

MDE-CAMPUS TOULOUSE :

BILAN 2004





L'UNIVERSITE PAUL SABATIER TOULOUSE

Notre site : Rangueil



Présentation :

- Construit en 1964.
- Enseignement : Scientifiques, Santé, Technologies et Sport.

Les Grands Chiffres :

- 28 000 Etudiants,
- 2 000 Enseignants et Enseignants - chercheurs,
- 600 Chercheurs (organismes nationaux et recherche),
- 1 300 Personnels ITAOS et de Bibliothèque,
- 108 laboratoires de recherche,
- un campus de 124 hectares,
- 390 472 m² de locaux (dont 147 000 m² recherche),
- 35 GWh de consommation d'électricité en 2003, soit 2 M€.



PROGRAMME MDE-CAMPUS

Les différents acteurs locaux du programme :

- ADEME Midi Pyrénées : M. Thierry DE MAULEON (Délégation régionale)
- EDF Midi Pyrénées : M. Bruno MAGIMEL (Délégation régionale)
- UPS : Mme Françoise MONCHOUX (Responsable DESS « Physique du bâtiment), M. Jean-Pierre BEDRUNE (Maître de conférence)

Objectif :

« La Maîtrise de la Demande d'Electricité a pour principal objectif de réduire les consommations d'électricité et les besoins de puissance de pointe, tout en assurant le maintien de la qualité du service rendu, dans un contexte où les contraintes environnementales se renforcent. » (définition de l'ADEME)





MOYENS ET DEMARCHE

Moyens :

- Services techniques de l'université
- 15 Etudiants en DESS « Physique du bâtiment pour la performance énergétique et le confort » dans le cadre de leur formation (4 mois) depuis 2002



Démarche :

- Analyse énergétique des bâtiments
- Introduction d'une démarche de développement durable dans les pratiques quotidiennes, gestion saine et rationnelle des moyens disponibles



METHODOLOGIE





Première approche

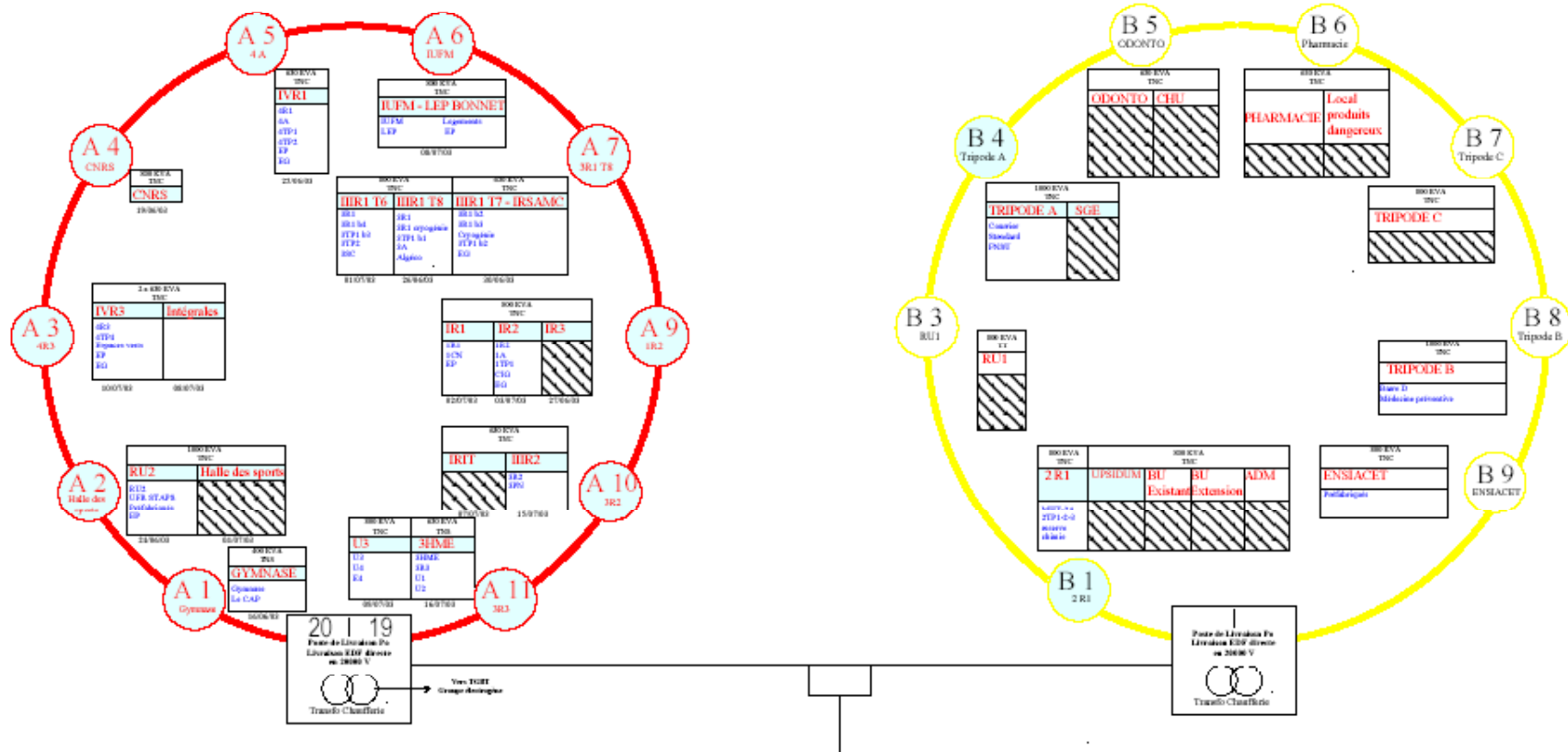


❖ Données de l'Université:

- Consommations trimestrielles de la plupart des bâtiments
- Trois boucles comprenant plusieurs groupes de bâtiments



Première approche





Première approche



❖ Choix de la boucle :

- Rattaché aux Services de l'Université

❖ Collecte des consommations réelles:

- Pour chaque bâtiment ➡ consommation trimestrielle





Première approche



❖ Dans la boucle : 11 alimentations

➤ Schéma de distribution électrique concernant l'alimentation concernée

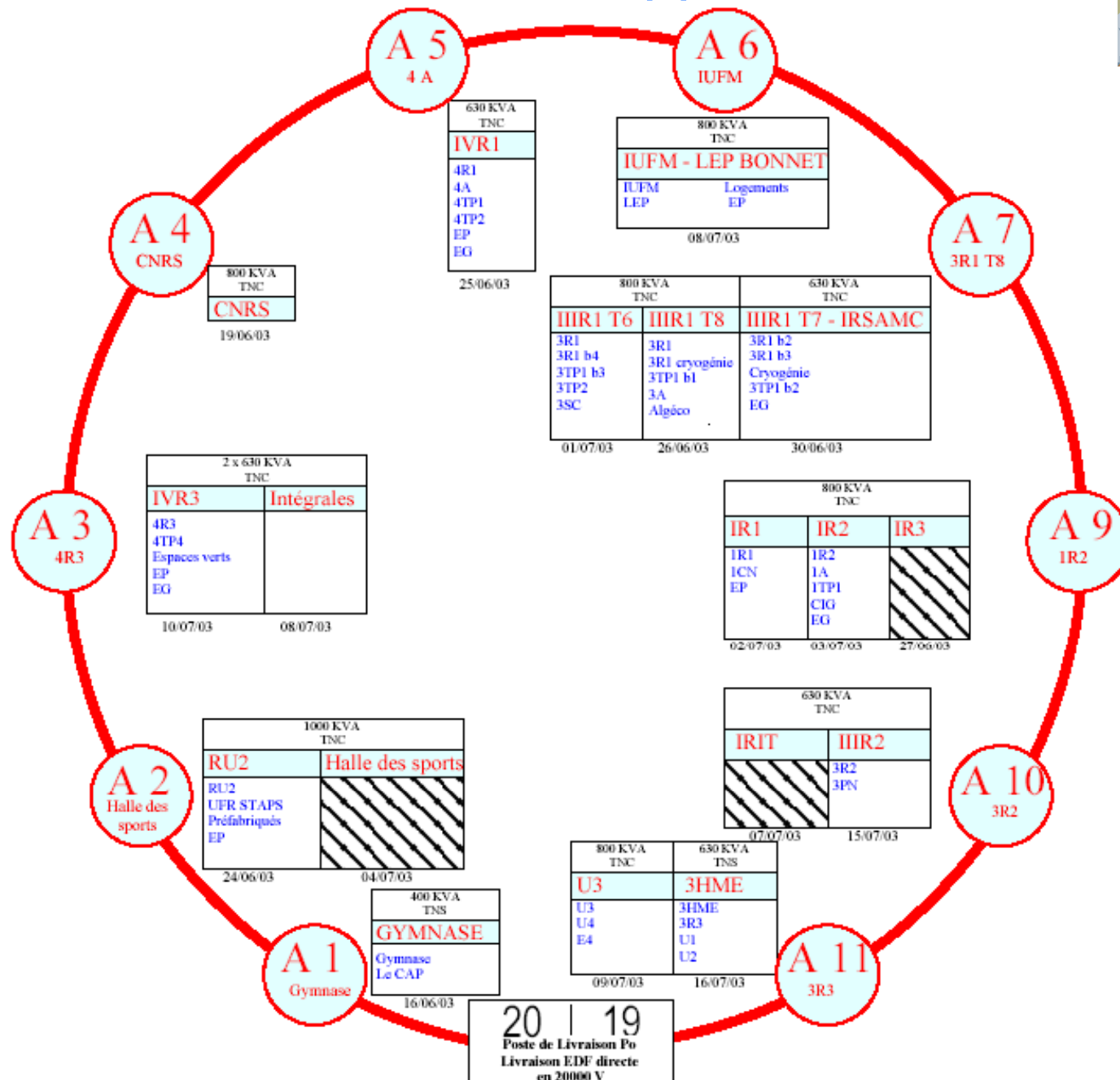
➤ Récapitulatif des informations de chaque bâtiment pour chaque alimentation (2001-2002):

- Surfaces
- Consommations trimestrielles
- Compteurs





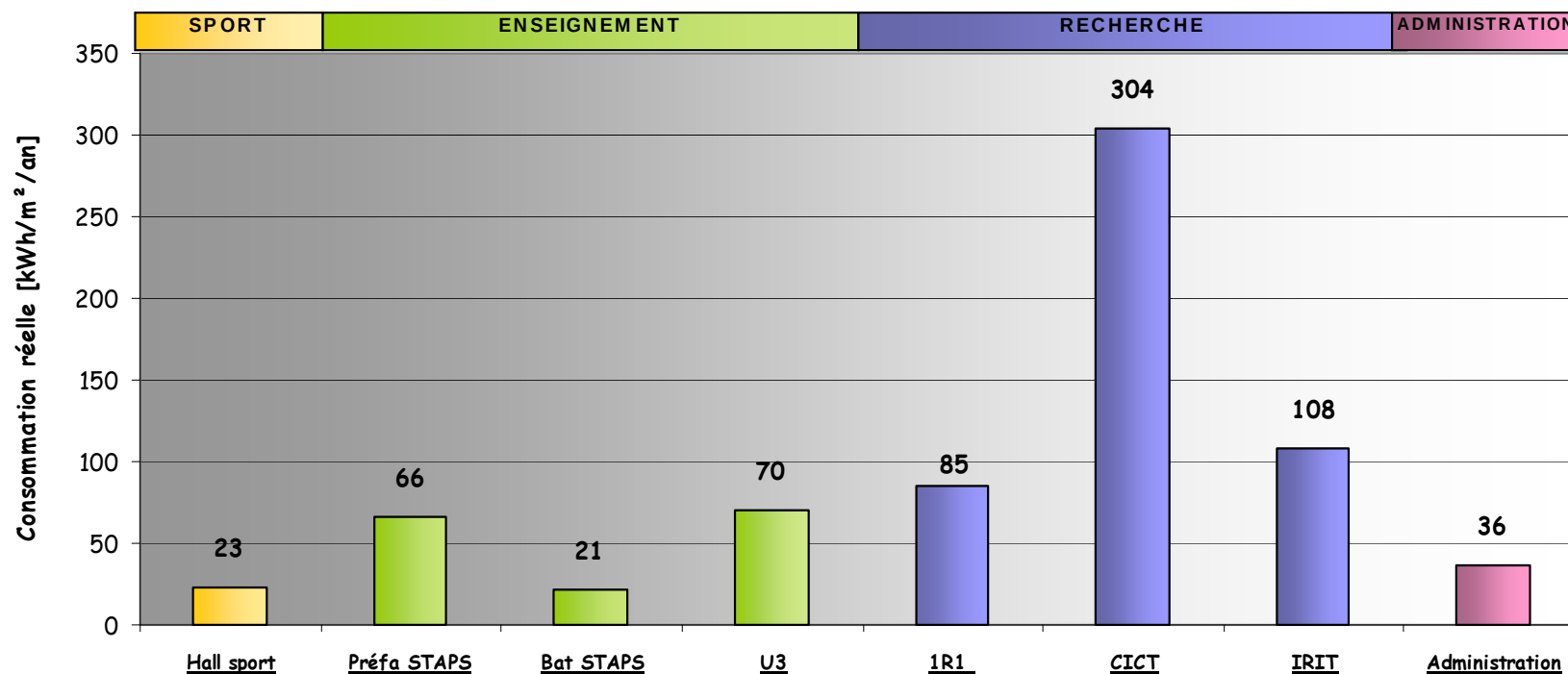
Première approche



Première approche



RATIOS ANNUELS DE CONSOMMATION





Choix des bâtiments



❖ Choix des groupes de bâtiments:

- Consommations collectées
 - Activités diverses
- ➡ 5 groupes de bâtiments



❖ Choix du bâtiment des 5 groupes:

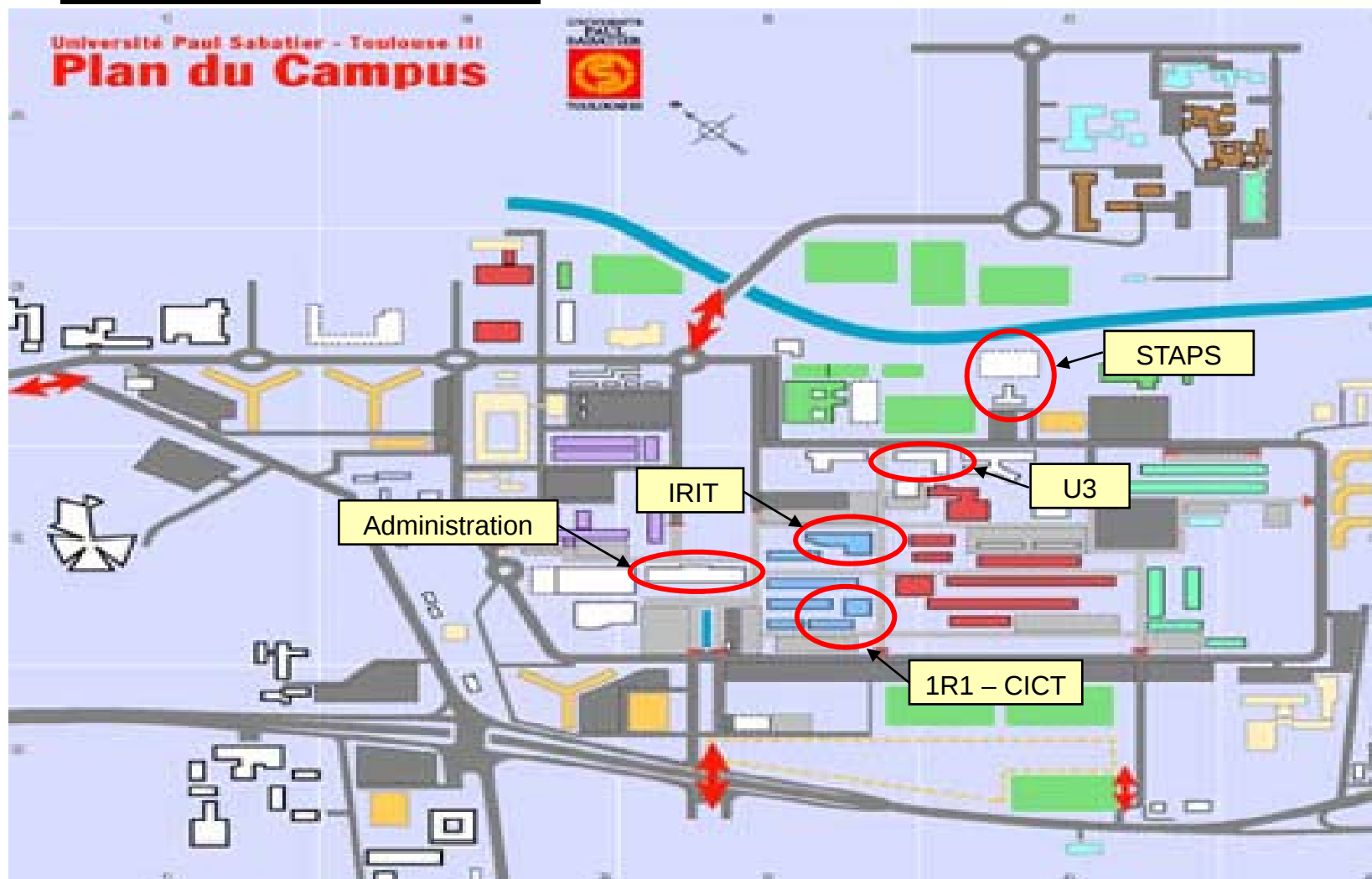
- Un compteur pour un bâtiment
- Activité du bâtiment :
 - Recherche
 - Administration
 - Enseignement



Choix des bâtiments



❖ Bâtiments étudiés:





Visite des bâtiments



❖ Relevé du matériel électrique



➤ *Ordinateurs*



{ Nombre
Type
Fonctionnement

➤ *Éclairage*



{ Nombre
Type
Fonctionnement

➤ *Convecteurs*



{ Nombre
Puissance (W)

➤ *Divers*



{ Nombre
Puissance (W)

❖ Entretiens avec les usagers et le personnel technique

+ Lecture des DOE pour plus d'informations



Définition des hypothèses



❖ Hypothèses temporelles :

- Utilisation des locaux différente en fonction des usagers
 - ➡ *Nombre de jours différents en fonctions de l'activité*

Activité	1 ^{er} trimestre	2 ^{ème} trimestre	3 ^{ème} trimestre	4 ^{ème} trimestre	Année
Etudiants	52	50	21	55	178
Enseignants	54	59	44	60	217
Administration	54	59	44	60	217
Chauffage	54	15	0	30	99
Climatisation	0	20	44	0	64

Répartition des jours travaillés par trimestre

- Fonctionnement journalier en fonction:
 - ✓ *Des observations faites in situ*
 - ✓ *Des propos recueillis*





Définition des hypothèses



❖ Hypothèses d'utilisation :

➤ Coefficients d'utilisation

	Fonctionnement	Simultanéité	Global
Ordinateur	0,75	<i>Etabli en fonction du bâtiment et de son orientation</i>	<i>Egal au produit des deux coefficients</i>
Réfrigérateur	0,33		
Climatisation	0,5		
Chauffage d'appoint	0,33		

Coefficients d'utilisation

➤ Puissance des appareils

	Marche	Veille	Eteint	Portable
Puissance	230	130	15	80

Puissance en Watts des ordinateurs en fonction de leur état



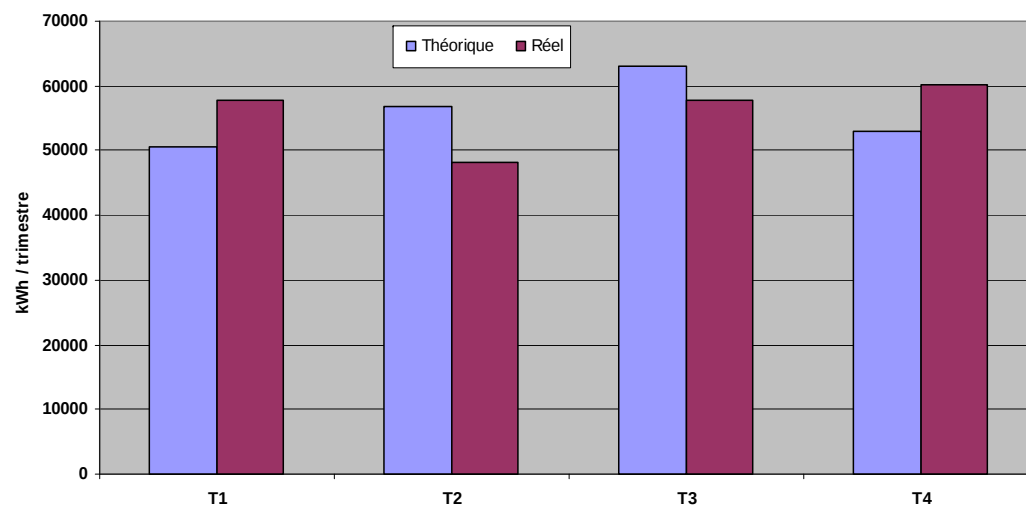


Présentation des résultats

Exemple: Bâtiment administratif



Disparités des consommations trimestrielles



Écart théorique/réel	
T1	-12,7%
T2	17,6%
T3	8,8%
T4	-11,9%
Annuel	-0,4%

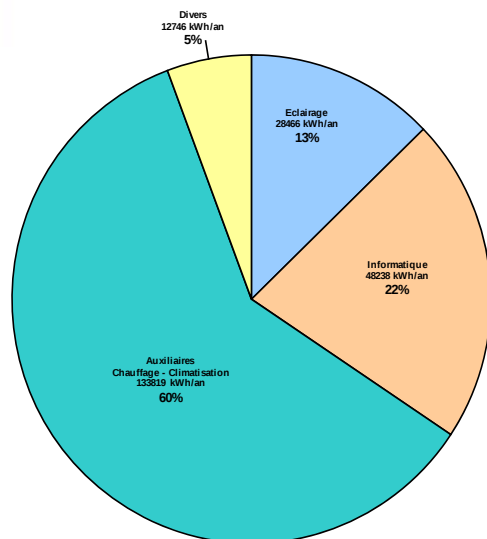
- Écarts < 20%
- Validation des hypothèses
- Généralisation aux autres bâtiments



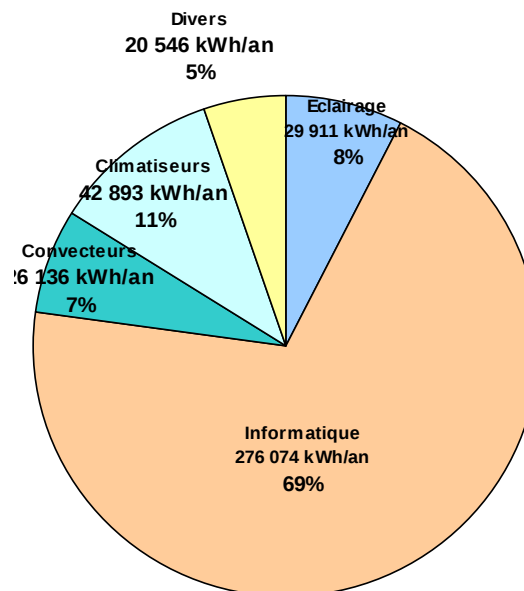
Répartition de la consommation par poste



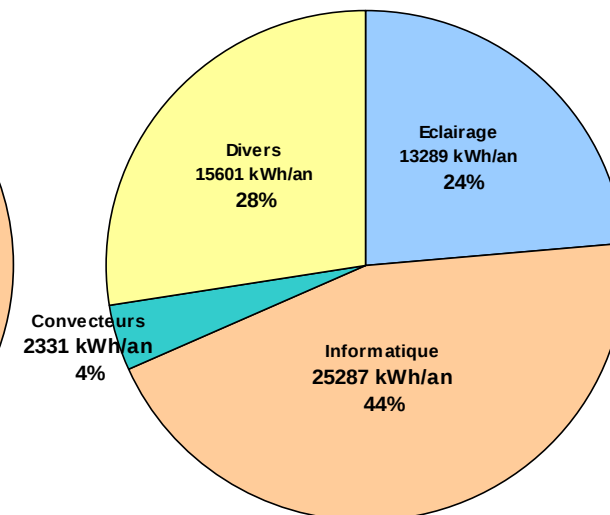
Répartition des consommations



ADMINISTRATION



IRIT



STAPS

ADMINISTRATION

RECHERCHE INFORMATIQUE

ENSEIGNEMENT

↳ Détermination des gisements d'économies

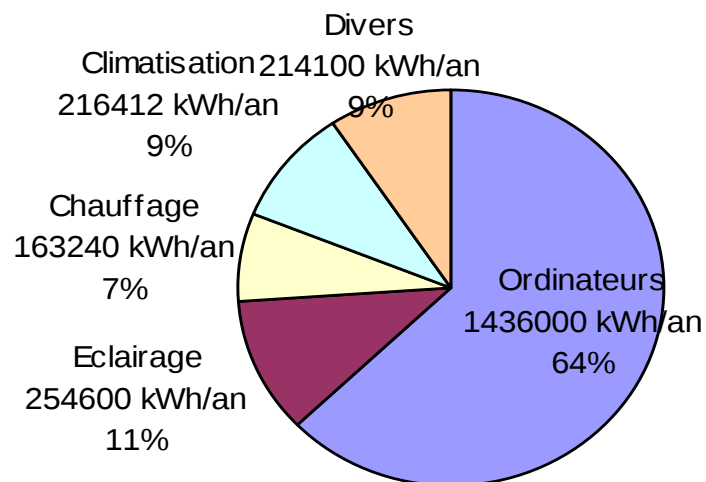


Bilan global de l'audit

❖ Les cinq bâtiments étudiés représentent :

7% de la consommation électrique totale de l'université, soit 2,3GWh

❖ Répartition des 2,3GWh étudiés :





Présentation des solutions

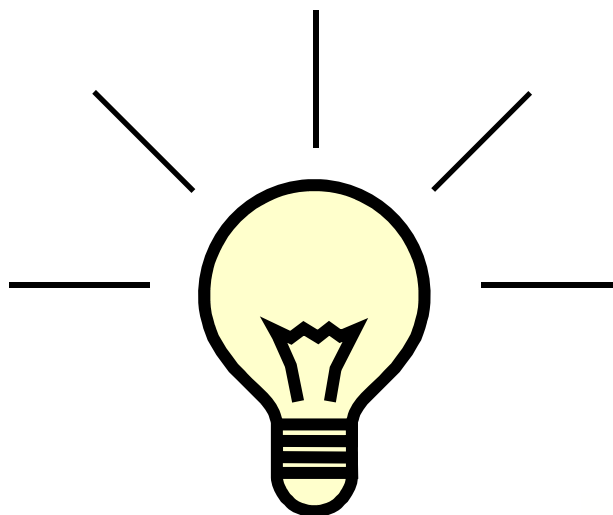


Gisements d'économies:

- ➡ Éclairage
- ➡ Postes informatiques
- ➡ Chauffage et Climatisation
- ➡ Intégration des énergies renouvelables
- ➡ Gestion Technique Centralisée



Recherche d'économie au niveau de l'éclairage





Les solutions envisagées



Sur les bâtiments existants:

- ➡ Remplacement des lampes incandescentes (100W) par des fluo compactes (18W)

Type de lampes	Rendement (lumen/W)	Durée de vie (h)
Lampes à incandescence	5 – 10	1000
Lampes fluo compactes	55 – 68	6000 – 12000



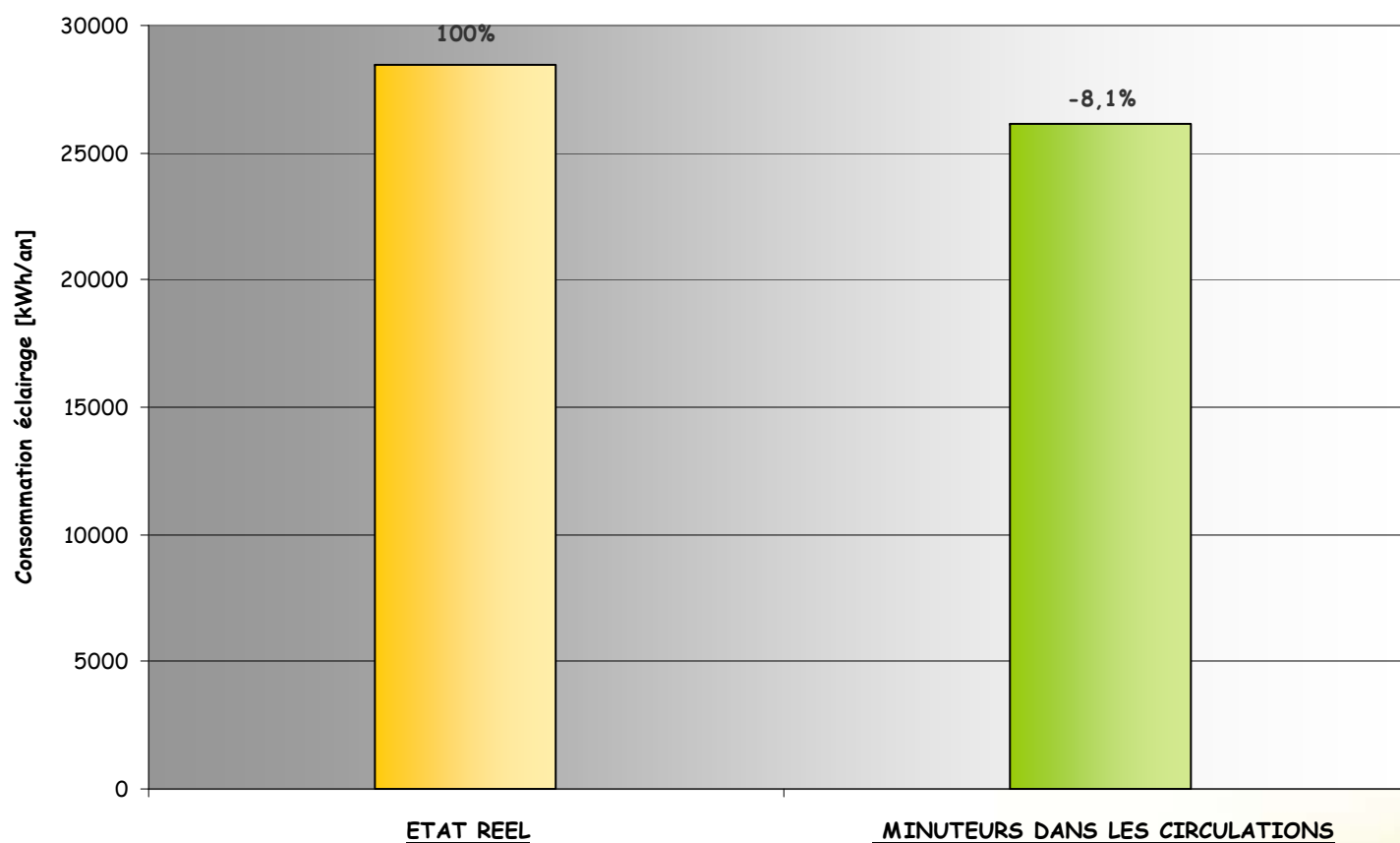
- ➡ Installation de temporisations dans les circulations



Bâtiments existants:



ADMINISTRATION



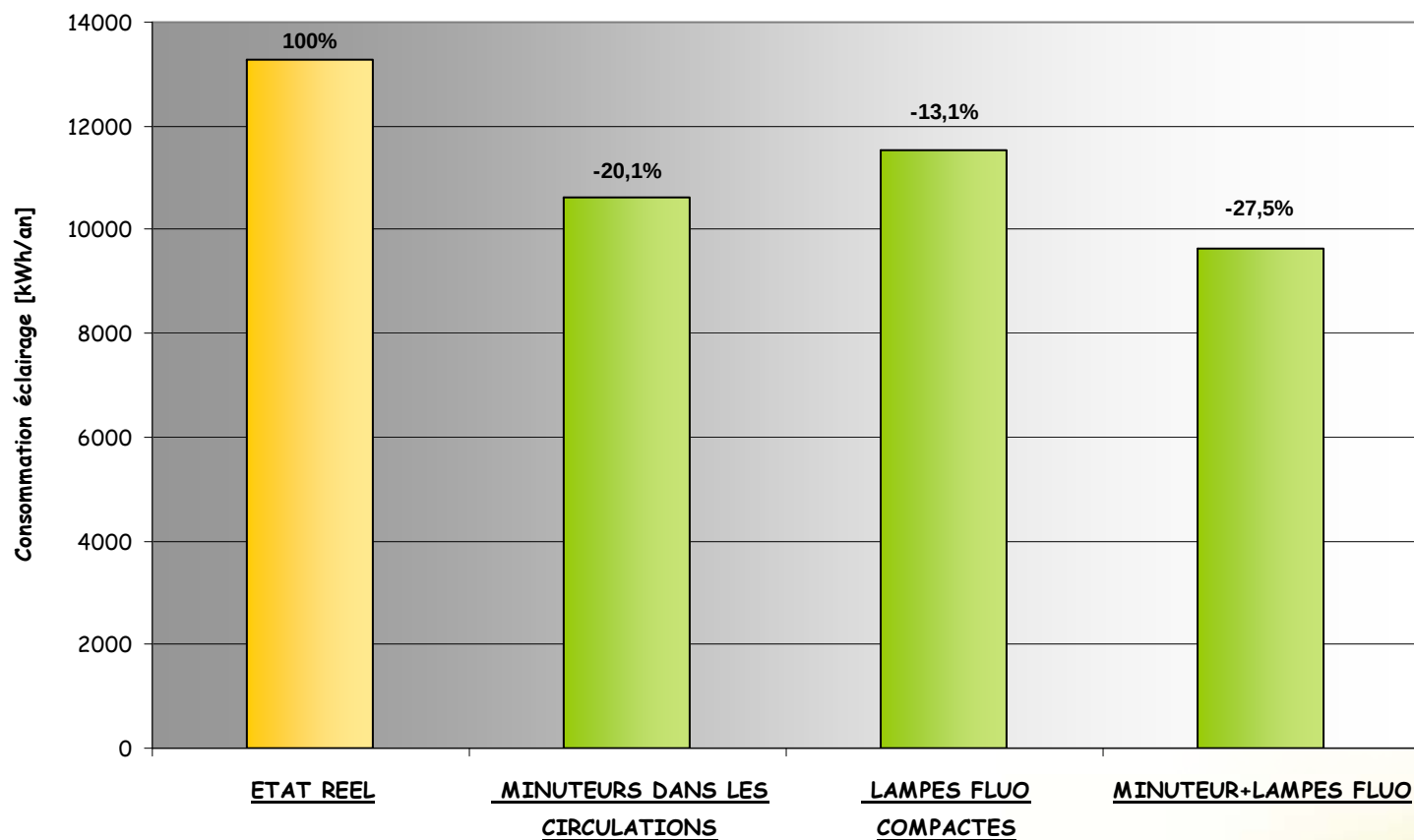


Simulations d'économies

Bâtiments existants:



STAPS





Préconisations



Sur les futures constructions:

- ➡ Préconisation des solutions envisagées pour les bâtiments existants
- ➡ Préconisation de ballasts électroniques pour les futurs programmes
- ➡ Solutions en fonction du type de local





Comparatif ballasts : systèmes d'allumage

Electronique	Electromagnétique
Pas de clignotement (20000 Hz ou plus)	Clignotement visible (60 Hz)
Durée de vie moyenne de 25 ans	Durée de vie moyenne de 10 ans
Tube + ballast $58W + 4W = 55W$	Tube + ballast $58W + 14W = 72W$

Avantages ballast électronique:

- ➡ Réduction des coût de maintenance
- ➡ 50 % d'économie sur la facture EDF





Solutions par type de local



Type de local	Solutions	Avantages	Aperçu
Couloirs et circulations	Détecteurs de présence + gradation	- Jusqu'à 60 % d'économie d'énergie - Optimisation de la durée de vie des lampes	
Bureaux	Cellule photoélectrique + télécommande	- Jusqu'à 60 % d'économie d'énergie - Souplesse d'utilisation	
Salles de réunions	Écran de commande	- Consommation optimisée - Confort visuel	
Locaux d'enseignement	Multicapteur (cellule+ détecteur) et commande filaire	- Jusqu'à 60 % d'économie d'énergie - Câblage réduit	



Recherche d'économies au niveau des postes informatiques





Economies au niveau des postes informatiques



Les solutions proposées :

- Tous les ordinateurs éteints le soir et le week-end
- Matériels économiques
 - Mise en place d'un boîtier d'alimentation à meilleur rendement
 - Mise en place d'écrans plats économiques
 - Mise en place d'une multiprise avec interrupteur

Puissances (en W) d'un ordinateur de base :

	Actif	Veille	Arrêt
UC	120	100	10
Ecran	110	30	5
Ordinateur	230	130	15



Ordinateurs éteints la nuit

Tous les ordinateurs sont éteints pendant la nuit et le week-end.

Puissances (en W) d'un ordinateur éteint le soir et le week-end :

	Actif	Veille	Arrêt
UC	120	/	10
Ecran	110	/	5
Ordinateur	230	/	15

Seule exception pour l'IRIT et le 1R1 (bâtiment de recherche informatique):

➡ 10% des ordinateurs restent allumés le soir afin de faire fonctionner certains programmes.

Solutions:

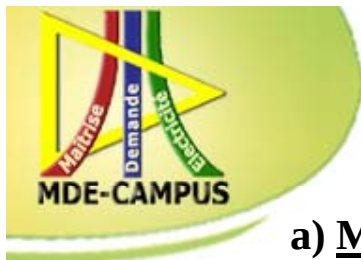
- * Sensibilisation des utilisateurs sur le problème

 - ➡ (campagne de communication, affichage...)

- * Utilisation d'un programme d'arrêt automatique

 - ➡ (petit exécutable Shutdown.exe présent sur Windows XP)





Utilisation de Matériels Économiques



a) Mise en place d'un boîtier d'alimentation à meilleur rendement

Puissances (en W) d'un ordinateur muni d'une alimentation économique :

	Actif	Veille	Arrêt
UC	100	85	8
Ecran	110	30	5
Ordinateur	210	115	13



b) Mise en place d'écran plat (LDC)

Puissances (en W) d'un ordinateur avec un écran plat :

	Actif	Veille	Arrêt
UC	120	100	10
Ecran	15	3	3
Ordinateur	135	103	13



Avantages :

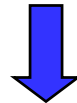
- gain d'espace,
- image de meilleure qualité,
- durée de vie doublée,
- dégagement thermique minimal (→ économie sur la climatisation).



Ordinateurs munis d'un système n'engendrant pas de consommation à l'arrêt



ENERGIE RESIDUELLE



Utilisation d'une **multiprise munie d'un interrupteur**
à fermer après l'arrêt de l'ordinateur.



Puissances (en W) d'un ordinateur sans consommation à l'arrêt :

	Actif	Veille	Arrêt
UC	120	100	0
Ecran	110	30	0
Ordinateur	230	130	0

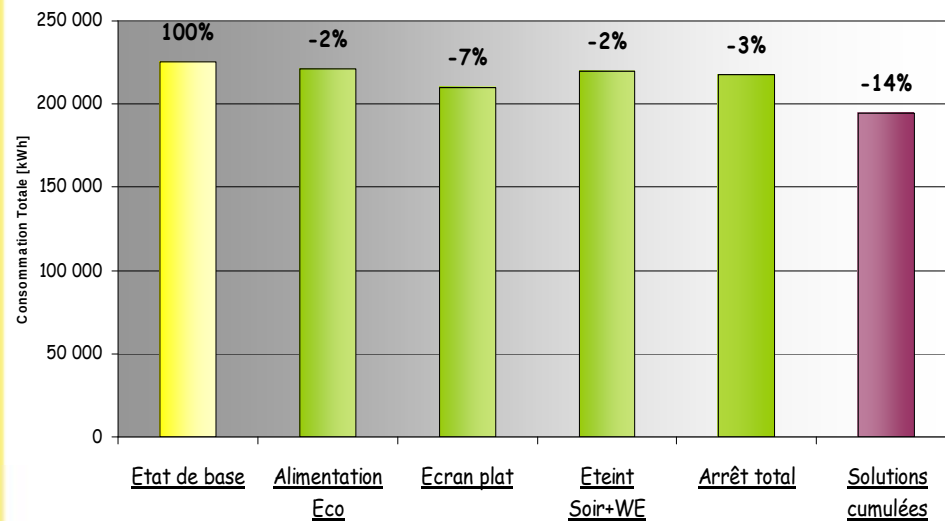
Récapitulatif des solutions

- Présentation des bâtiments étudiés:

- Administration générale
- Bâtiment U3
- IRIT

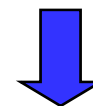


Administration

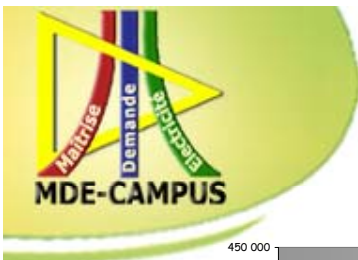


Analyse des solutions de l'Administration

Peu de matériel informatique



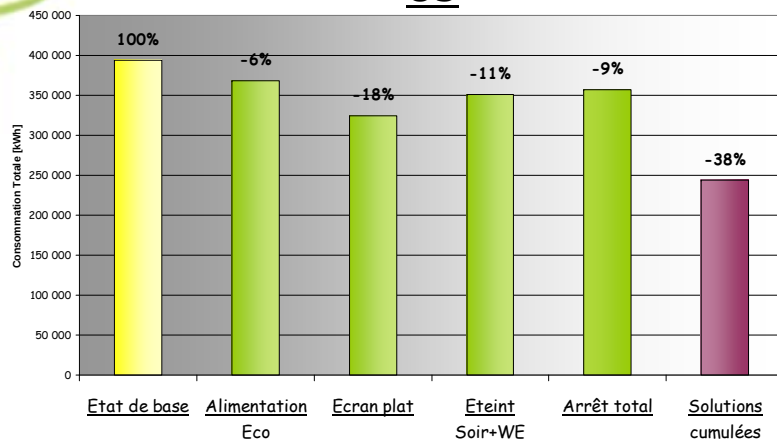
Faible économie



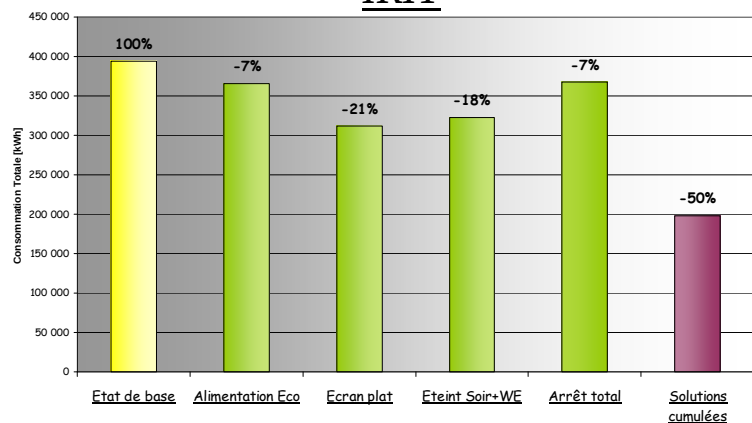
Récapitulatif des solutions



U3



IRIT



Analyse des solutions des bâtiments IRIT et U3 :

nombre important de postes informatiques



forte économie de consommation par la mise en place de matériels économiques.

Si cumul des solutions → économie optimale (de 2% à 56%) selon le type de bâtiment.

MAIS SOLUTION UTOPIQUE !!!





Analyse des temps de retour

Alimentation eco

30 €

Batiment	Administration	IRIT	U3
Nbre de postes	98	355	385
Gain (en €)	289 €	1 987 €	1 782 €
Investissement (en €)	2 940 €	10 650 €	11 550 €
Temps de retour (an)	10,2	5,4	6,5

Envisageable pour un grand nombre d'ordinateurs

Ecran plat

160 €

Batiment	Administration	IRIT	U3
Nbre de postes	98	355	385
Gain (en €)	1 084 €	5 768 €	4 845 €
Investissement (en €)	15 680 €	56 800 €	61 600 €
Temps de retour (an)	14,5	9,8	12,7

Envisageable pour un grand nombre d'ordinateurs

Mais prix en baisse constante et futur monopole sur le marché

Multi-prise

8 €

Batiment	Administration	IRIT	U3
Nbre de postes	98	355	385
Gain (en €)	534 €	1 828 €	2 556 €
Investissement (en €)	784 €	2 840 €	3 080 €
Temps de retour (an)	1,5	1,6	1,2

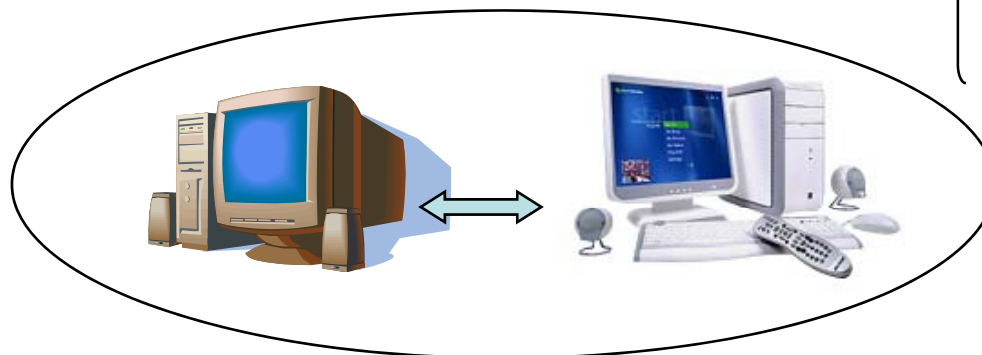
Intéressant car faible investissement



BILAN



➤ Le changement de matériel :



forte économie d'énergie

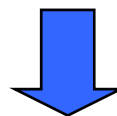
mais

investissement colossal

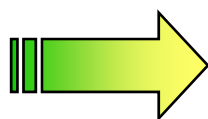


réalisable mais à moyen terme

➤ Les économies les plus intéressantes en terme de rentabilité et de temps :



**sensibilisation des usagers
par des campagnes de communication**



**Responsabiliser les différentes composantes de l'UPS en les
confrontant directement à leurs consommations**



CHAUFFAGE ELECTRIQUE



ET CLIMATISATION



CHAUFFAGE



PRESENTATION :

Le chauffage des bâtiments est assuré par une chaufferie centrale

Le chauffage est en fonctionnement de novembre à la fin avril.

Un **chauffage d'appoint** (convecteur) est nécessaire dans certains bureaux

- Mauvaise **isolation** des bâtiments (menuiserie et isolant)
- Faible **inertie** des bâtiments
- **Régulation** du chauffage
- **Cohabitation** dans les bureaux
- Absence de **Ventilation**

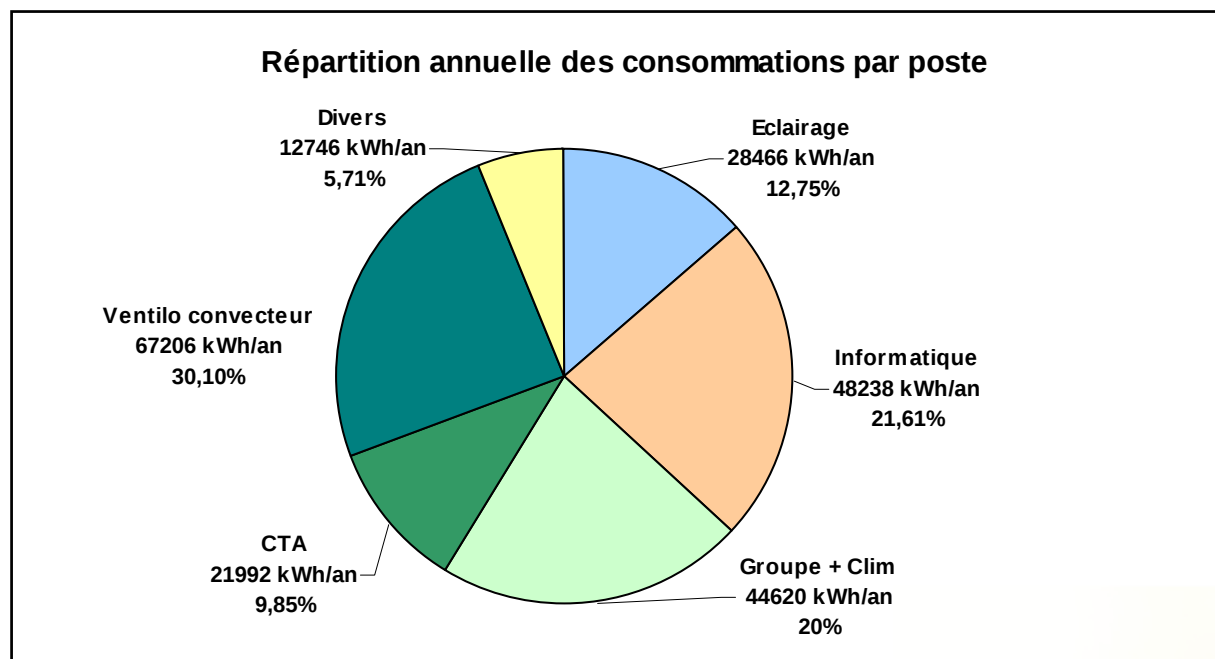


CHAUFFAGE



Le Bâtiment Administration

- Ventilateurs allumés tout le temps (sauf mois d'août).



Ventilateurs = 30% de la consommation totale

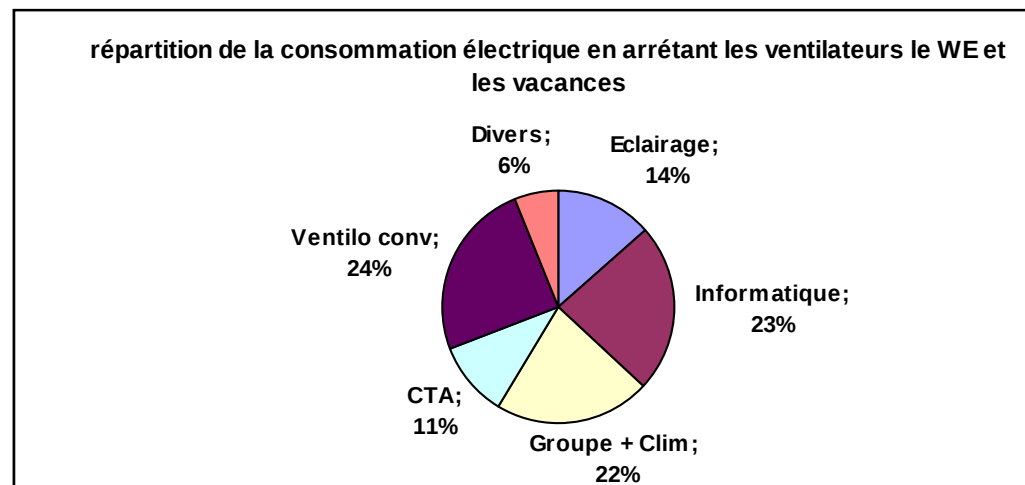


CHAUFFAGE



Le Bâtiment : Administration

- Ventilateurs stoppés les WE (sauf les WE d'hiver).



Ventilateurs = 24% de la consommation totale

Économie de 16 000kWh/an (1200 Euros/an)



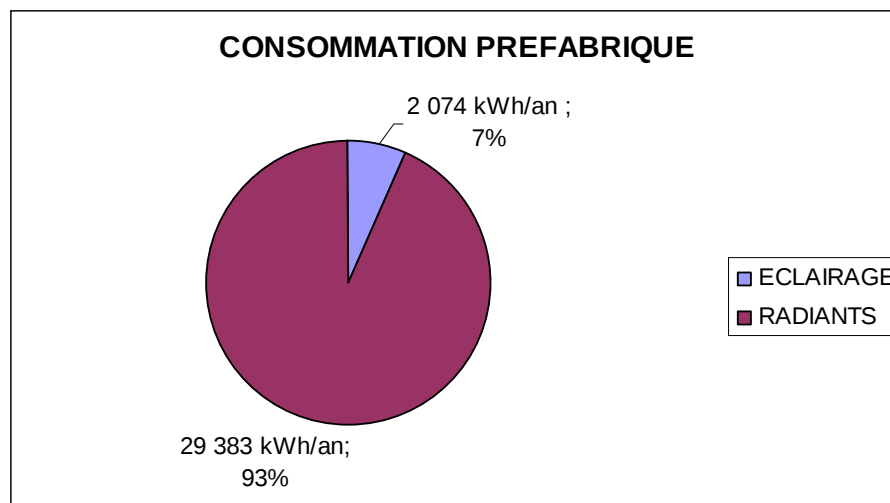


CHAUFFAGE



Le Bâtiment : Préfabriqué STAPS

- Surface de 506 m²
- Deux salles de gymnastique
- Consommation électrique :



- Chauffage Electrique : type radiant
- En 2001, plus de consommation électrique que tout le bâtiment UFR STAPS.





CHAUFFAGE



Le Bâtiment : Préfabriqué STAPS



SOLUTIONS :

- Remplacer le bâtiment (aucune information)
- Relier le bâtiment à la chaufferie centrale
- Mise en place d'une chaudière au gaz et des radiateurs eau-chaude
- Modification de la régulation (heures de fonctionnement)



CLIMATISATION



PRESENTATION :



➤ Causes de l'augmentation du nombre de climatiseurs sur le campus :

- Canicule de l'été 2003
- Besoin de confort

➤ Réponses actuelles à ces besoins

Bâtiments neufs : installation systématique de groupes froid

Rénovation : mise en place de climatiseurs individuel

➤ Moyens d'éviter les surconsommations électriques :

- o choix d'un matériel plus performant
- o Meilleure utilisation des locaux climatisés



CLIMATISATION



Choix du Matériel :

➤ Performances énergétiques :

- Compresseur INVERTER (40 % d'économie)
- Temps de retour de 1 à 4 ans

➤ Climatiseurs réversibles:

- dans les locaux utilisant des convecteurs
- consommation électrique pour le chauffage divisée par 3
- Peu de surcoût d'investissement

➤ Point de vue esthétique et acoustique :

- Utilisation de multi- splits (moins d'unités extérieures)
- Maintenance limitée (moins de compresseurs)





CLIMATISATION



MODE D' EMPLOI :

Sensibilisation des utilisateurs:

- limiter les échanges de chaleur entre l'extérieur et l'intérieur (Stores)
- Fermer portes et fenêtres durant l'utilisation d' un climatiseur
- Réguler sur la consigne et non sur la ventilation (DT 7°C avec l'extérieur)
- Eteindre la ventilation des ventilo-convecteur la nuit



Intégration des énergies renouvelables





ENERGIES RENOUVELABLES

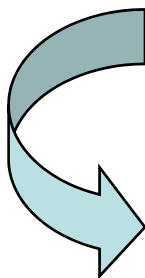


- **ENERGIE EOLIENNE ET HYDRAULIQUE:**

- PROBLEMES DE MISE EN ŒUVRE

- **ATOUTS DE L'UPS :**

- SURFACE DE TERRASSE IMPORTANTE DES BÂTIMENTS



ENERGIE SOLAIRE



ENERGIE SOLAIRE

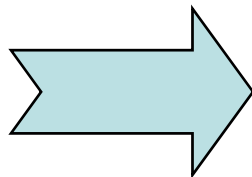


Contrairement aux énergies fossiles, l'énergie solaire :

- NE PROVOQUE PAS D'ÉMISSIONS POLLUANTES (NOX ET CO2)
- C'EST UNE ÉNERGIE PROPRE, SILENCIEUSE ET INÉPUISABLE.

L'utilisation de l'énergie solaire permet :

- LA PRODUCTION D' EAU CHAUDE SANITAIRE (**SOLAIRE THERMIQUE**).
- LA PRODUCTION DE L' ÉLECTRICITÉ (**SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE**).
- ON PEUT ÉGALEMENT PRODUIRE DU FROID (**CLIMATISATION SOLAIRE**)



Analyses et études des besoins



SOLAIRE THERMIQUE

Dans le cadre de l'université, ce procédé pourra être utilisé pour alimenter en eau chaude :

- LES CITÉS UNIVERSITAIRES
- LES RESTAURANTS UNIVERSITAIRES.

Application :

Pour une résidence universitaire accueillant 200 personnes
120 m² de panneaux

Taux couverture solaire	60 %	Apport solaire annuel	51 000 kWh/an
Besoin annuel	88 500 kWh/an	Productivité annuel	430 kWh/an





SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Panneaux photovoltaïques produisent du courant continu qui est ensuite transformé en courant alternatif type EDF à 50 Hz et 220 V par onduleur pour être :

- SOIT CONSOMMÉ À L' INTÉRIEUR DES BÂTIMENTS (OU EXTÉRIEUR),
- SOIT ENVOYÉ SUR LE RÉSEAU PUBLIC

Les modules photovoltaïques : rendement maximal de 14 %

Pour une puissance **solaire** de 1000 W/m² la puissance électrique disponible par m² de capteur est de l'ordre de 140 W





SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE



QUELQUES CHIFFRES :

- ✓ Un générateur raccordé au **réseau** coûte : 6,5 à 7,5€/Wc.
- ✓ Le prix de revient du kWh produit varie entre 0,3 € et 0,7€, en fonction du site (sans aides).
- ✓ Les kWh d'origine photovoltaïque sont achetés par EDF environs 15c€/kWh.



SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE



CHOIX DE L'INSTALLATION :

Le choix dépendra essentiellement:

- DE LA SURFACE DISPONIBLE SUR LES TERRASSES

APPLICATION :

BÂTIMENT 1R1, CONSOMMATION: 320000 kWh/an

SURFACE TERRASSE : 900 m²

SURFACE UTILE DE PANNEAUX : 300 m²

50000 kWh/an PRODUIT PAR ÉNERGIE PHOTOVOLTAÏQUE

SOIT 15,6% DE LA CONSOMMATION TOTALE



CLIMATISATION SOLAIRE

ATOUTS :

- SOLUTION PROPRE, EFFICACE ET SILENCIEUSE
(Capteur et machine absorption : pas de compresseur)
- PAS DE PIÈCES MÉCANIQUES EN MOUVEMENT
➡ DURÉE DE VIE PLUS LONGUE QUE LES
GROUPES DE RÉFRIGÉRATION CLASSIQUES

INCONVENIENTS :

- MISE EN PLACE D 'UNE MACHINE A ABSORPTION
- ENCORE EN PHASE DE DEVELOPPEMENT DONC PAS DE REcul
- GISEMENT SOLAIRE





Etude de la répartition de la consommation électrique sur le campus et améliorations



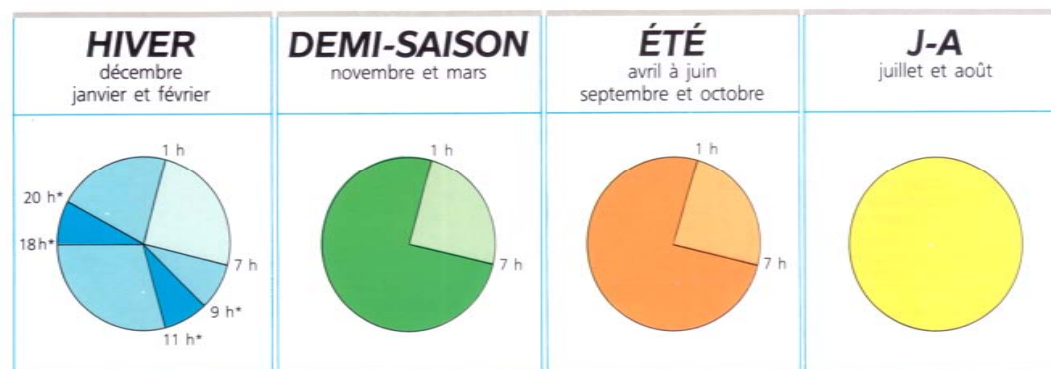


Tarification EDF sur la faculté: le tarif A8

Le tarif A8 en général

- Quatre choix pour l'abonnement (TLU, LU, MU, CU)
- Huit tranches d'heures

HIVER			DEMI-SAISON		ÉTÉ		J-A
Pointe	Heures Pleines	Heures Creuses	Heures Pleines	Heures Creuses	Heures Pleines	Heures Creuses	



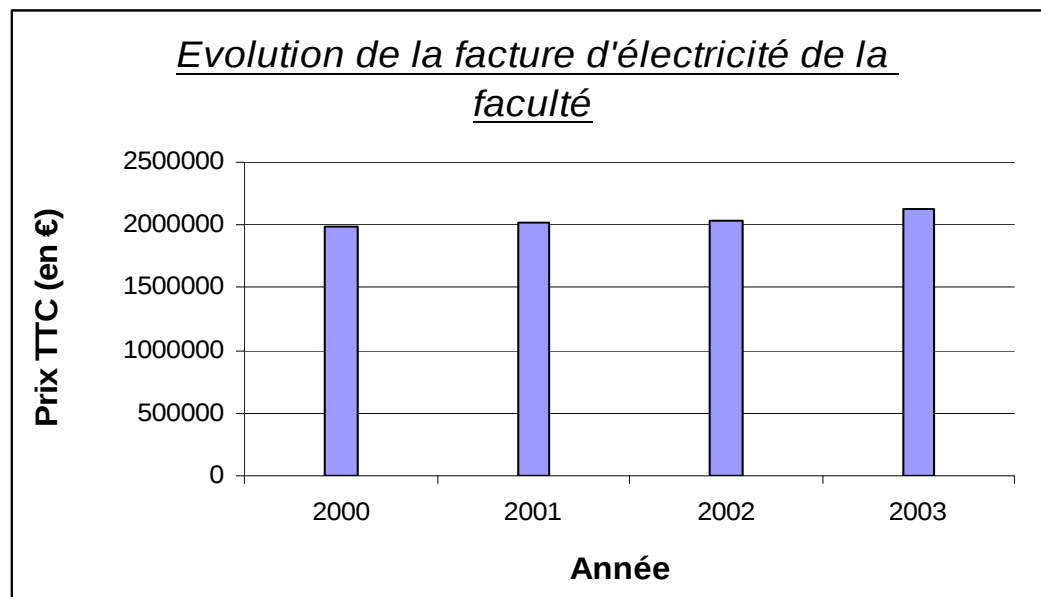
* Horaire de pointe le plus fréquemment pratiqué. En effet pour tenir compte des particularités régionales, les 2 périodes de deux heures de pointe peuvent différer d'un Centre de Distribution à l'autre. Consultez EDF.





Le contrat EDF sur la faculté

- Option de base, versions Longues Utilisations (LU).
- Puissance souscrite de 7050 kW constante toute l'année.
- Prix du kWh variable suivant les saisons : de 10 cents à 2 cents.
- Prime à l'abonnement de 440000 € par an.
- Pénalités SUR les appels de forte puissance (>7050 kW)

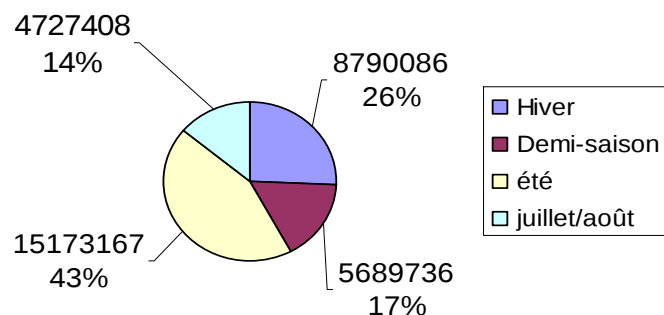




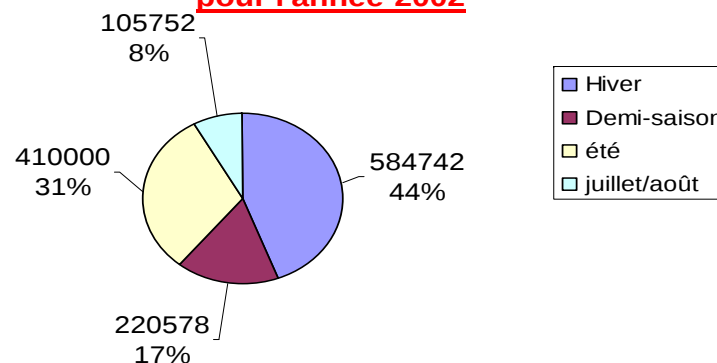
Le contrat EDF sur la faculté



Répartition de la consommation en kWh par saison pour l'année 2002



Répartition de la consommation en € par saison pour l'année 2002



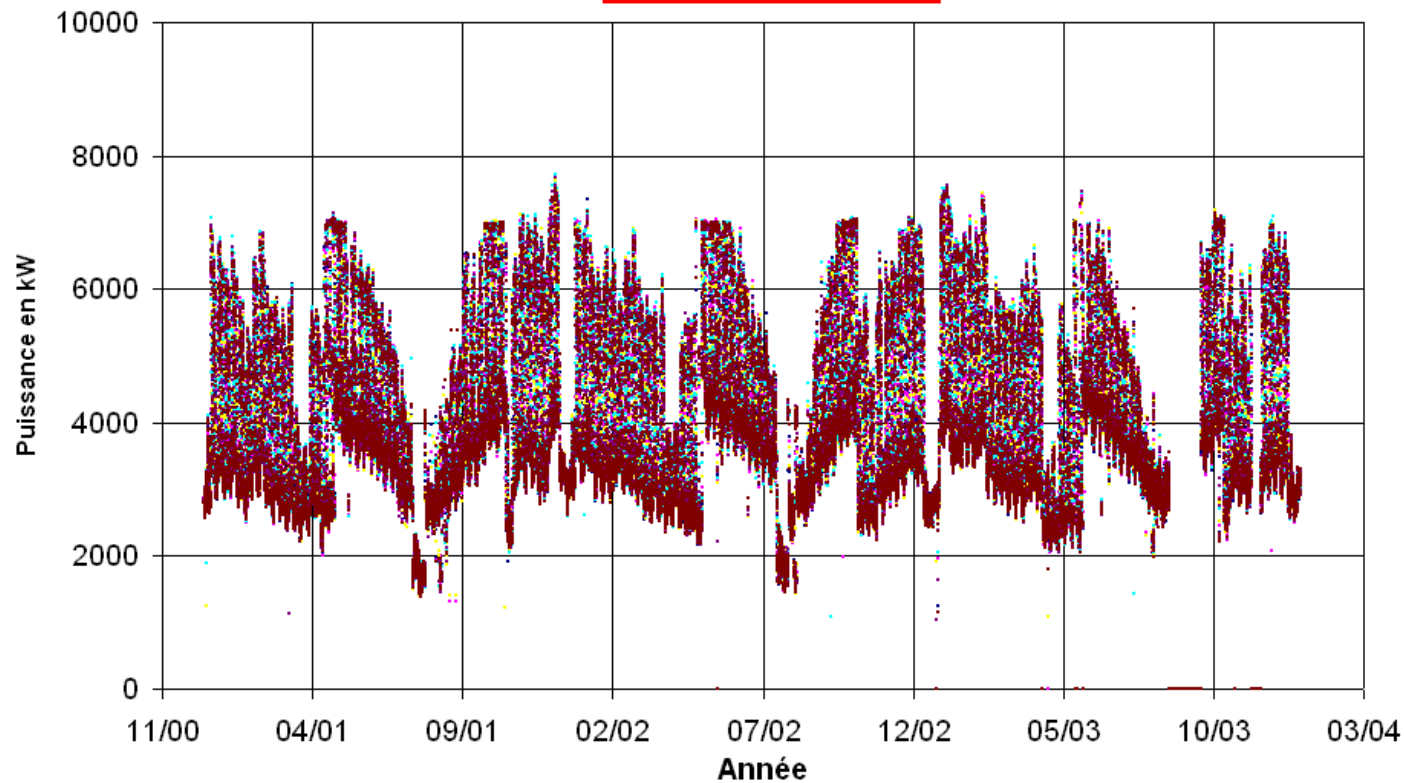
- En consommation : 43% pour la période été (5 mois), et 43% pour l'hiver (5 mois).
- En facturation pour ces mêmes périodes : 31% en été, 61% en hiver.

➔ Les économies réalisées seront donc plus importantes en hiver.



Etude de la courbe de charge

Courbe de charge du Campus sur 3 ans: point 10 minutes

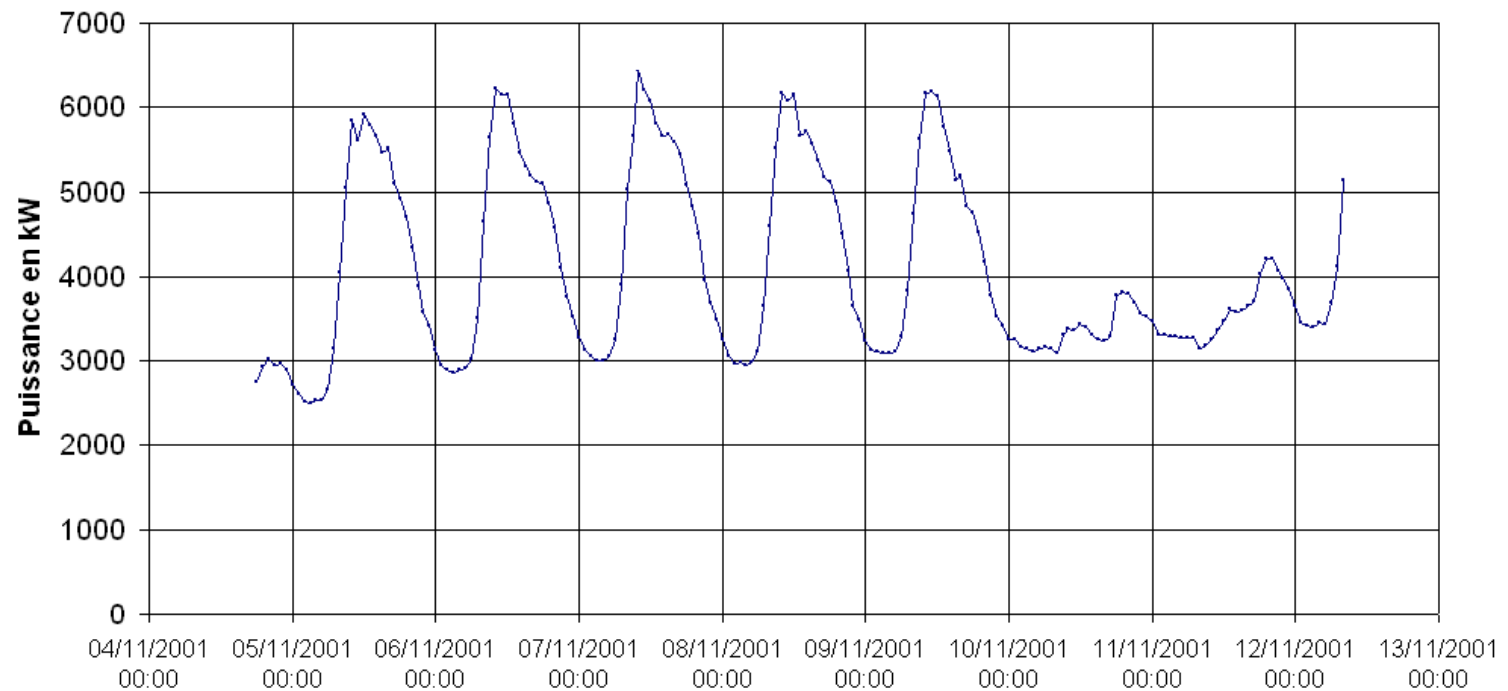


- Consommation avec des minimums en été et des maximums en période scolaire.



Etude de la courbe de charge

Puissance appelée durant une semaine:
point toutes les heures



- Suggestion d'une étude pour la mise en place de deux contrats EDF.



Suggestion de la mise en place de deux contrats EDF



1 pour le CROUS et les services sociaux :

- Consommation constante.
- Contrat EDF optimisé avec une puissance souscrite de 3000kW.

1 pour le reste de l'université :

- Consommation avec des pics mais avec une puissance souscrite nettement inférieur à l'actuelle.

MAIS : Ceci reste une piste d'étude car actuellement nous ne disposons pas d'informations précises sur chaque compteur du CAMPUS.





Suivi des consommations

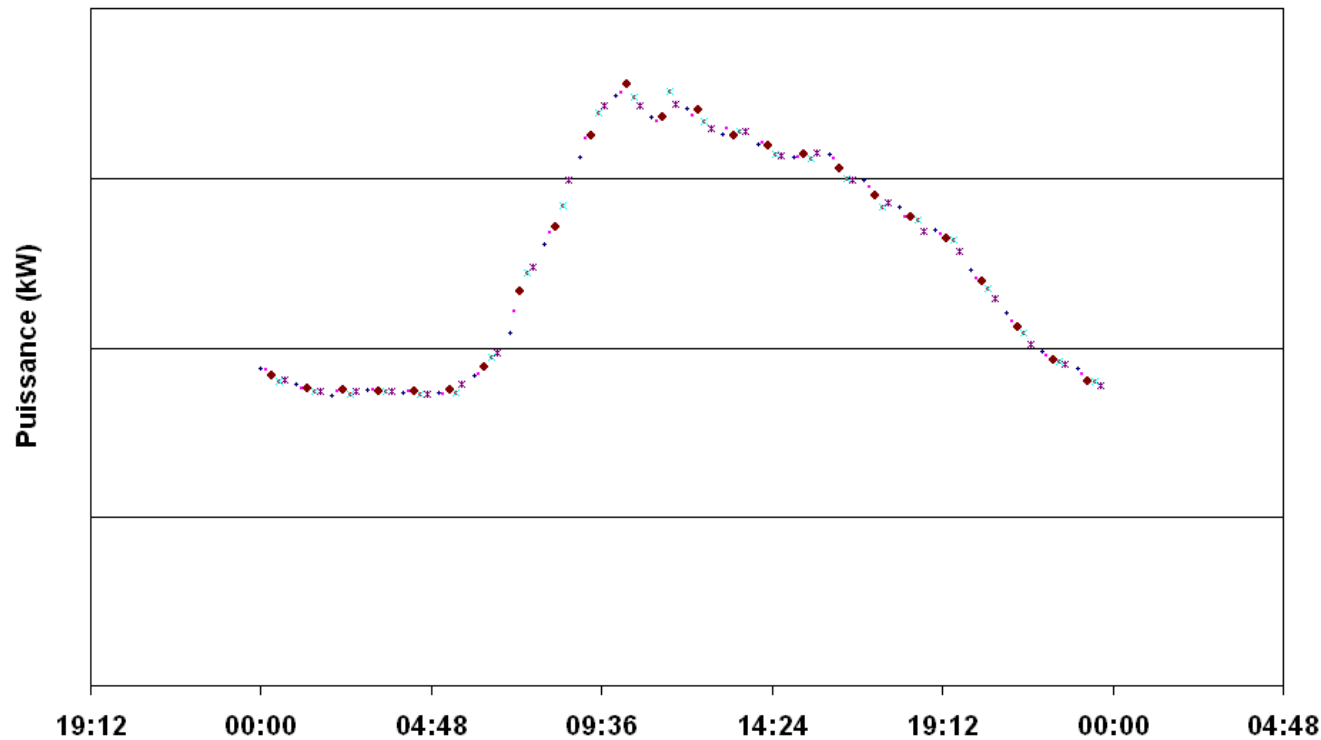


- Remplacement des compteurs de l'université par de nouveaux compteurs télérelevés
- S'assurer que chaque bâtiment ait son propre compteur
- Relier ces compteurs au système GTC du SGE

Objectif : Optimiser et affiner le suivi des consommations de chaque bâtiment.



Evolution de la consommation d'un bâtiment sur une journée



- Diminuer la part de consommation la nuit en éteignant les appareils.
- Baisser le pic de consommation dans la journée en mettant en place les solutions proposées précédemment.



Campagne de sensibilisation



- Prévoir des interventions au sein des administrations, des étudiants et des enseignants dès le début de l'année.
- Mise en place de projet Eco-campus dans le programme des autres formations.

Objectif : Tout le monde doit être concerné



Label « Unis-Vert-Cité »

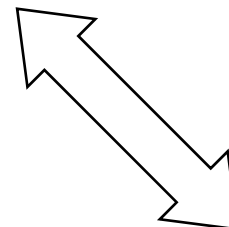
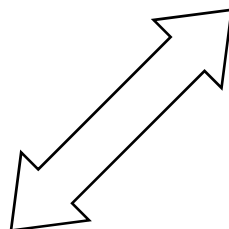
But : certifier les différents bâtiments au sein de l'université.

- Evaluer la part d'économie réalisée par chaque bâtiment et pour chaque promotion.
- Améliorer l'information sur le planning des étudiants et y intégrer les résultats d'économie réalisées sur chaque bâtiment.
- Introduire une matière développement durable pour tout les secteurs d'enseignement et y affecter une note relative aux économies d'énergie.

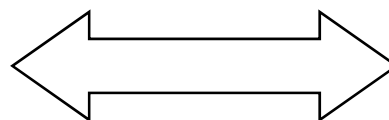




Unis



Cité



Vert



Merci de votre attention



DESS Physique de l'Habitat 2004