.epfl.ch/dii



BILAN DES ENERGIES DU SITE DE L'EPFL À ÉCUBLENS ANNÉE 2003

- Système de production et distribution d'énergies de l'EPFL
- Flux des énergies en 2003
- Bilans annuels des énergies par bâtiment, année 2003
- Indices énergétiques
- Evolution de la consommation d'énergie au fil des années (1989 - 2003)



Ecublens, le 14 mai 2004

TABLE DES MATIERES

1. SYSTEME DE PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ENERGIES DE L'EPFL

- 1.1 Electricité
- 1.2 Chauffage
- 1.3 Production d'eau glacée pour le refroidissement des processus scientifiques et la climatisation

2. BILAN DES ENERGIES DU SITE DE L'EPFL A ECUBLENS EN 2003

- 2.1 Définitions et données de références
 - 2.1.1 Domaine considéré
 - 2.1.2 Energies et fluides utilisés
 - 2.1.3 Sources des données et références climatiques
 - 2.1.4 Surface de référence
 - 2.1.5 Interprétation des données, détermination des indices spécifiques
- 2.2 Production et distribution des énergies à l'EPFL
Flux des énergies pour l'année 2003
- 2.3 Consommation d'électricité et de chaleur pour les bâtiments EPFL en 2003
- 2.4 Bilans annuels de consommation d'électricité et de chauffage des bâtiments de l'EPFL en 2003

3. EVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ELECTRICITÉ ET DE CHALEUR DU SITE DE L'EPFL AU FIL DES ANNEES (1989 - 2003)

- 3.1 Consommation des énergies en valeur absolue et indices de consommations spécifiques (Surface brute et indice climatique - DJ)
- 3.2 Répartition de l'électricité et de la chaleur distribuées aux bâtiments
Evolution au fil des années / Surface brute totale du site EPFL
- 3.3 Répartition de l'électricité et de la chaleur distribuées aux bâtiments
Evolution au fil des années / Nombre d'étudiants, postgrades et doctorants

4. OPTIMISATION ENERGETIQUE DES BATIMENTS DE L'EPFL

Projets "OPEN" , "ENERGHO" , "RUMBA" pour un environnement durable

5. APPRECIATION GENERALE ET CONCLUSIONS

ANNEXES

- Annexe - A** Glossaire - Définition et explication des abréviations et termes utilisés dans ce rapport
- Annexe - B** Nomenclature des bâtiments de l'EPFL et plan de situation
- Annexe - C** Suivi énergétique de la Centrale de Chauffe par Thermopompes:
 - Signature énergétique de la chaleur produite et distribuée aux réseaux de chauffage de l'EPFL
 - Comparaison des saisons 2001-2002 et 2002-2003

1. SYSTEME DE PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ENERGIES DE L'EPFL

1.1 Electricité

L'EPFL est alimentée en électricité par le réseau à haute tension 50 kV de la région lausannoise. Le DII / SCE de l'EPFL est distributeur d'énergie électrique sur tout le site de l'Ecole.

Un poste de transformation 50/20 kV (STT) alimente en moyenne tension les bâtiments équipés de transformateurs 20/0.4 kV pour une distribution basse tension 400 V et 230 V aux utilisateurs.

1.2 Chauffage

Le concept de chauffage de l'EPFL est basé sur une production de chaleur à l'aide de 2 thermopompes (PAC) de 4.2 MW chacune utilisant, comme source froide, l'eau du lac Léman. La chaleur est produite à 50 °C, avec des stocks temporaires.

Deux groupes de couplage chaleur-force (CCF) assurent, d'une part, la production complémentaire de chaleur à moyenne température (65 °C) en récupérant l'énergie des gaz de combustion des deux turbines. D'autre part, ces 2 groupes produisent de l'électricité qui sert directement à l'entraînement des thermopompes, l'excédent étant réinjecté dans le réseau électrique de l'Ecole.

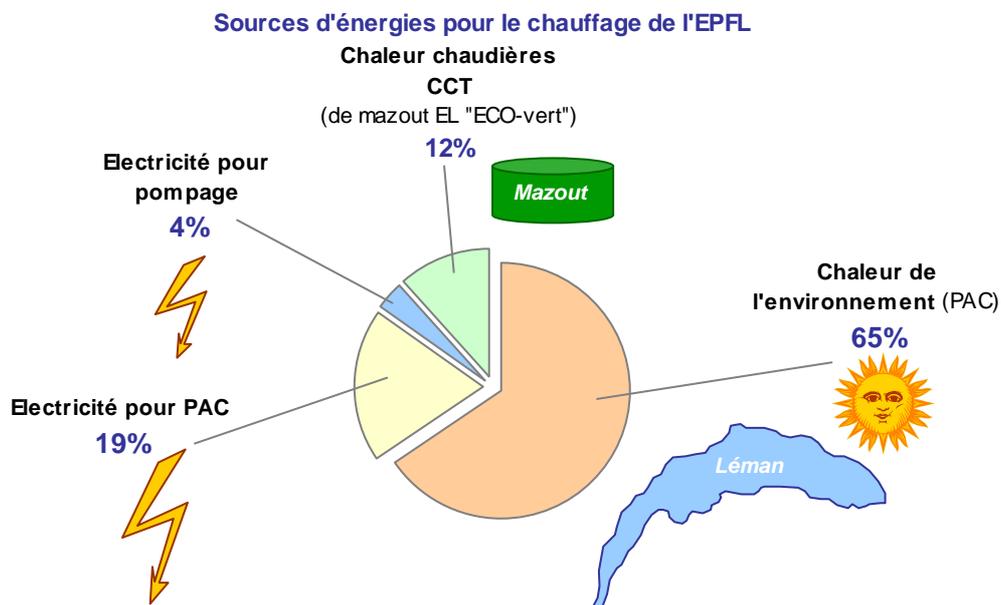
La puissance de chaque groupe est de 5.5 MW thermiques et 3 MW électriques.

Les turbines sont alimentées au mazout EL "ECO-vert". En 2000, elles ont été équipées d'un dispositif de réduction des oxydes d'azote (NO_x) dans les fumées, conformément aux exigences des normes OPair. Le résultat des analyses effectuées par le Service Cantonal de l'Environnement et de l'Energie démontre une réduction de 60% des rejets d'oxydes d'azote. Ces derniers sont 25% plus faibles que la limite Opair.

En ce qui concerne les performances moyennes du système ces dernières années, le 70% de la chaleur utilisée par les bâtiments de l'EPFL est une énergie renouvelable provenant du lac. La part de la chaleur produite par les turbines utilisant un combustible fossile est de l'ordre de 5%. Le coefficient de performance (COP) des thermopompes varie entre 4 et 5, soit 4.5 en moyenne sur l'année. En tenant compte de l'électricité pour le pompage de l'eau du lac, le COP global des thermopompes est de 3.7.

En 2003, compte tenu du climat rigoureux du mois de février durant lequel les turbines ont dû fournir un complément de chaleur important, la part du chauffage produite à base de combustible fossile a augmenté, de 5% en 2002 pour passer à 12% en 2003.

Durant cette année, les thermopompes ont été mises hors service pour la révision des compresseurs jusqu'au début du mois de novembre. La chaleur a donc dû être produite à partir du mazout.



Un descriptif détaillé de la Centrale Thermique EPFL (CCT, avec PAC et CCF) est disponible sur le Web à l'adresse suivante, en format .pdf à télécharger.

<http://sce.epfl.ch/sce/cct.html>

Gaz naturel

Le gaz naturel est peu utilisé à l'EPFL. Il sert aux applications scientifiques et assure le chauffage d'un pavillon. En tant que vecteur énergétique, il ne représente que le 1.8 % de la chaleur produite par la Centrale de Chauffage par Thermopompes.

1.3 Production d'eau glacée pour le refroidissement des processus scientifiques et la climatisation

La source de froid, utilisée pour le refroidissement des processus scientifiques et la climatisation, est de l'eau pompée dans les profondeurs du lac Léman à 6 ou 7°C. Elle est distribuée dans les bâtiments par l'intermédiaire d'un circuit d'eau industrielle.



Centrale de Chauffage par Thermopompes (CCT)
Production de chaleur avec 2 thermopompes (PAC)
et 2 groupes chaleur-force (CCF).
Distribution d'eau froide du lac Léman dans un réseau d'eau
industrielle à 7°C, pour le refroidissement des processus
scientifiques et la climatisation.

Station de pompage de l'eau du lac Léman
source de chaleur et de refroidissement (7°C)

(Capacité max. de pompage: 1'250 litres / sec)



Thermopompes de la Centrale CCT
assurant le chauffage du site de l'EPFL

(2 x 4.8 MW thermiques)

2.1 Définitions et données de références *(Abréviations et glossaire: voir annexe A)*

2.1.1 Domaine considéré

Les données présentées dans ce document se rapportent à la consommation des bâtiments de l'EPFL, sans considérer la consommation des tiers. (Triaudes, PSE, chantiers, etc.)
(Voir plan de situation à l'annexe B).

Les besoins énergétiques (électricité, chaleur et eau industrielle) pour les bâtiments de l'UNIL occupés par l'EPFL depuis 2002 (Bâtiments de Chimie - BCH, et Physique - BSP), ne sont pas pris en considération dans le présent bilan des énergies EPFL, ces immeubles restant sous administration et gestion technique des Services de l'UNIL (Etat de Vaud).

2.1.2 Energies et fluides utilisés

Electricité

Electricité provenant du réseau de distribution SIE à 50 kV.
Autoproduction par 2 groupes de couplage chaleur-force (CCF) entraînés par des turbines alimentées au mazout "ECO-vert".

Chaleur

Les 2 thermopompes (PAC) produisent la chaleur à 50°C pour le chauffage à basse température des bâtiments de la 2^{ème} étape de l'EPFL, ainsi que pour le chauffage de la 1^{ère} étape lorsque le climat n'est pas trop rigoureux.

Par temps plus froid, les groupes chaleur-force fournissent la chaleur complémentaire à 65°C dans le réseau de chauffage à moyenne température (1^{ère} étape).

Eau industrielle (EI)

Il s'agit de l'eau pompée au lac à la station de pompage (SPP) qui est surpressée à la Centrale de Chauffe par Thermopompes (CCT), puis distribuée dans les bâtiments de l'Ecole pour le refroidissement des processus scientifiques, informatiques et pour la climatisation.

Eau potable (EP)

Il s'agit de l'eau provenant du réseau de distribution des Services Industriels de Lausanne.
Elle est consommée par les installations sanitaires (WC, lavabos), ainsi que dans les laboratoires (consommation directe, eau adoucie ou déminéralisée).

2.1.3 Sources des données et références climatiques

Les données proviennent des compteurs d'énergie et d'eau utilisés pour la facturation (électricité achetée et distribuée dans les bâtiments, eau potable), ainsi que des compteurs utilisés pour les contrôles de la distribution de chaleur, d'eau potable et d'eau industrielle dans les bâtiments.

La référence climatique utilisée pour comparer les consommations totales de chaleur de ces dernières années est le "Degrés-Jour de chauffage" (DJ 12/20). Elle est publiée dans le bulletin météorologique de "Météo Suisse" pour la station de Pully/Lausanne.

2.1.4 Surface de référence

Les consommations spécifiques et indices énergétiques se rapportent à la surface de référence énergétique selon la recommandation SIA 180/4 "L'indice de dépense d'énergie". Il s'agit de la surface brute de plancher chauffé et climatisé.

2.1.5 Interprétation des données, détermination des indices spécifiques

Consommation de chaque bâtiment en valeur absolue

Les histogrammes représentent la consommation de chaleur ou d'électricité en valeur absolue. Cette représentation permet de repérer les plus gros consommateurs ou de situer la consommation d'un bâtiment par rapport aux autres bâtiments.

Par exemple, on peut dire que 10% de la consommation de chaleur du Bâtiment de Physique (Bâtiment + Halles) correspond environ à la consommation de chaleur de l'un des bâtiments de la 2^{ème} étape (EL-A ou INF ou MXE).

Dans les graphiques, certains bâtiments sont regroupés en une valeur commune, car les postes de comptage de la chaleur ou de l'électricité ne permettent pas de dissocier la part respective de chacun (p. ex.: Physique Bâtiment + Halles, Electricité D + E + Diagonale).

Indice énergétique des bâtiments

Les histogrammes représentent, par ordre décroissant, la consommation spécifique rapportée au m² de surface brute de plancher de chaque bâtiment.

On peut ainsi comparer la qualité énergétique des constructions de même typologie et de même affectation, par exemple: immeubles de bureaux, bâtiments voués à l'enseignement, laboratoires de recherche, etc.

L'indice énergétique est surtout significatif pour les bâtiments aux infrastructures traditionnelles, destinés aux bureaux, salles de cours, auditoriums, laboratoires sans charges électriques ou thermiques importantes.

L'indice énergétique des bâtiments comportant des processus électriques spéciaux puissants n'a plus de signification si on les compare à des bâtiments "standards". En effet, l'importance de la consommation n'a pas de rapport direct avec la surface des locaux.

Toutefois, la valeur calculée de l'indice pour les bâtiments avec processus spéciaux figure, pour information, de façon différenciée sur les graphiques généraux "électricité" et "chaleur" des bâtiments (pages 13 et 15).

Interprétation des graphiques dans l'optique de la gestion énergétique des bâtiments

L'appréhension des questions énergétiques nécessite d'intégrer à la fois la perception des données *en valeur absolue et en indice spécifique* (indice énergétique au m² de surface brute).

Par exemple, pour réaliser des économies de chauffage et d'électricité dans un parc immobilier, on interviendra prioritairement sur les bâtiments dont la consommation est importante, en partant du principe que le % d'économie réalisé représente plus de kWh.

On peut dire aussi qu'à priori, il est plus facile de faire des économies dans un bâtiment à fort indice énergétique que dans un bâtiment à faible indice énergétique.

Pour définir une stratégie d'amélioration des performances énergétiques, il faut donc tenir compte de ces deux indicateurs. Il faut également considérer d'autres paramètres techniques et économiques, tels que l'état de vétusté des équipements, les possibilités techniques d'interventions sur les réglages et les coûts d'investissement pour des travaux d'assainissement ou de remplacement des installations techniques.

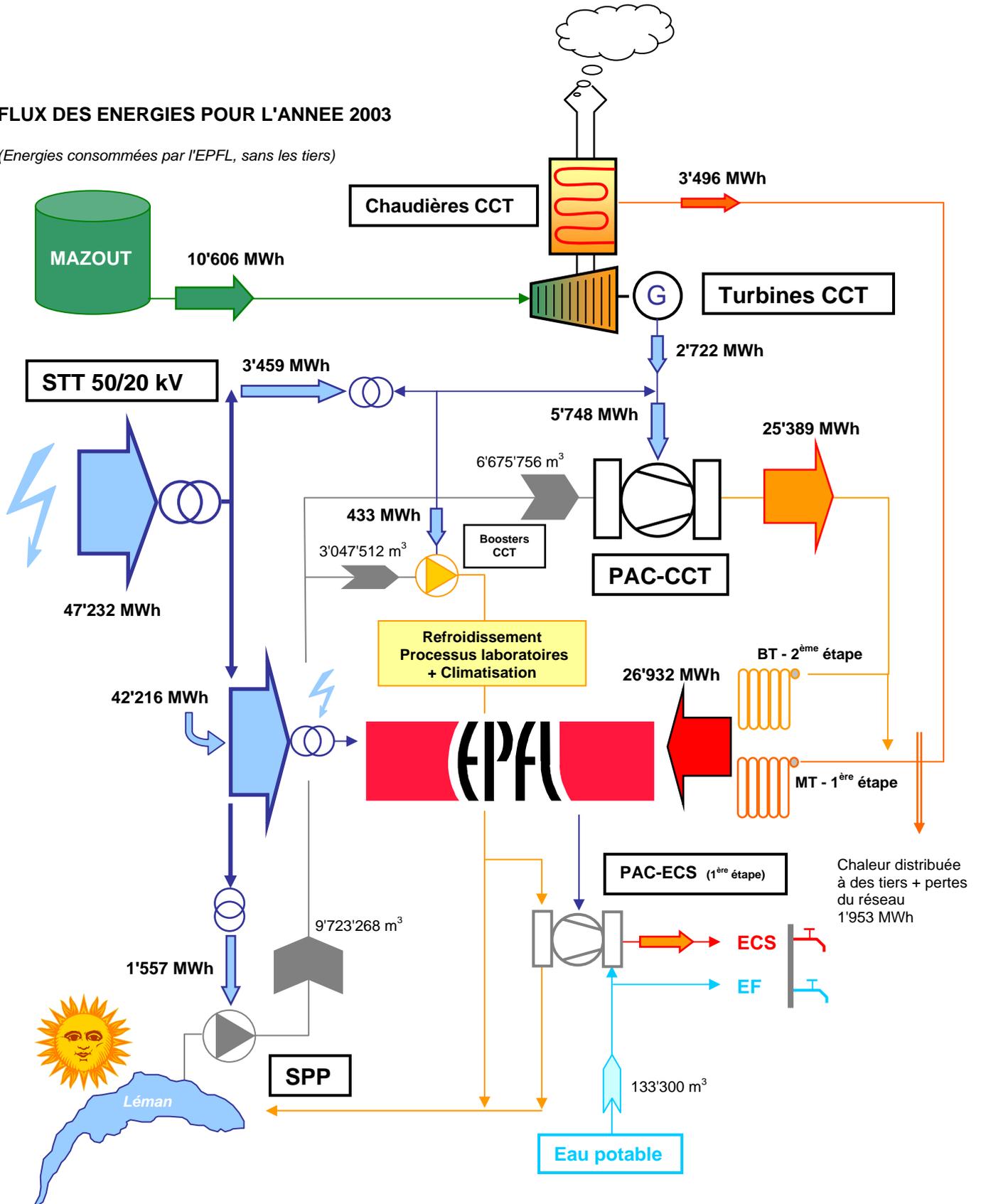
2.2 Production et distribution des énergies à l'EPFL Flux des énergies pour l'année 2003

- ▶ Schéma de la production et de la distribution des énergies
- ▶ Diagramme des flux d'énergies
- ▶ Part relative du chauffage et de l'électricité consommés par les bâtiments du site
- ▶ Tableau résumé des quantités d'énergies et d'eau, tendances pour l'année 2003

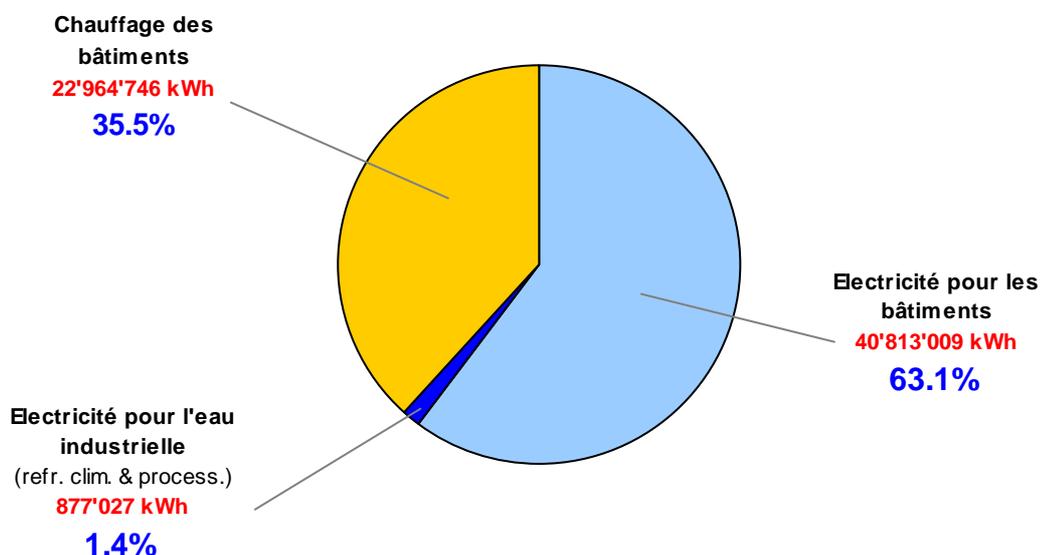
PRODUCTION ET DISTRIBUTION DES ENERGIES ET FLUIDES A L'EPFL

FLUX DES ENERGIES POUR L'ANNEE 2003

(Energies consommées par l'EPFL, sans les tiers)



2.3 Consommation d'électricité et de chaleur pour les bâtiments EPFL en 2003



(Les valeurs concernent la consommation propre à l' EPFL)

Energies primaires et eau

Consommation en 2003

Electricité provenant du réseau 50 kV SIE	47'232'000 kWh
Mazout pour les turbines de la CCT (énergie du mazout au PCi) (production de chaleur et d'électricité)	10'606'000 kWh (890.9 tonnes)
Gaz pour chauffage Pavillon A-B-C (énergie du gaz au PCs)	360'923 kWh
Gaz pour les applications scientifiques	155'657 kWh
Eau industrielle pompée au lac pour PAC-CCT et refroidissement processus scientifiques + climatisation	9'723'268 m ³
Eau potable pour installations sanitaires et eau déminéralisée pour processus scientifiques	133'300 m ³

Tendances pour l'année 2003

Evolution de la consommation d'électricité (évolution des consommations au fil des années: voir tableau de la page 17)

Rapportée à la surface brute, la consommation électrique totale des bâtiments est restée stable, malgré la contribution au bilan énergétique de certains équipements scientifiques, gros consommateurs.

Le développement progressif des activités scientifiques dans les nouveaux laboratoires des bâtiments des Sciences de la Vie (AI et Animalerie) engendre une augmentation de la consommation électrique.

Ces bâtiments comportent des appareils électriques importants, tels que chaudières à vapeur, autoclaves à stérilisation et infrastructures de ventilation à haut débit d'air.

Evolution de la consommation de mazout pour les groupes chaleur-force de la CCT

On constate en 2003 un doublement de la consommation de mazout extra-léger pour les groupes chaleur-force (CCF), par rapport aux années précédentes.

Le mazout consommé par les groupes CCF sert notamment à fournir la chaleur et la puissance complémentaires à celles des thermopompes lorsqu'il fait froid. Ceci a été le cas durant le mois de février, particulièrement froid en 2003.

De plus, les deux thermopompes ont été mises hors service durant l'été et jusqu'à mi-novembre, pour une révision complète des compresseurs. Durant ce début de saison de chauffage, ce sont les groupes CCF qui ont fourni la chaleur à partir du mazout.

Evolution de la chaleur distribuée par la Centrale Thermique CCT aux bâtiments

La quantité de chaleur distribuée aux bâtiments EPFL, ainsi qu'aux tiers, a augmenté de 13% par rapport à 2002. Le climat plus rigoureux en 2003, comparé à 2002, représente la même proportion.

Globalement, on constate donc une stabilité de la quantité de chaleur produite par la CCT et distribuée dans le réseau de chauffage à distance du site de l'EPFL, ceci à climat comparable.

Il n'y a pas eu d'augmentation notable de la surface chauffée en 2003. Le bâtiment "Odyssea", propriété de Swisscom au début de l'année, a été réaménagé ce printemps par l'EPFL qui en est devenue propriétaire.

Sa consommation énergétique a donc passé du décompte des tiers au bilan énergétique 2003 de l'EPFL.

Evolution de la consommation de gaz pour le chauffage du Pavillon A et des processus scientifiques

La consommation de gaz a baissé de 15% en 2003, par rapport à l'année précédente.

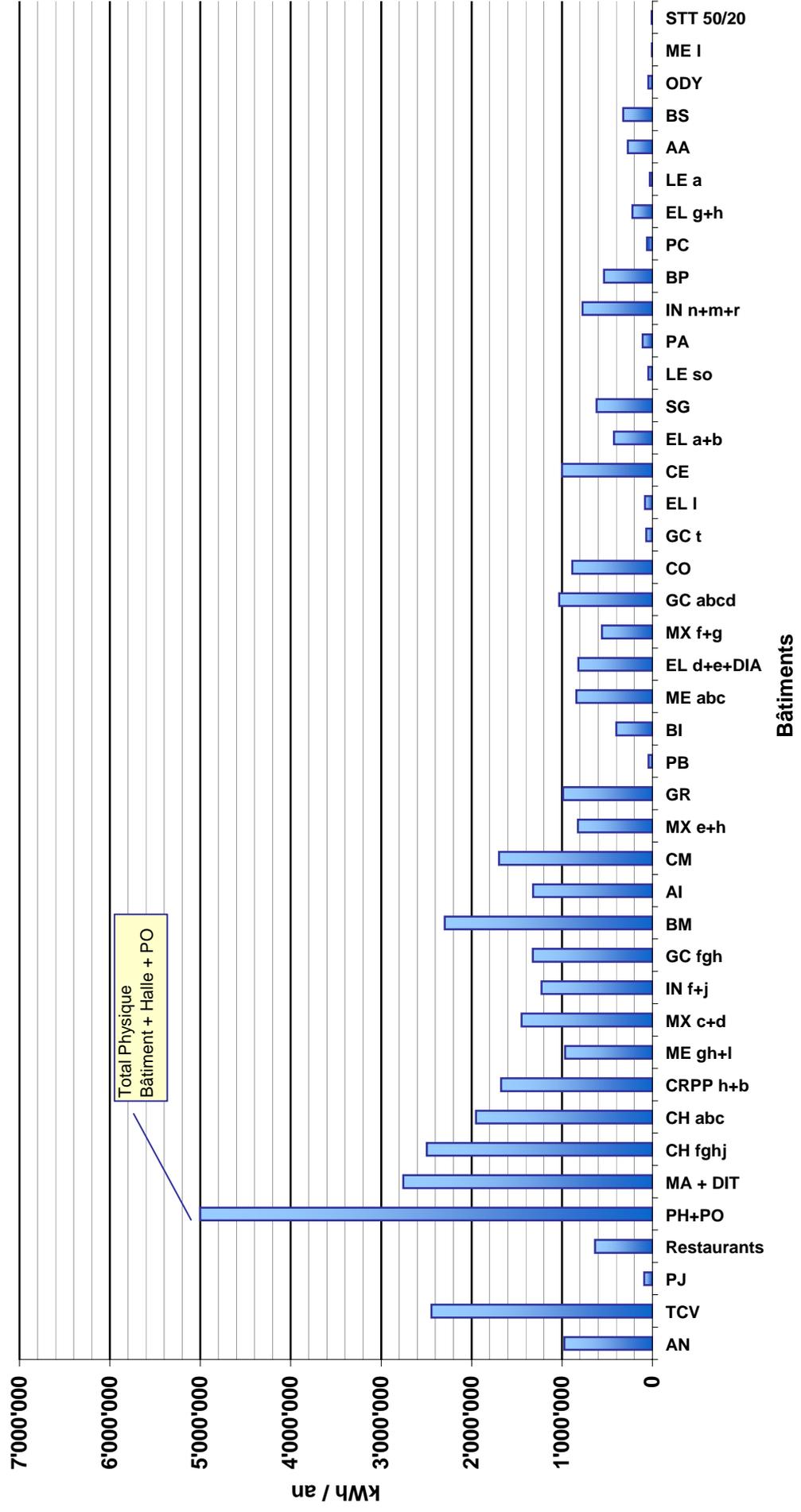
L'installation de production de vapeur du bâtiment de Chimie a été moins sollicitée cette année.

La totalité du gaz utilisé à l'EPFL représente moins de 2% de l'énergie thermique consommée par les bâtiments du site.

2.4 Bilans annuels de consommation d'électricité et de chauffage des bâtiments de l'EPFL en 2003

- ▶ Consommation de chaque bâtiment en valeur absolue
- ▶ Indices énergétiques ($\text{MJ/m}^2\cdot\text{a}$) des bâtiments, comparaison avec les références SIA 380/1 (éd.1998)

Consommation d'électricité des bâtiments de l'EPFL Année civile 2003

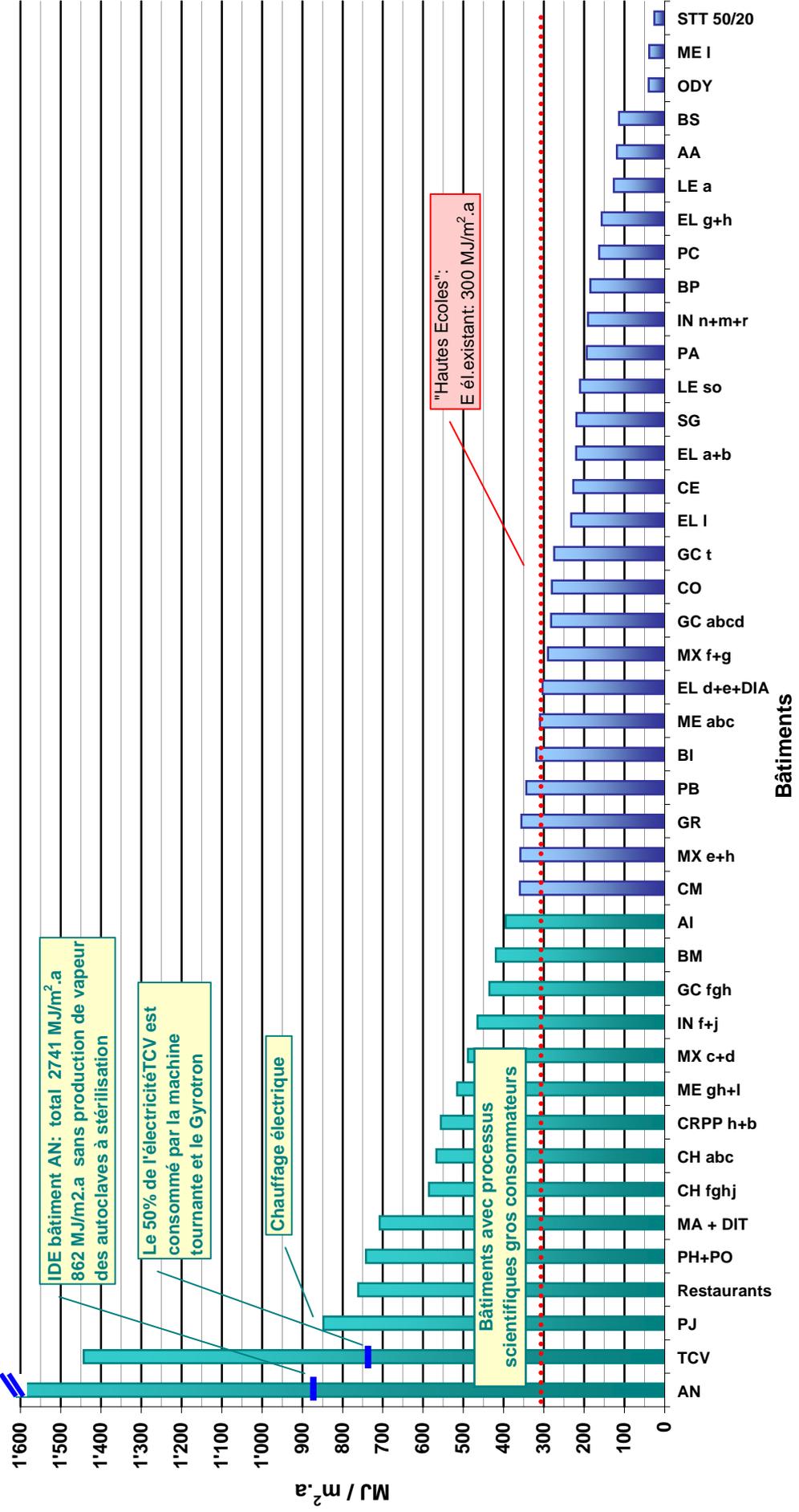


Indices énergétiques "Electricité" des bâtiments de l'EPFL

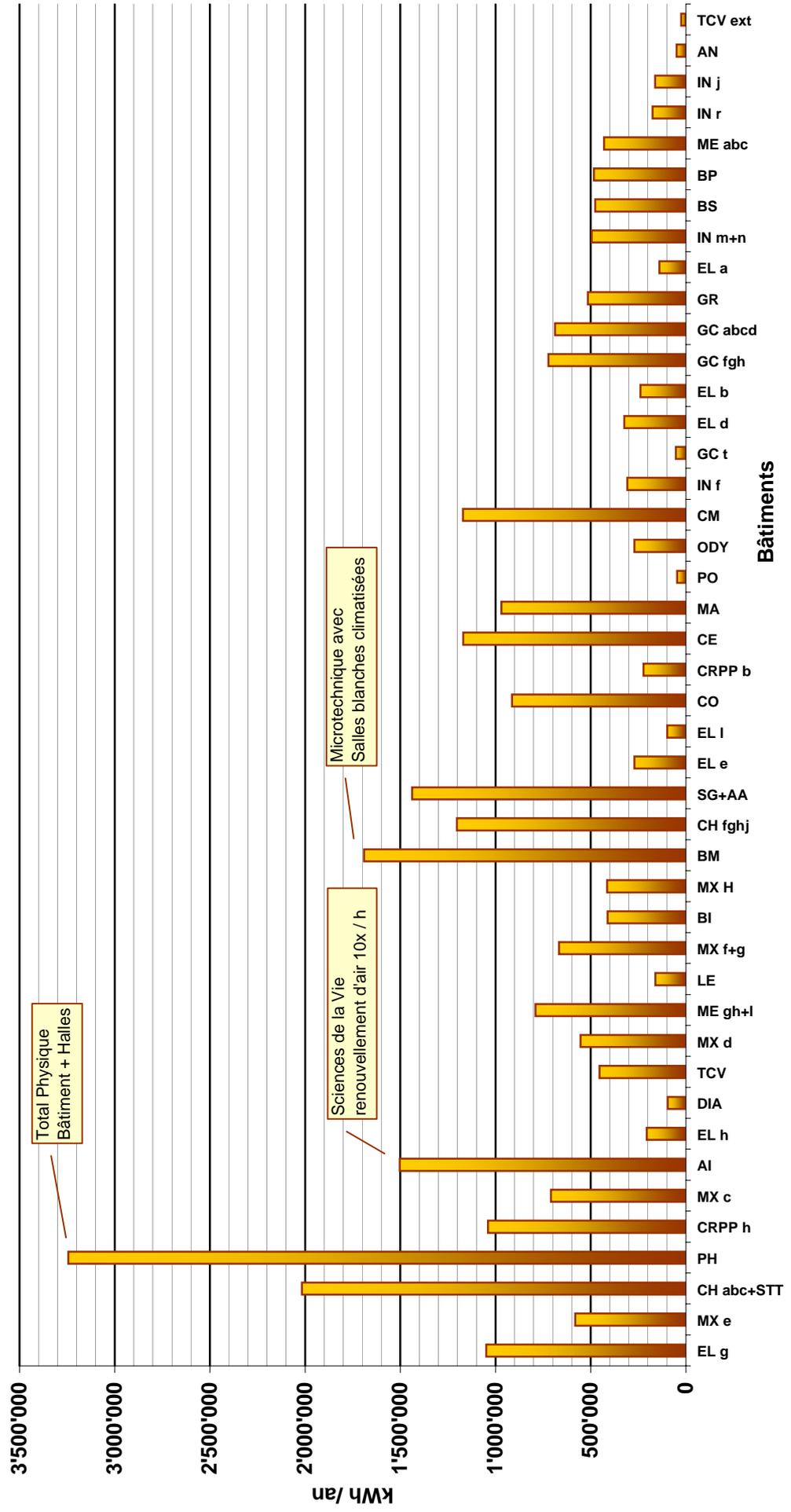
Référence 2003: 412 MJ/m².a (en 2002: 434 MJ/m².a)

(Consommation annuelle par m² de surface brute)

Références: valeurs indicatives
SIA 180/4: "L'indice de dépense d'énergie"
SIA 380/1, éd. 1988: "L'énergie dans le bâtiment"



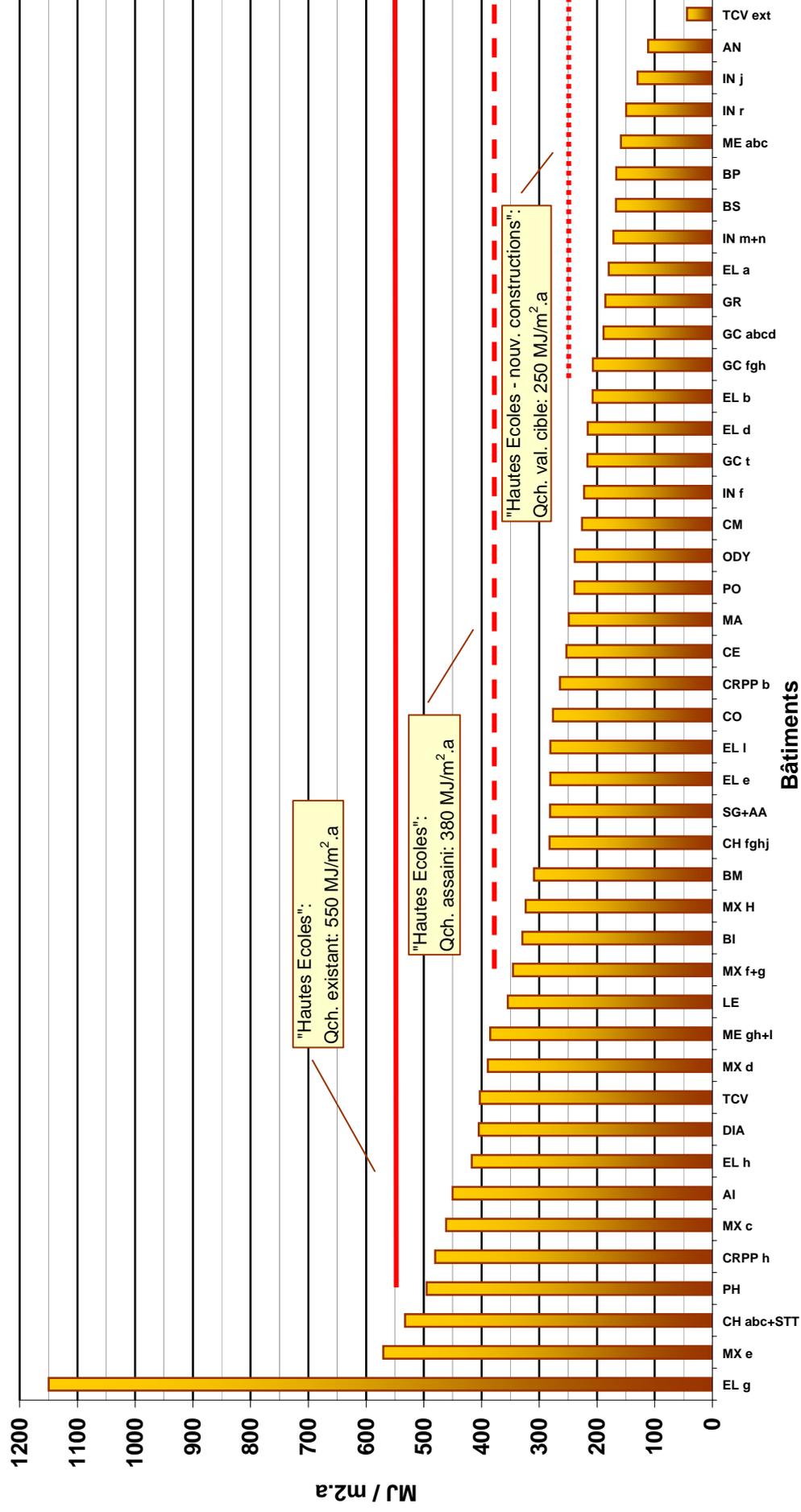
Chaleur consommée par les bâtiments de l'EPFL Année civile 2003



Indices énergétiques "Chauffage" des bâtiments de l'EPFL

Référence 2003: 303 MJ/m².a (en 2002: 246 MJ/m².a)
(Consommation annuelle de chaleur (Q_{ch}) par m² de surface brute)

Références: valeurs indicatives
SIA 180/4: "L'indice de dépense d'énergie"
SIA 380/1, éd. 1988: "L'énergie dans le bâtiment"



3.**EVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ELECTRICITE ET DE CHALEUR
DU SITE DE L'EPFL AU FIL DES ANNEES (1989 - 2003)****3.1 Consommation des énergies en valeur absolue et indices de consommations spécifiques
(Surface brute et indice climatique - DJ)****Production et distribution des énergies aux bâtiments**

- ▶ **Chauffage**
Consommation spécifique à climat comparable et évolution de la surface chauffée
- ▶ **Electricité**
Consommation spécifique et évolution de la surface de référence
- ▶ **Chauffage et Electricité**
Consommation en valeur absolue, à climat comparable
- ▶ **Part des énergies "électricité et chaleur" des bâtiments au fil des années**

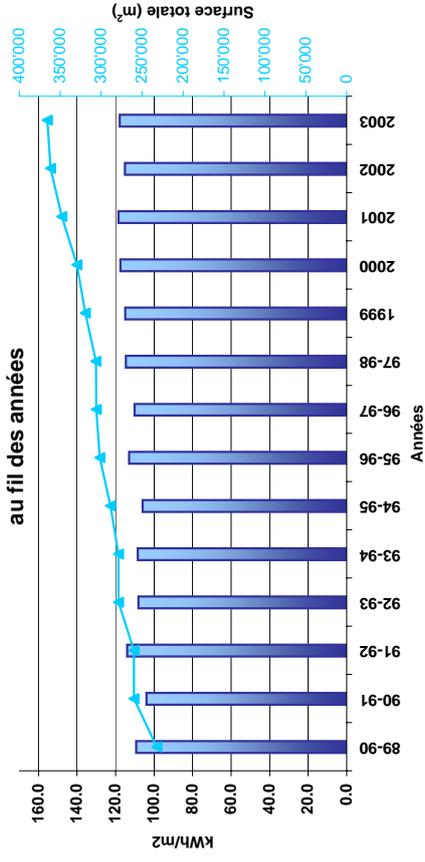
Energies consommées par les bâtiments de l'EPFL au fil des années

(sans les énergies distribuées aux tiers ni aux bâtiments BCH et BSP repris par EPFL de UNIL)

Saisons	89-90	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	1999	2000	2001	2002	2003
Surface brute de plancher (SBP)				278'788	279'023	288'723	301'661	306'178	306'454	319'275	329'717	348'106	361'729	365'821
Population EPFL: éducat. + doct. + postgradés	4'503	4'766	4'903	5'058	5'216	5'127	5'225	5'478	5'619	5'904	6'232	7'390	7'805	7'828
ELECTRICITE														
Electricité pour les bâtiments	24'378'754	26'167'907	28'838'457	29'260'663	29'546'048	29'785'911	33'320'583	32'920'618	34'296'259	35'896'143	37'734'415	38'081'379	40'813'009	42'216'286
Consommation spécifique bâtiments	105.1	100.7	110.9	105.0	105.9	103.2	110.5	107.5	111.9	112.4	114.4	115.5	112.8	115.4
Electricité pour l'eau industrielle	954'168	863'258	806'150	875'999	719'878	829'267	778'239	825'831	822'305	847'943	994'242	1'019'840	877'027	920'782
Electricité pour bâtiments et EI	25'332'922	27'031'165	29'644'607	30'136'662	30'265'926	30'615'178	34'098'822	33'746'449	35'118'564	36'744'086	38'728'657	39'101'219	41'690'036	43'137'068
Consommation spécifique bât. + EI	109.3	104.0	114.1	108.1	108.5	106.0	113.0	110.2	114.6	115.1	117.5	118.6	115.3	117.9
CHAUFFAGE														
Chauffage des bâtiments	13'424'815	16'799'047	17'003'989	16'495'580	15'385'788	17'463'719	17'948'406	18'182'983	17'606'875	19'707'486	21'431'397	24'277'548	22'964'746	26'932'457
Consommation spécifique	57.9	64.7	65.4	59.2	55.1	60.5	59.5	59.4	57.5	61.7	65.0	69.7	63.5	73.6
Indice climatique (Degrés-Jours [12/20] [SM-Pully])	2'697	3'110	3'027	2'793	2'826	2'709	2'785	2'777	2'660	2'768	2'588	2'765	2'683	2'908
Consommation spécifique par m2.DJ	21.47	20.79	21.61	21.18	19.51	22.33	21.36	21.39	21.60	22.30	25.12	25.23	23.66	25.32
Consommation totale par DJ	4'978	5'402	5'617	5'906	5'444	6'447	6'445	6'548	6'619	7'120	8'281	8'782	8'559	9'262

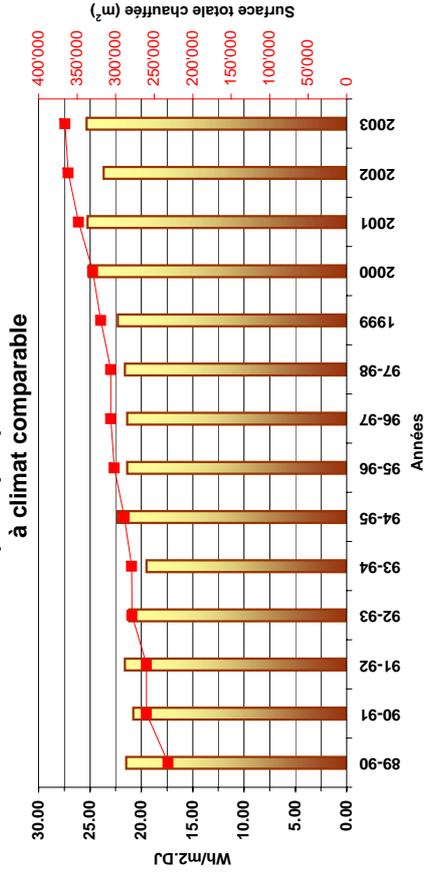
ELECTRICITE

Consommation spécifique des bâtiments de l'EPFL au fil des années



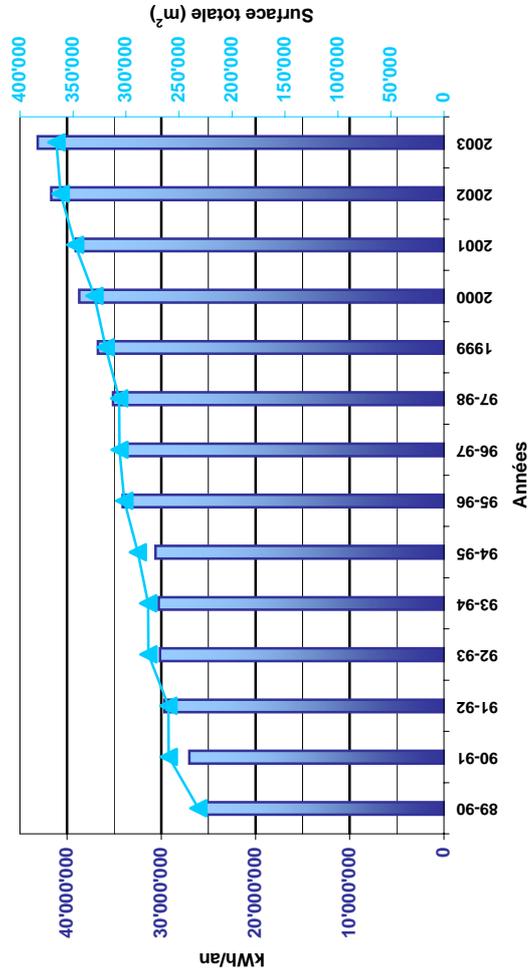
CHALEUR

Consommation spécifique pour l'EPFL au fil des années à climat comparable

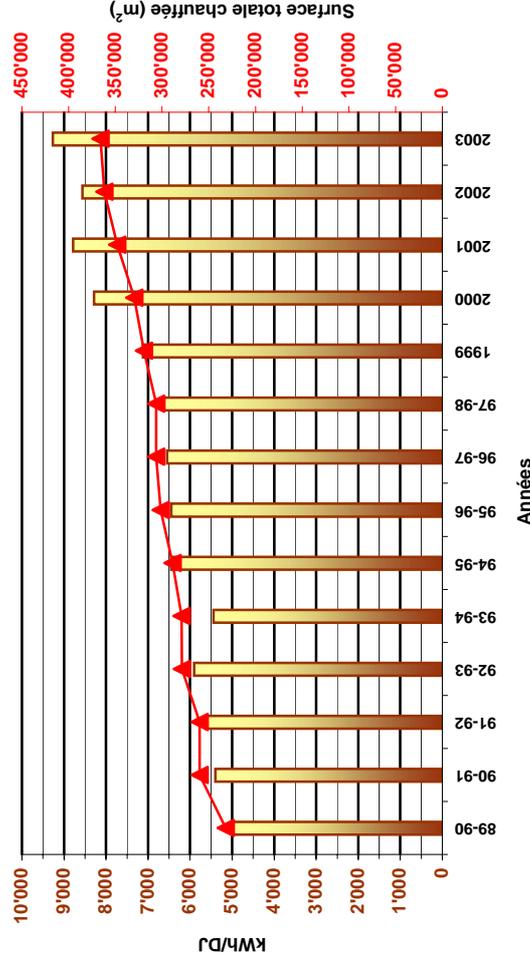


Energies consommées par les bâtiments de l'EPFL au fil des années (sans les énergies distribuées aux tiers)

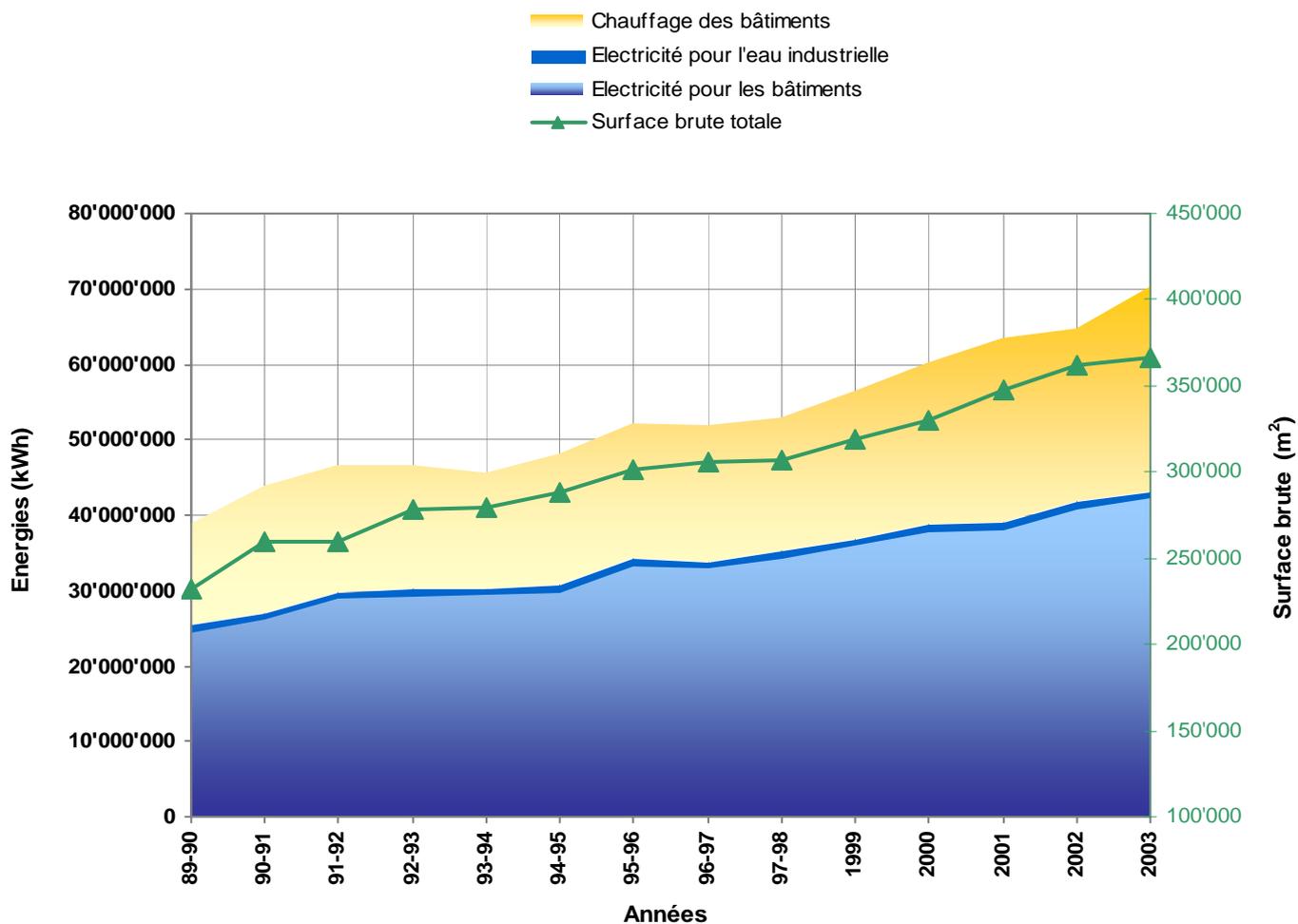
Consommation d'électricité de l'EPFL au fil des années
(valeur absolue)



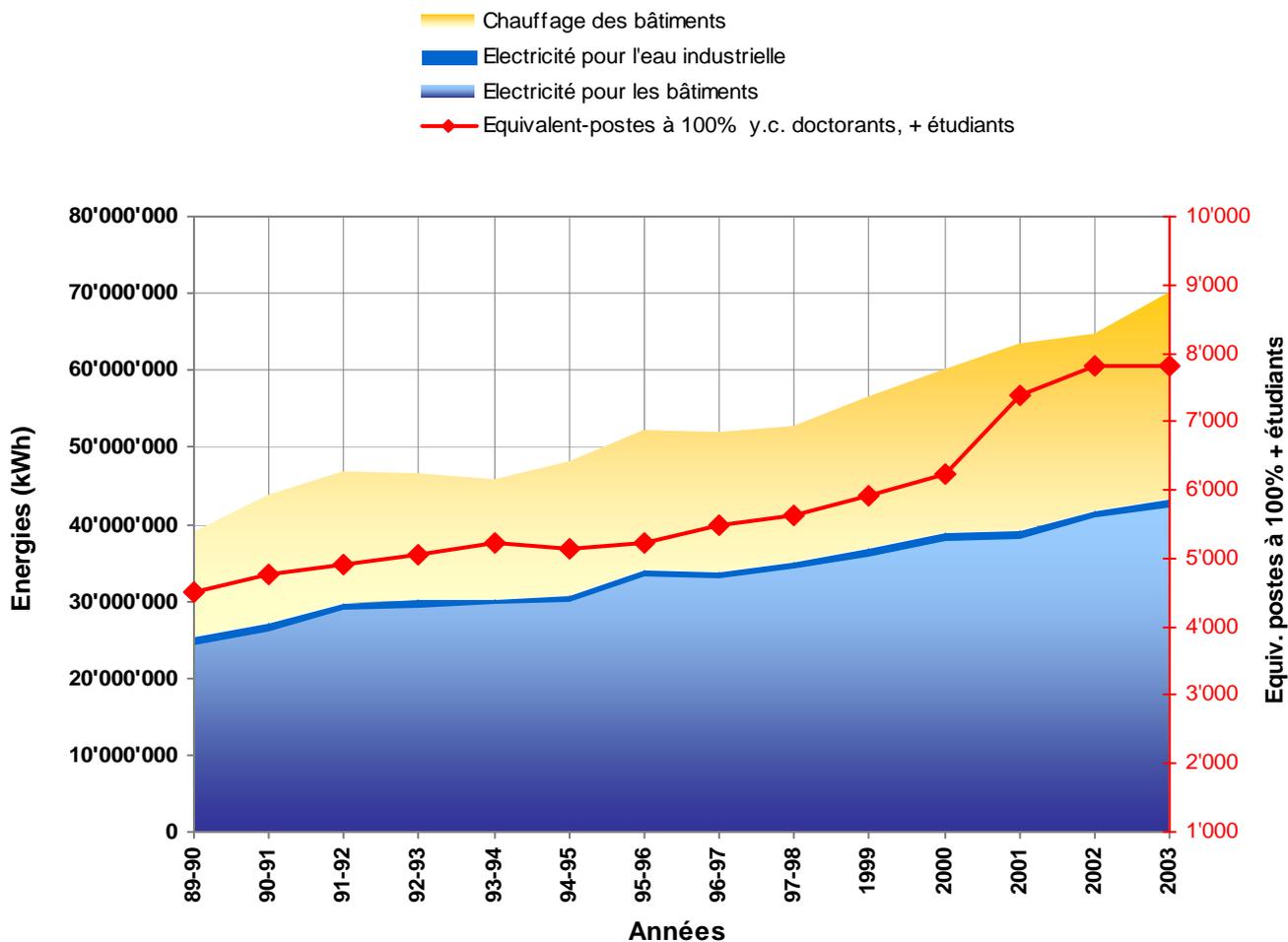
Consommation de chaleur pour l'EPFL
au fil des années à climat comparable
(valeur absolue)



3.2 REPARTITION DE L'ELECTRICITÉ ET DE LA CHALEUR DISTRIBUEES AUX BATIMENTS Evolution au fil des années / Surface brute totale du site EPFL



3.3 Répartition de l'électricité et de la chaleur distribuées aux bâtiments EVOLUTION AU FIL DES ANNEES / NOMBRE D'ETUDIANTS, POSTGRADES ET DOCTORANTS



Remarque:

La statistique énergétique de l'EPFL ne comprend pas les énergies utilisées par les bâtiments BCH et BSP repris par l'EPFL à l'UNIL, qui sont exploités par l'UNIL.

De ce fait, la population indiquée en 2003 ne comprend pas les postes de travail occupant les locaux des bâtiments BCH et BSP.

4. OPTIMISATION ENERGETIQUE DES BATIMENTS DE L'EPFL

Projet "OPEN" - Optimisation des énergies dans les bâtiments de l'EPFL

Le projet "OPEN" - Optimisation énergétique des bâtiments de l'EPFL - a été initié en été 2001 par la Direction du DII / SCE.

Il vise à établir un schéma directeur pour la gestion énergétique des bâtiments de l'EPFL. Ce projet s'intègre dans le programme "ENERGHO" de la Confédération.

Il s'agit de mettre au point une démarche d'analyse et un programme d'interventions systématiques, applicables pour chaque bâtiment.

Le processus d'amélioration intervient par étapes, depuis des opérations simples de réglages ne nécessitant aucun investissement, jusqu'à l'étude et la réalisation de travaux d'entretien ou d'assainissement plus conséquents qui seront planifiés à plus long terme.

Pour développer cette méthode, nous avons privilégié une approche pragmatique. C'est ainsi que le bâtiment de Chimie, gros consommateur d'énergie du site, a été choisi comme objet pilote.

Une économie annuelle de 454'000 kWh a été mesurée pour l'année 2002, par rapport à l'année 2000. Cela représente 15% de la consommation du bâtiment de Chimie - Halles, ou 1% de la consommation électrique totale de l'EPFL.

Optimisation du réglage des installations CVSE dans les bâtiments

Le système centralisé de commandes des bâtiments de la première étape de l'EPFL, devenu obsolète, a dû être remplacé, ce dernier n'étant plus suffisamment fiable pour garantir les fonctionnalités de réglage.

La migration des commandes de l'ancien vers le nouveau système a été effectuée en cours d'année 2003 - début 2004.

Durant les phases de transition, des ordres de commandes et de réglages ont dû être effectués temporairement manuellement, au détriment d'un mode d'exploitation automatique optimisé.

Le plan d'actions défini dans le programme "OPEN" n'a pu être que partiellement mis en œuvre, limitant ainsi la réalisation des objectifs fixés pour l'année 2003.

Projet "OPEN", un lien: <http://sce.epfl.ch/sce/projets.html>

Réduction du chauffage et de la ventilation des bâtiments de l'EPFL en fin d'année

L'EPFL est officiellement fermée depuis Noël jusqu'au début de janvier (5 à 10 jours selon les années). Durant cette période, il n'y a pratiquement plus personne sur le site.

La Direction a pris la décision de réduire le chauffage et la ventilation dans les bâtiments, en maintenant toutefois un régime de fonctionnement minimum pour assurer la sécurité dans les zones sensibles et éviter les dégâts de gel dans les installations techniques.

L'effet de ces réductions du chauffage, de la ventilation des locaux et de l'éclairage a été observé sur les enregistrements de données énergétiques effectués sur l'alimentation générale de l'EPFL.

Ce régime de fonctionnement réduit du 24 décembre 2003 au 2 janvier 2004 peut être mis en rapport avec un régime normal (semaine-type).

On peut par conséquent évaluer le gain réalisé sur cette période. Les économies ainsi obtenues sont les suivantes:

Economie d'électricité par rapport à la semaine-type normale du 8 au 15 décembre 2003: 342'850 kWh
soit: 37'700 Fr.

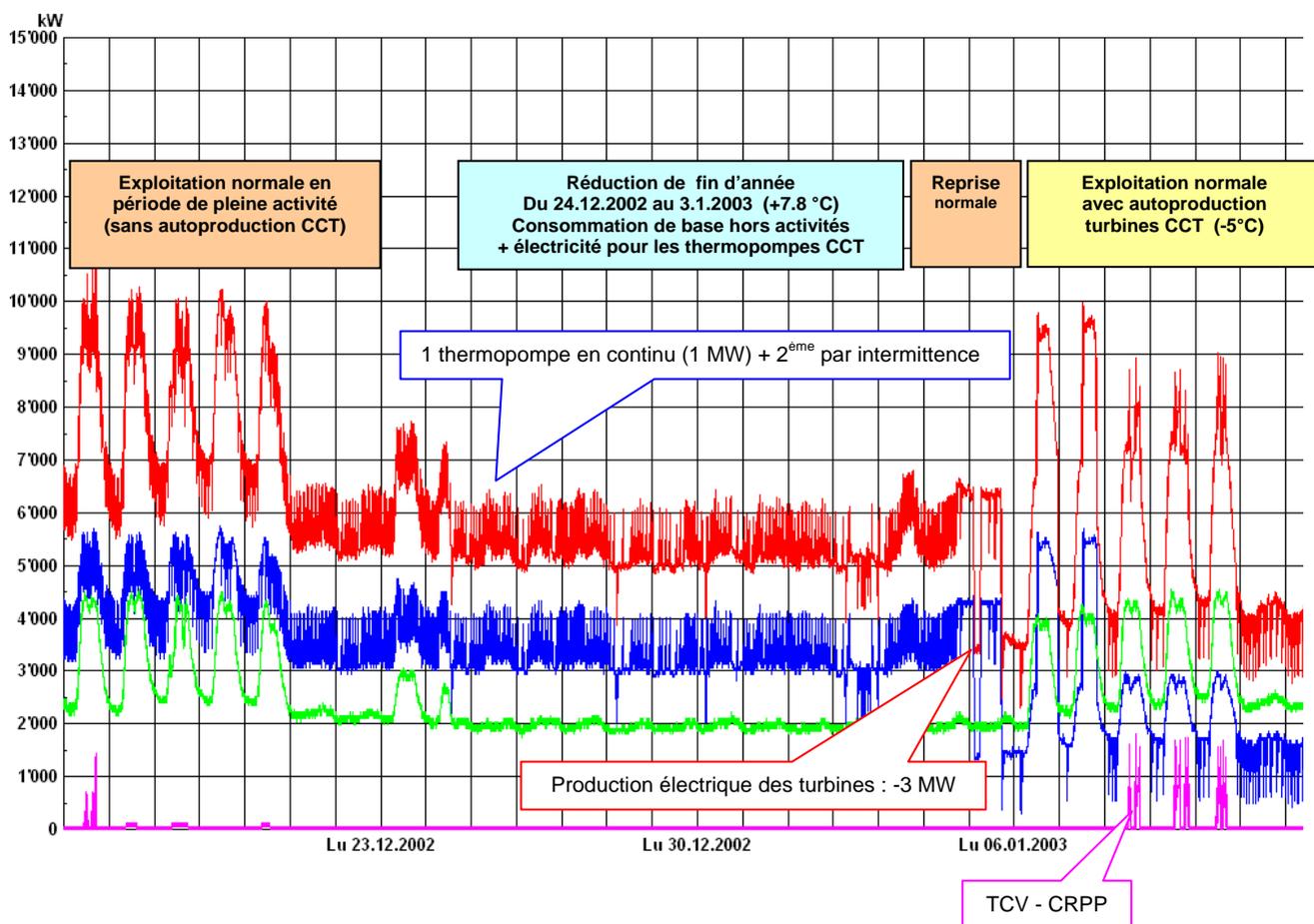
Cette économie concerne l'électricité pour le chauffage ainsi que les autres applications, étant donné que la chaleur est produite avec des thermopompes électriques.

En considérant la semaine-type normale et la période de réduction de fin d'année à climat comparable, on peut évaluer l'économie d'électricité totale à: 385'605 kWh
soit: 42'000 Fr.

Cette réduction représente une économie de -23% de la consommation électrique de la semaine-type normale de travail en période hivernale.

Le graphique suivant illustre la courbe de charge électrique enregistrée en fin d'année 2002 – 2003. Pour la période de fin d'année 2003 - 2004, les profils de consommation sont identiques.

Alimentation générale d'électricité de l'EPFL en fin d'année 2002 - 2003



- Puissance active totale EPFL, réseau à haute tension 50 kV du SIE
- Alimentation moyenne tension 20 kV des bâtiments 2^{ème} étape EPFL + Centrale de Chauffage par Thermopompes
- Alimentation moyenne tension 20 kV des bâtiments de la 1^{ère} étape EPFL
- Alimentation moyenne tension 20 kV du TCV / CRPP (Tokamak)

Assainissement de l'installation de ventilation - climatisation du bâtiment de Physique

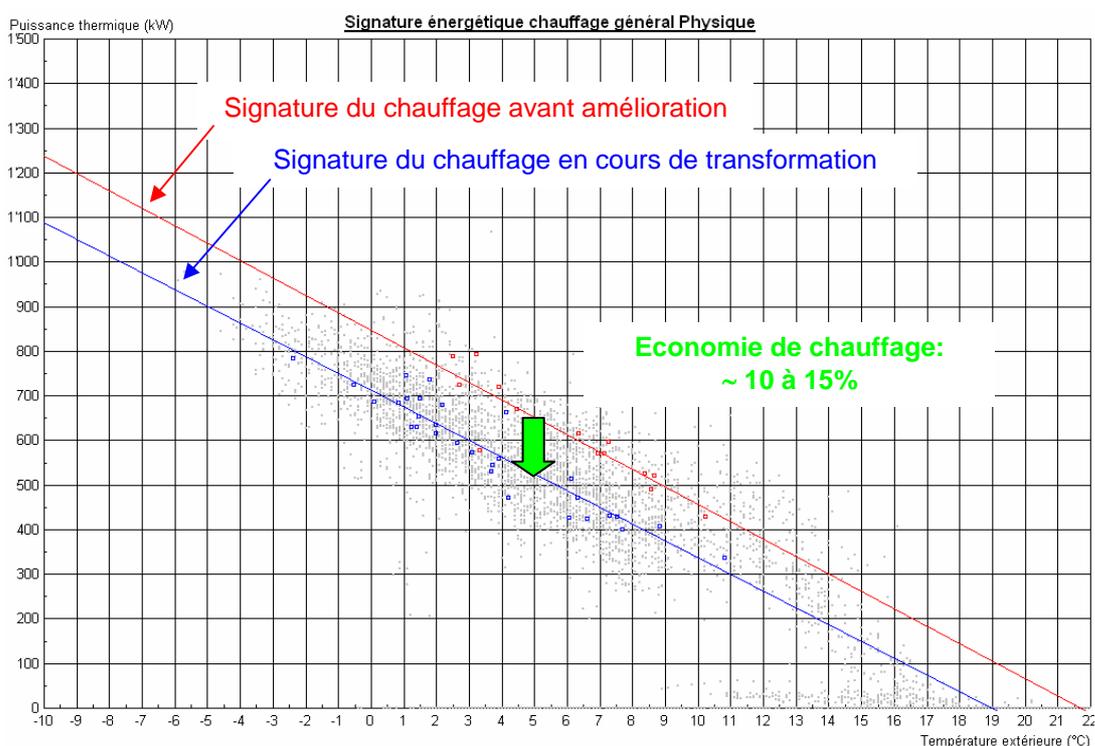
En 2003, une étude a porté sur l'amélioration du système de ventilation - climatisation du bâtiment de Physique.

L'installation originale de type "doubles gaines à haute pression + boîtes de mélange" a été transformée. La vétusté de certains organes, de même que la consommation d'énergie très importante imposée par ce système, ont prévalu au choix d'une nouvelle solution plus économe adaptée aux besoins actuels.

Le principe est d'assurer une ventilation "hygiénique" avec rafraîchissement dans tous les locaux ventilés, en traitant de cas en cas le problème des locaux à fortes charges thermiques par un dispositif de refroidissement spécifique utilisant l'eau du lac.

L'économie d'énergie attendue est de l'ordre de 20% de la consommation annuelle d'électricité du bâtiment (~ 2% de la consommation de l'EPFL), et de 10 à 15 % des besoins de chauffage.

Le "monitoring énergétique", mis en place dans ce bâtiment pour suivre l'évolution de la situation, confirme l'ordre de grandeur des prévisions sur la période d'octobre 2003 à février 2004.



Exemple du "monitoring" mis en place pour suivre l'évolution de la consommation de chaleur du bâtiment de Physique

La signature énergétique des bâtiments

Par analogie avec la consommation spécifique d'une voiture (litres/100 km.), la signature énergétique caractérise globalement le comportement énergétique des bâtiments et de ses utilisateurs, pour un niveau de prestation défini.

En considérant une signature (droite) de référence, on peut suivre l'évolution de la consommation d'énergie au fil du temps, pour mettre en évidence les tendances à l'augmentation ou à la baisse de consommation.

On repère ainsi rapidement, par exemple, l'effet des améliorations apportées ou des anomalies.

Projet "ENERGHO" de "Suisse Energie"

En 2001, des contacts ont été établis avec SUISSE-ENERGIE et son programme "ENERGHO" qui s'adresse aux collectivités publiques, grandes consommatrices d'énergie.

L'EPFL collabore à ce projet dans le cadre du groupement des "Gros consommateurs d'énergie de la Confédération".

"ENERGHO", un lien: <http://www.energho.ch>



Projet " RUMBA "

"RUMBA" est un projet de gestion des ressources et management environnemental dans l'Administration fédérale. (Ressourcen und Umweltmanagement in der Bundesverwaltung)

L'EPFL a présenté son programme en septembre 2002, avec la structure adaptée au contexte de l'Ecole.

Le DII / SCE est intégré dans "RUMBA" pour ce qui concerne la gestion et l'optimisation énergétique sur le site.

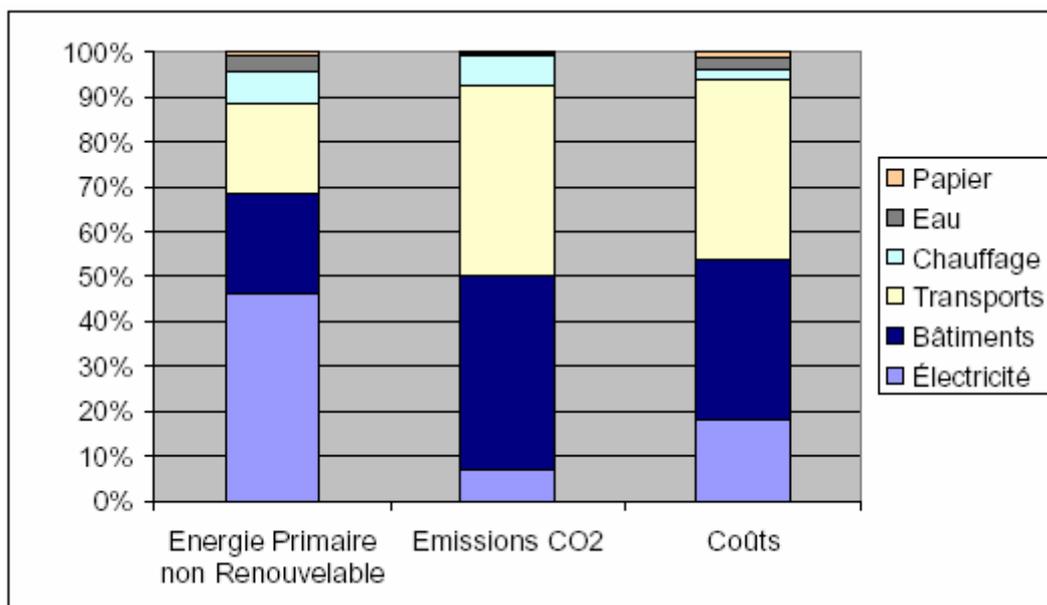
"RUMBA", un lien: <http://securite.epfl.ch/rumba/rumba.html>

Une étude "**Quantification des Performances Environnementales de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne**" a été conduite par le Laboratoire de Gestion des Ecosystèmes (**GECOS**), Faculté de l'Environnement Naturel, Architectural et Construit (ENAC) en 2001, dans le cadre du projet RUMBA.

Cette étude constitue une première analyse de la consommation énergétique et des émissions de CO₂ attribuables à l'EPFL, dans le but d'identifier les activités ou les processus clés.

Le rapport résumé peut être consulté ou téléchargé en format .pdf à l'adresse:

http://gecos.epfl.ch/lcsystems/AAA-EPFL_resume.pdf



Extrait du rapport GECOS: émissions de CO₂ en rapport avec la consommation d'énergie primaire

5. APPRECIATION GENERALE ET CONCLUSIONS

Production et distribution des énergies dans les bâtiments de l'EPFL

Le bilan des énergies de l'EPFL en 2003 montre une légère augmentation de la consommation d'électricité pour ses bâtiments (+ 3%).

Cet accroissement s'explique en grande partie par l'augmentation de la surface totale des locaux occupés à Ecublens, l'Ecole ayant notamment acheté le bâtiment "Odyssea" à Swisscom pour y installer le Collège des Humanités.

Les activités en développement dans les nouveaux bâtiments des Sciences du Vivant ont aussi contribué à cette augmentation de la consommation d'électricité.

Compte tenu de ces facteurs déterminants, on peut dire que la consommation relative se stabilise depuis 4 ans.

En ce qui concerne la production et la distribution totale de chaleur de la Centrale Thermique CCT, on constate que la signature énergétique correspond à la situation 2002, à climat comparable.

De fait, le climat du début de l'année 2003 a été rigoureux, ce qui explique l'augmentation de la production annuelle en valeur absolue.

La consommation d'énergie fossile (mazout) a fortement augmenté, passant de 335 tonnes en 2002, à 890 tonnes en 2003.

Cette quantité a été nécessaire pour produire le complément de chaleur des thermopompes les jours froids de janvier et février, ainsi que pour assurer le chauffage du site de mi-septembre à mi-novembre, période durant laquelle les compresseurs des thermopompes ont été révisés en usine.

Globalement, le bilan énergétique "chauffage" de l'EPFL reste très favorable, le 65% de la chaleur nécessaire provenant de l'énergie solaire stockée dans l'eau du lac Léman.

L'été caniculaire 2003 a eu pour conséquence une forte augmentation des besoins en climatisation. L'utilisation de l'eau du lac à 6 °C a permis de satisfaire la demande, ceci sans avoir recours à des machines frigorifiques gourmandes en énergie et onéreuses à l'exploitation.

Utilisation des énergies dans les bâtiments: réglage des installations techniques optimisation de l'exploitation

Le plan des actions visant à optimiser le fonctionnement des installations techniques des bâtiments n'a pu être que partiellement tenu en 2003.

Du fait de sa vétusté et de pannes fréquentes, le système centralisé de commandes des bâtiments de la première étape de l'EPFL a dû être remplacé, ce dernier n'étant plus suffisamment fiable pour garantir les fonctionnalités de réglage.

Un important travail de migration de l'ancien système sur le nouveau a nécessité de poursuivre momentanément l'exploitation en mode manuel, ce principe de fonctionnement n'étant pas toujours optimum sur le plan énergétique.

Durant cette phase transitoire, la priorité a été mise sur le maintien des prestations au niveau du chauffage et de la ventilation des locaux.

Par contre, les travaux d'assainissement des installations de ventilation du bâtiment de Physique ont été mis en œuvre à la fin de l'été 2003.

Dans la première phase de réalisation, sur la base des données du "monitoring" énergétique, on constate une diminution de 20% de la consommation d'électricité et de 10 à 15% des besoins de chauffage. Ce bâtiment, gros consommateur, utilise ~ 10% de la consommation d'électricité et de chaleur de l'ensemble de l'EPFL.

Objectifs 2004

L'optimisation de l'exploitation des installations techniques des bâtiments se poursuit en 2004, avec un programme d'interventions défini en fonction de l'importance du potentiel d'économie réalisable.

Parallèlement, les dérives détectées à l'aide du suivi énergétique mensuel et des mesures ponctuelles font l'objet d'actions correctives définies de cas en cas.

La mise en service du nouveau système de supervision technique devrait conduire à une réduction sensible de la consommation d'électricité et de chaleur. En effet, à l'occasion de la migration de l'ancien vers le nouveau système, un certain nombre de programmes d'exploitation ont été redéfinis. De nouvelles fonctions automatiques ont été introduites.

Les travaux d'assainissement de l'installation de ventilation-climatisation du bâtiment de Physique se poursuivent en 2004. Les premiers résultats positifs mesurés au début de 2004 (voir page 23) devraient se confirmer sur l'ensemble de l'année, soit une économie d'électricité et de chauffage, respectivement de l'ordre de 20% et 15%.

Les travaux d'assainissement de la ventilation du bâtiment de Chimie débuteront en 2004 pour une partie du bâtiment affectée à un nouveau Centre d'Imagerie Magnétique. L'assainissement complet de l'installation de ventilation-climatisation de l'autre partie du bâtiment fait actuellement l'objet d'une demande de crédit (message 2004). Les travaux sont prévus pour l'année 2005.

Le nouveau bâtiment des Communications (BC) va être mis en service en automne 2004.

Il s'agit d'un bâtiment au concept architectural et énergétique novateur. La mise en service et l'exploitation feront l'objet d'un suivi énergétique détaillé.



Le nouveau Bâtiment des Communications (BC)

Le concept architectural et énergétique privilégie les critères de développement durable, en particulier:

- *Choix des matériaux (énergie grise, charge sur l'environnement à la production)*
- *Flexibilité des structures pour des utilisations variées*
- *Cloisonnements indépendants de la structure porteuse*
- *Enveloppe du bâtiment performante, façades avec couches successives*
- *Valorisation de l'éclairage naturel dans tout le bâtiment (atrium central)*
- *Dissociation du renouvellement d'air hygiénique et de l'évacuation des charges thermiques: ventilation naturelle par effet de cheminée dans l'atrium, évacuation de la chaleur utilisant l'eau du lac Léman comme source froide.*

L'indice de dépense d'énergie (IDE) de ce nouveau bâtiment devrait se situer nettement en dessous des standards actuels (SIA 380/1)

DII / Service des Constructions et d'Exploitation
F. Vuille

ANNEXE - A

GLOSSAIRE - Définition et explication des abréviations et termes utilisés dans ce rapport

CCT - Centrale de Chauffe par Thermopompes

L'EPFL est chauffée par un ensemble de deux unités de pompes à chaleur de 4.2 MW chacune (PAC) et deux groupes chaleur-force (CCF) de 5.5 MW thermiques et 3 MW électriques chacun.

L'électricité des PAC provient du réseau électrique principal de l'EPFL et/ou des génératrices électriques des groupes chaleur-force.

Les groupes chaleur-force sont entraînés par des turbines à gaz alimentées au mazout extra-léger ECO-vert. La chaleur provient de 2 chaudières récupérant la chaleur des gaz de combustion des turbines.

Une partie du site EPFL (2^{ème} étape du site) est chauffée par un réseau d'eau à basse température utilisant la chaleur générée par les 2 PAC (température maximum du réseau: 50°C).

Les bâtiments de la 1^{ère} étape sont alimentés par un réseau de chauffage à moyenne température. Ainsi, par temps doux, la totalité du site peut être chauffée par les 2 PAC. Par temps froid, de la chaleur est produite par les groupes CCF pour garantir la puissance et le niveau de température requis dans le réseau à moyenne température. L'électricité produite conjointement sert notamment à entraîner les PAC.

La température de départ des réseaux à moyenne et basse températures est réglée en fonction de la rigueur du climat, respectivement: 65°C et 50°C par -10°C à l'extérieur. On limite ainsi les pertes de chaleur dans les réseaux de distribution et dans les centrales techniques.

La production de chaleur dans la Centrale de Chauffe CCT est arrêtée lorsqu'il fait plus de 16°C à l'extérieur.

CVSE

Abréviation utilisée pour désigner les différentes techniques de **C**hauffage, **V**entilation, **S**anitaire et **E**lectricité.

Indice énergétique électrique (IDE)

L'indice énergétique est défini dans la recommandation SIA 180/4.

Il représente la demande annuelle totale d'électricité d'un bâtiment ou d'une installation, rapportée à la surface de référence énergétique (SR). Son unité est le Mégajoule par m² et par an (MJ / m².a). $1 kWh = 3.6 MJ$.

On distingue l'indice énergétique "électricité" (IDE_{ei}) de l'indice "chaleur" (IDE_{ch}).

Nomenclature des bâtiments

La nomenclature abrégée des bâtiments utilisée dans ce rapport 2003 a été, dans certains cas, redéfinie en fonction des nouvelles structures administratives du parc immobilier de l'EPFL.

Depuis 2002, avec la définition des "Facultés", les bâtiments ne sont plus forcément affectés à une seule discipline scientifique. Les bâtiments gardent toutefois les symboles de leur affectation d'origine, mais leur nomenclature a été redéfinie en fonction des besoins actuels.

PH - bâtiment de Physique

CH - bâtiment de Chimie

MA - bâtiment des Mathématiques

Une lettre supplémentaire peut être utilisée pour désigner une zone dans le corps de bâtiment concerné, p. ex. : A, B, C, D, ..., G, H, I.

La restructuration des "Départements" en "Facultés" intervenue en 2002 n'a pas d'influence sensible sur le bilan énergétique des entités physiques et techniques des bâtiments car, dans la situation actuelle, les mêmes types d'activités s'y déroulent, même s'ils dépendent de plusieurs "facultés" différentes.

Réseaux de distribution électrique "F" Force "F-S" Force-Service "L-M" Lumière-Mesure

Dans tous les bâtiments EPFL, l'électricité provient des tableaux de distribution basse tension (BT) dans 3 réseaux distincts que sont les réseaux Force, Force-Service et Lumière-Mesure.

L'énergie électrique est comptabilisée sur des compteurs séparés, dédiés à chaque réseau.

Le réseau Force alimente les équipements électriques de puissance des laboratoires (triphases et monophasés), ainsi que les prises murales et prises situées en allège sous les fenêtres. Ces prises sont noires ou marquées d'un trait noir.

Le réseau Force-Service alimente les équipements électriques faisant partie des infrastructures CVSE des bâtiments.

Le réseau Lumière-Mesure alimente tous les systèmes d'éclairage des bâtiments, ainsi que des prises et des tableaux de laboratoires consacrés à des appareils de mesure. Les prises sont blanches, sans marque noire.

SCE - Service des Constructions et d'Exploitation de l'EPFL

Le SCE fait partie du Domaine Immobilier et Infrastructures de l'EPFL (DII). Il est rattaché à la Vice-présidence Planification et Logistique. Le SCE gère et exploite les bâtiments de l'EPFL. Il est responsable de fournir les énergies et fluides aux utilisateurs du site de l'EPFL.

La présentation du DII se trouve à l'adresse Web: <http://www.epfl.ch/dii/present.php>

La présentation du SCE se trouve à l'adresse: <http://sce.epfl.ch/sce/>

SIE - Service Intercommunal de l'Electricité

Le SIE-SA alimente l'EPFL par l'intermédiaire du réseau électrique haute tension 50kV de la région de l'Ouest lausannois. Le SIE mesure et facture l'énergie délivrée par le réseau intercommunal à 50kV.

L'EPFL possède un poste de transformation 50/20kV sur son site et distribue l'électricité dans les différents bâtiments à moyenne tension (20kV) jusqu'aux transformateurs situés à l'entrée des bâtiments, puis à basse tension (400V-triphasé) à l'intérieur du bâtiment.

SPP - Station de pompage de l'eau du lac

La station de pompage de l'eau du lac Léman se situe au bord du lac, sur le site de Dorigny.

L'eau est pompée à une température moyenne de 6 à 7°C, puis acheminée à la Centrale Thermique pour alimenter les thermopompes (PAC) et le réseau d'eau industrielle pour le refroidissement des processus et de la climatisation de l'EPFL et de l'Université de Lausanne (UNIL).

Des surpresseurs (Boosters) situés à la Centrale Thermique assurent une pression suffisante dans le réseau d'eau industrielle.

STT - Station électrique de transformation 50/20kV

Le poste de transformation haute/moyenne tensions 50 kV / 20 kV de l'EPFL comporte 2 transformateurs de 20 MVA chacun. Un seul transformateur est en fonction, l'autre assure la sécurité.

Surface de référence

Les surfaces considérées dans cette analyse correspondent à la surface de référence (SR) telle qu'elle est définie dans la Recommandation SIA 180/4 "L'indice de dépense d'énergie".

Il s'agit de la surface brute de planchers chauffés.

ANNEXE - B

Nomenclature des bâtiments de l'EPFL et plan de situation

AA bcd	Ateliers d'Architecture (AA c+d) et Sciences de la Vie (AA b)
AI	Sciences de la Vie (<i>en service depuis fin 2001, progressivement occupé</i>)
AN	Animalerie
BC	Bâtiment des Communications (<i>sera mis en service en automne 2004</i>)
BI	Bibliothèque centrale
BM	Microtechnique
BP	Bâtiment Polyvalent
BS	Bâtiment des Services
CE	Centre Est
CH abc	Chimie - Bâtiment
CH fghj	Chimie – Halles
CM	Centre Midi
CO	Coupole
DIA	Diagonale
ELa	Electricité - A
ELb	Electricité - B
ELd	Electricité - D
ELe	Electricité - E
ELg	Electricité - G
ELh	Electricité - H
ELI	Electricité - L
GC abcd	Génie Civil - Bâtiment
GC fgh	Génie Civil - Halles
GC t	Génie Civil - Halle fosse
GR	Génie Rural et Géomètres
ME I	Ancienne halle Gyrotron. Le nouveau Gyrotron se situe dans la halle CRPP
IN f	Informatique - F
IN j	Informatique - J
IN n	Informatique - N
IN r	Informatique - R
LE	Laboratoire d'expérimentation architecturale
LE	Laboratoire d'énergie solaire
MA	Mathématiques et Domaine Informatique et Telecom (DIT)
MEabc	Mécanique - Bâtiment
MEgh	Mécanique - Halles
MX c	Matériaux - C
MX d	Matériaux - D
MX e	Matériaux - E
MX f	Matériaux - F
MX g	Matériaux - G
MX h	Matériaux - H
ODY	Bâtiment "Odyssea", anciennement "Telecom"
PA	Pavillon A
PB	Pavillon B
PC	Pavillon C
PJ	Pavillon J
PH abcdh	Physique - Bâtiment
PH jkl	Physique - Halles
PO	Polydôme
PP b	Centre de recherche en physique des plasmas (CRPP) - Bâtiment
PP h	Centre de recherche en physique des plasmas (CRPP) - Halle
SG	Services Généraux – Architecture
TCV	Tokamak à Configuration Variable (CRPP)
CCT	Centrale de Chauffage par Thermopompes + groupe force-chaleur (turbines)
STT	Station transformatrice 50/20 kV
SPP	Station de pompage de l'eau du lac
PSE a,b,c	Parc scientifique EPFL: bâtiments A, B et C
Triaudes	Quartier de logements pour étudiants et Coopérative d'habitation du personnel de la Confédération
BCH	Bâtiment de Chimie UNIL, loué par l'EPFL, propriété et gestion technique UNIL
BSP	Bâtiment de Physique UNIL, loué par l'EPFL, propriété et gestion technique UNIL

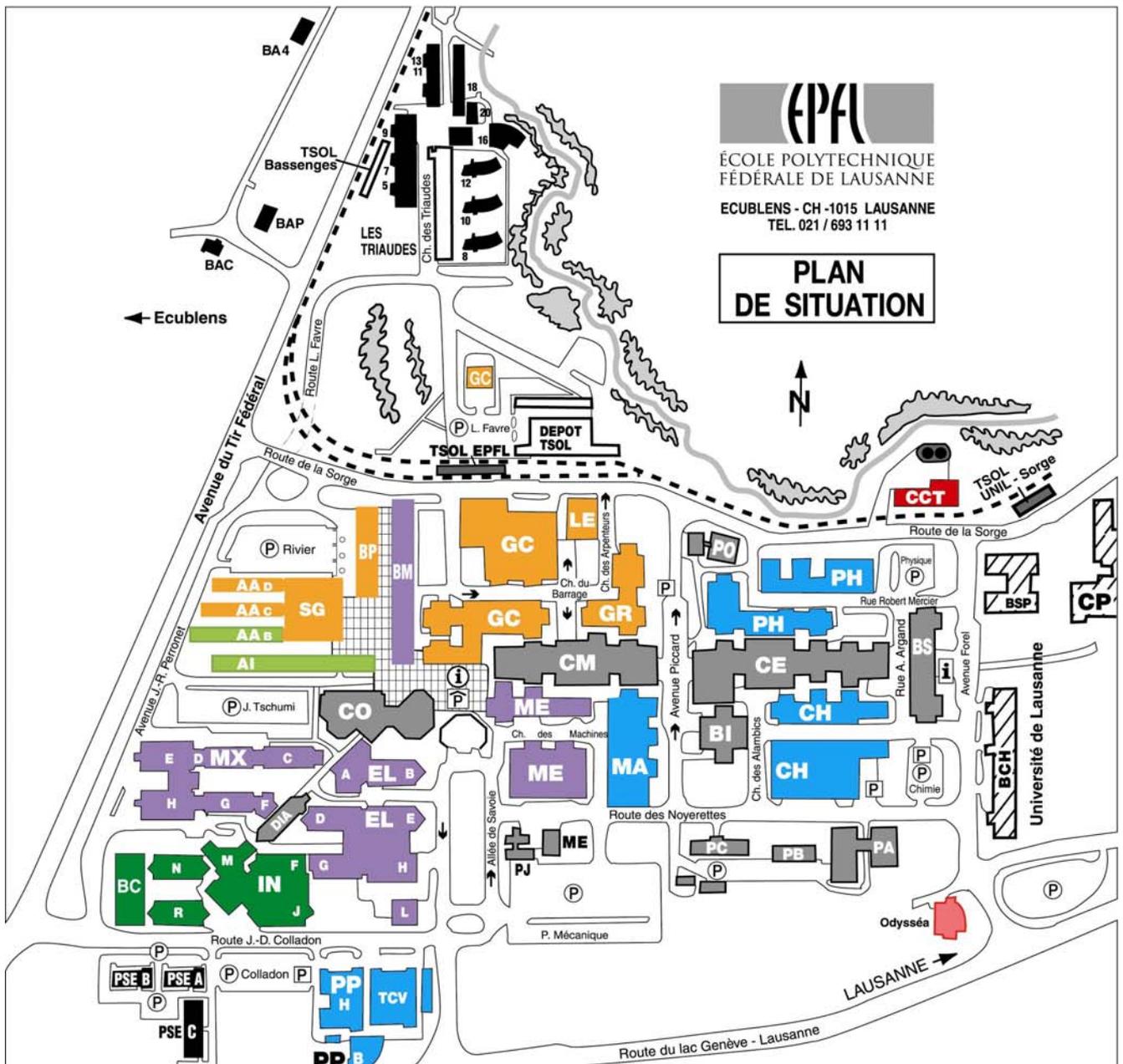
Remarque: les bâtiments BCH et BSP gérés pas l'UNIL n'interviennent pas dans la statistique énergétique de l'EPFL en 2003.



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

ECUBLENS - CH - 1015 LAUSANNE
TEL. 021 / 693 11 11

PLAN DE SITUATION



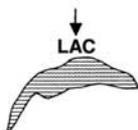
Bâtiments considérés pour les bilans énergétiques FACULTÉS

SB	Sciences de base	PH
	CIME - Centre interdisciplinaire de microscopie électronique	MX
	CRPP - Centre de recherche en physique des plasmas	PP
STI	Sciences et techniques de l'ingénieur	EL
	CMI - Centre de microtechnologie	BM
I&C	Informatique et communications	IN
ENAC	Environnement naturel, architectural et construit	GC
SV	Sciences de la vie	AI
	CAV - Centre d'application du vivant	AI

UNITÉS ET GRANDES SALLES

BC	Bibliothèque centrale - BC	BI
	Polydôme	PO
	Salle Polyvalente	CE
	Salle d'exposition	SG

SB - BI
Repro
Mai 2004



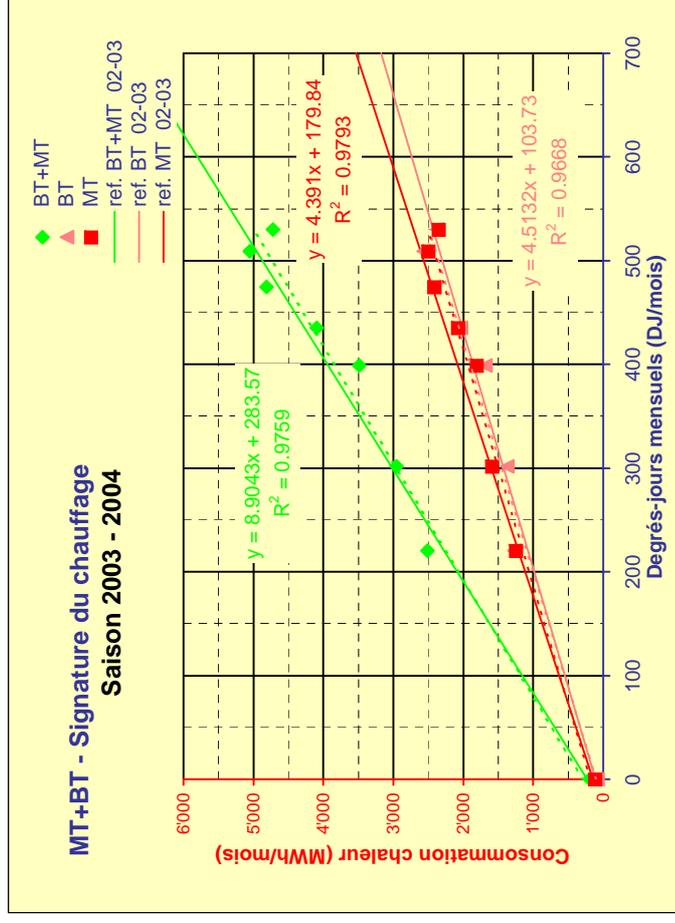
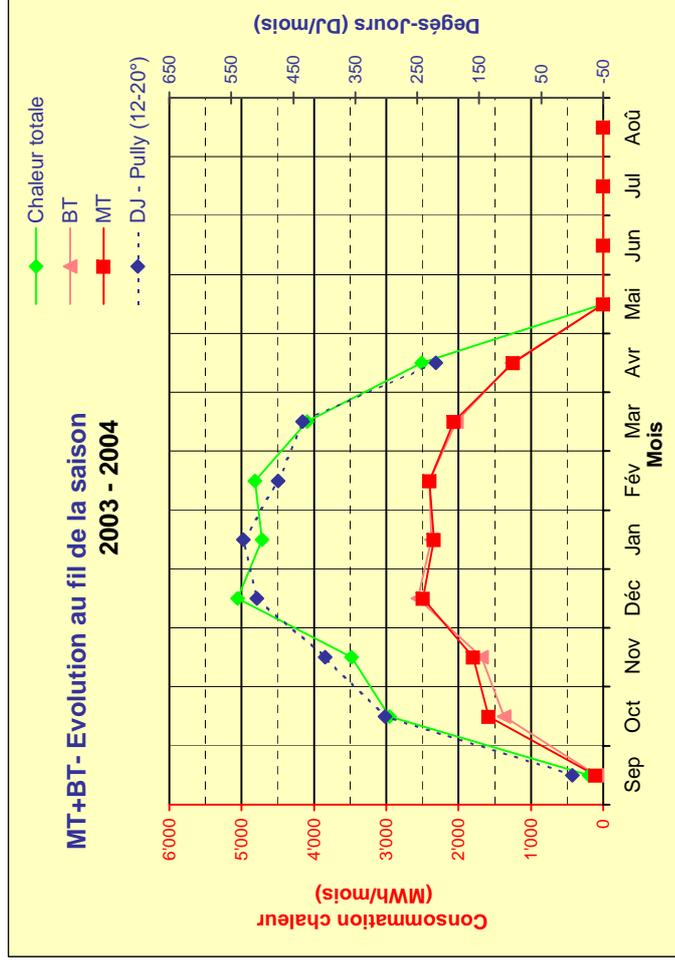
ANNEXE - C

▶ **Suivi énergétique de la Centrale de Chauffe par Thermopompes:**

**Signature énergétique de la chaleur produite et distribuée aux réseaux de chauffage de l'EPFL
Comparaison des saisons 2001-2002, 2002-2003, et 2003-2004**

Compteurs de chaleur des réseaux Basse et Moyenne Température

Suivi mensuel de la consommation



Remarques:

Tendance saison 03-04: mêmes signatures de chauffage que pour la saison 02-03 => Stabilisation de la consommation à climat comparable
 Depuis décembre 2003, la demande de chaleur des réseaux à moyenne et à basse températures est semblable