

Université d'été



8 et 9 Octobre 2010

Mèze

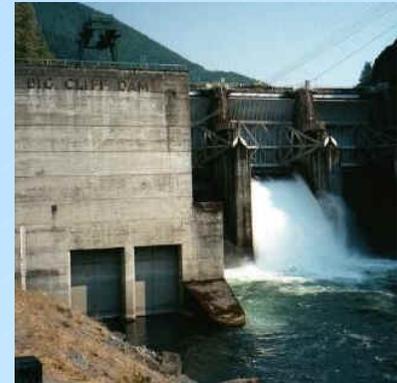
Le rôle de l'électricité dans les bâtiments sobres en énergie

Olivier SIDLER – Sté ENERTECH

1 - POURQUOI REDUIRE LES CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE ?

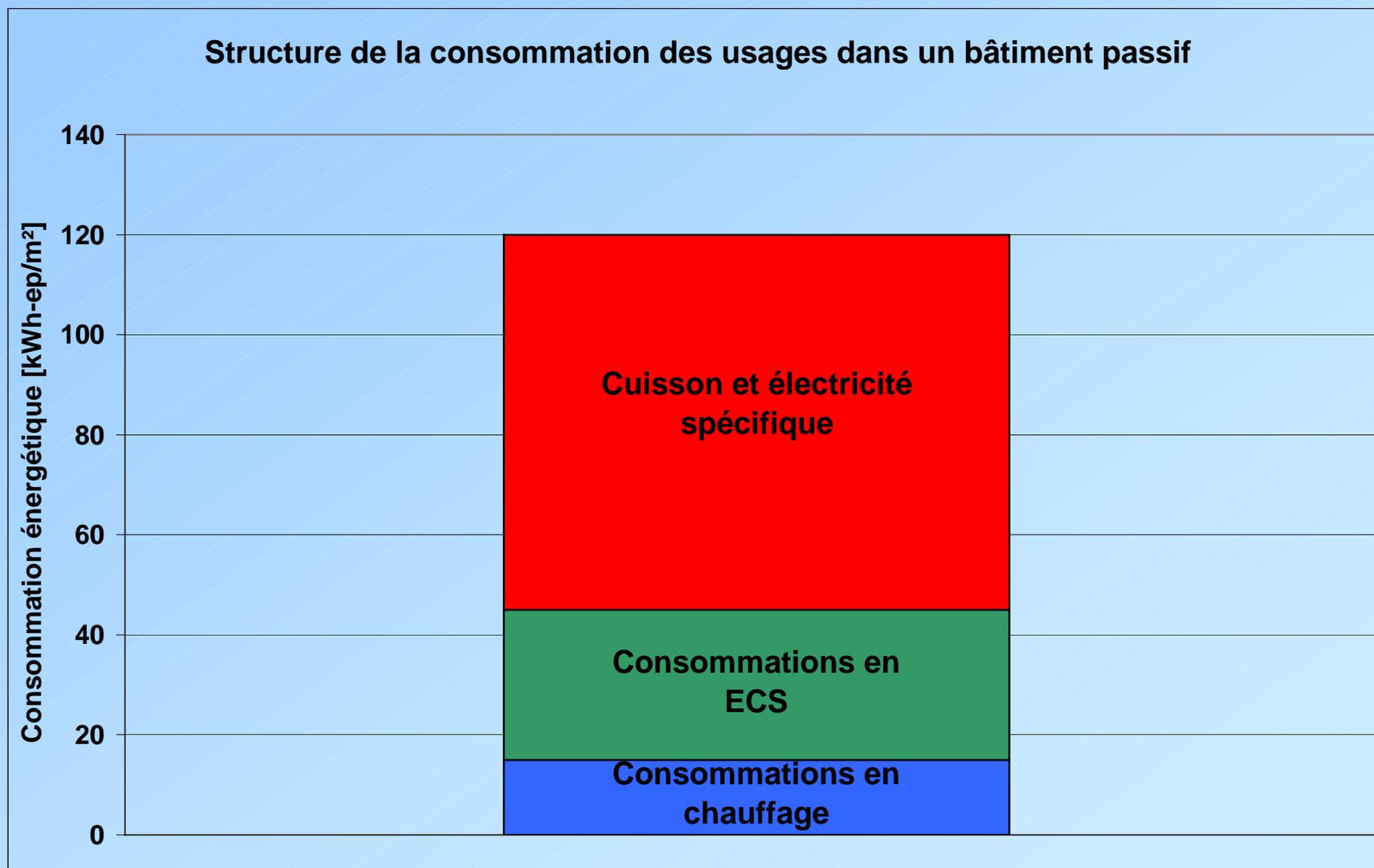
POURQUOI REDUIRE LES CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE ?

- 1 - Produire plus d'électricité, ce serait produire plus d'effet de serre et/ou de déchets nucléaires. Produire de l'électricité est malheureusement presque toujours une activité « **sale** ».



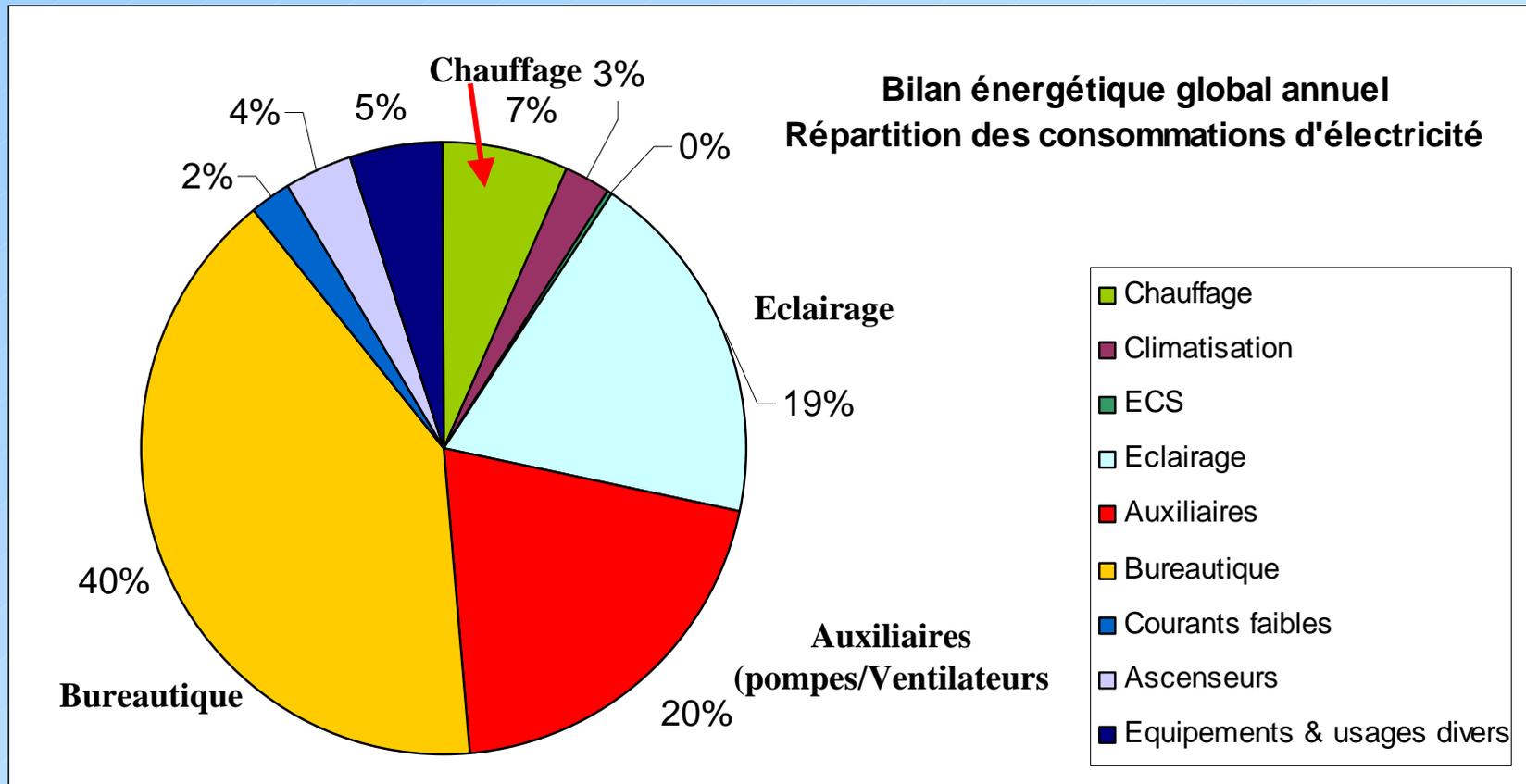
POURQUOI REDUIRE LES CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE ?

2 - L'électroménager coûte trois fois plus cher et consomme cinq fois plus que le chauffage dans les logements à très faible consommation



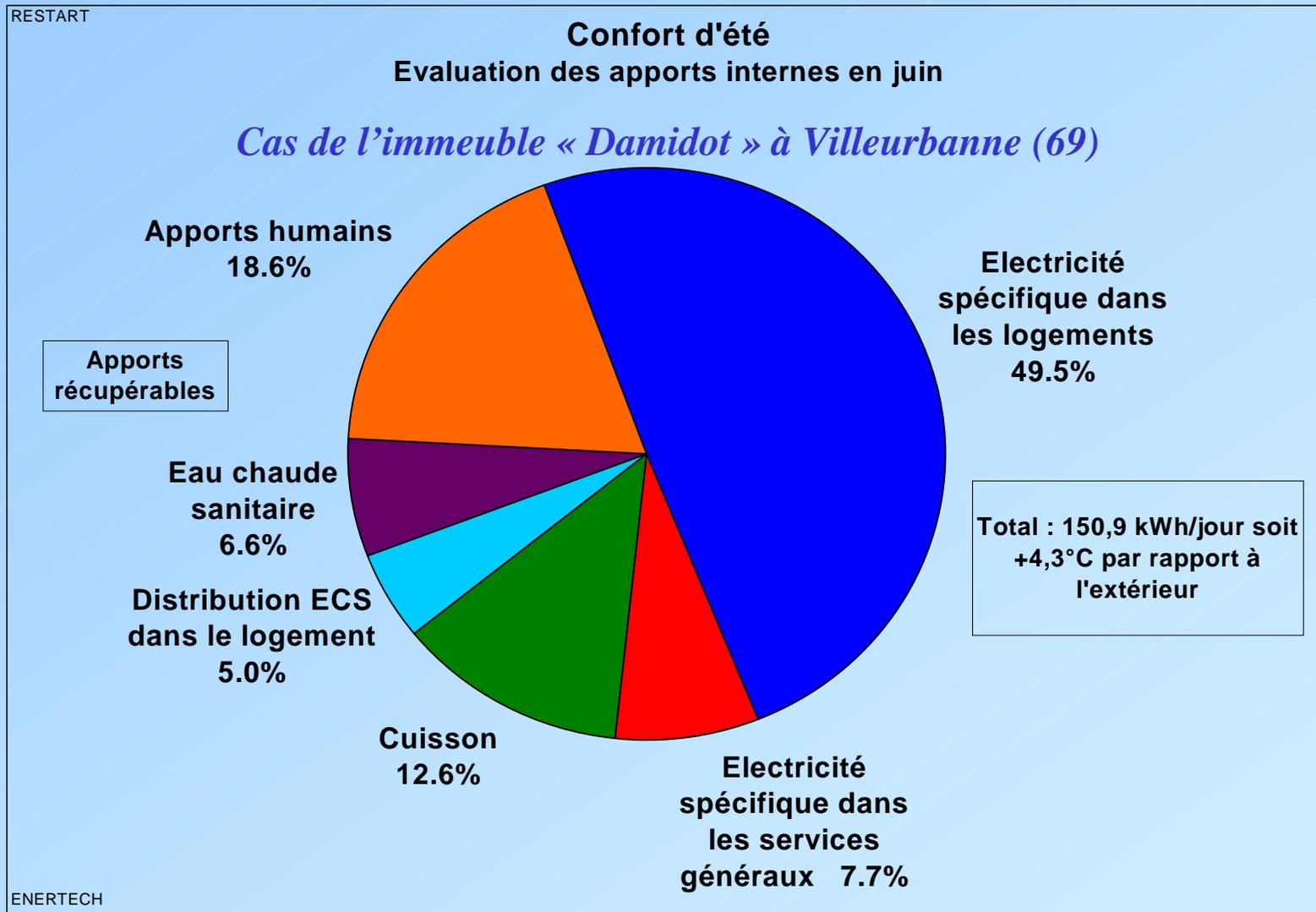
POURQUOI REDUIRE LES CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE ?

3 - Envisager l'avenir sous l'angle de l'efficacité énergétique concerne toutes les énergies sans exception. Les consommations d'électricité doivent aussi être divisées par 4. Dans les bâtiments à très basse consommation, les usages spécifiques de l'électricité représentent plus de 90 % de la consommation tous usages confondus....



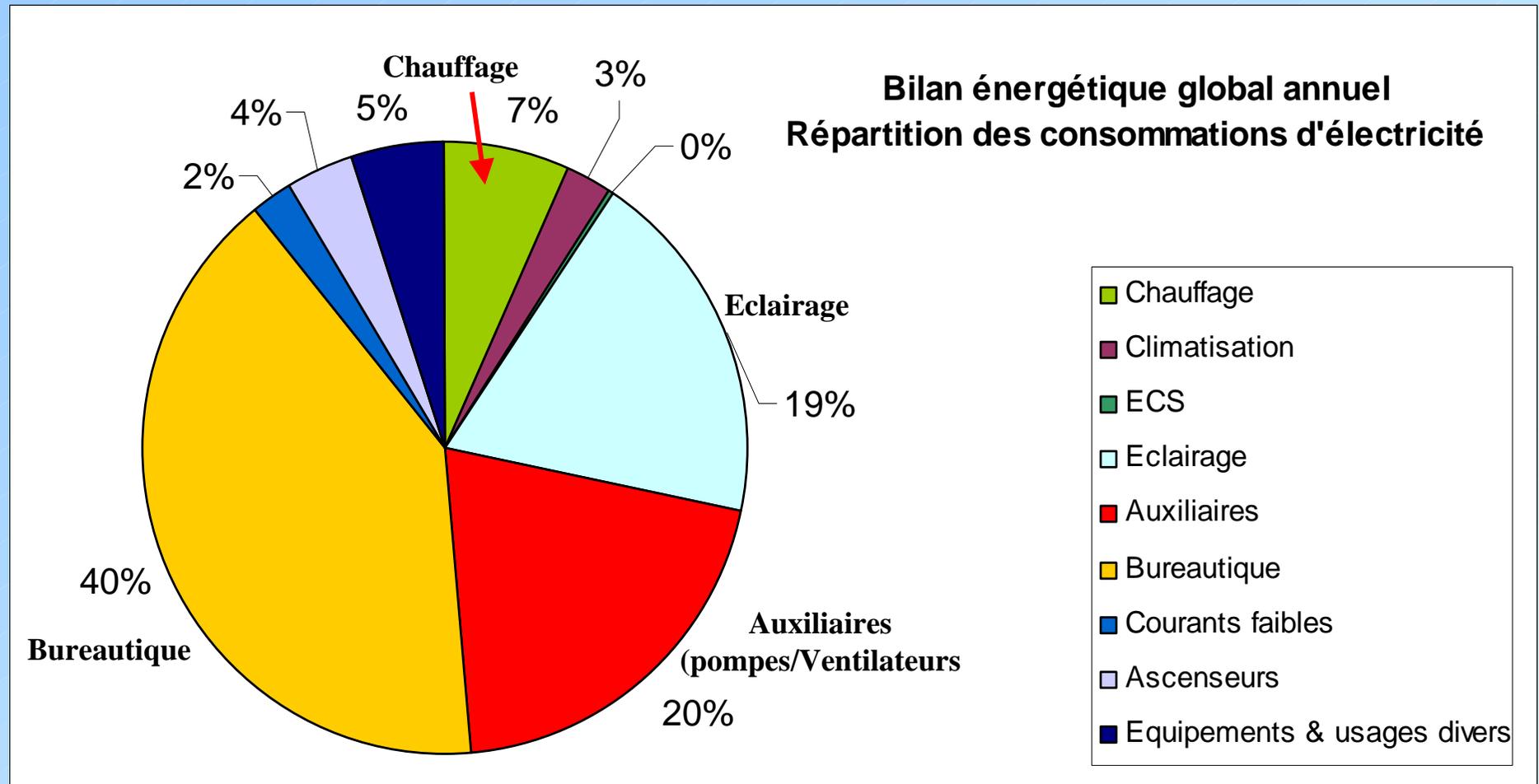
POURQUOI REDUIRE LES CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE ?

4 - Dans les bâtiments très isolés, la consommation d'électricité en été est la principale responsable des **surchauffes**.



POURQUOI REDUIRE LES CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE ?

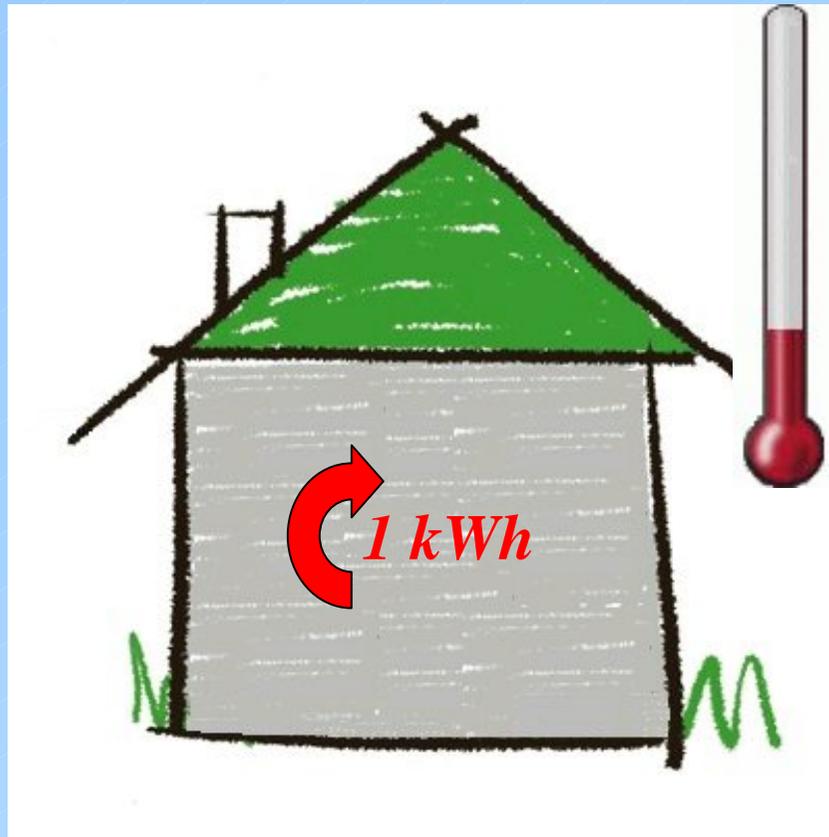
4 - Dans les bâtiments très isolés, la consommation d'électricité en été est la principale responsable des **surchauffes** : dans ce bâtiment tertiaire, **bureautique et éclairage représentent 60 % de la consommation totale!**



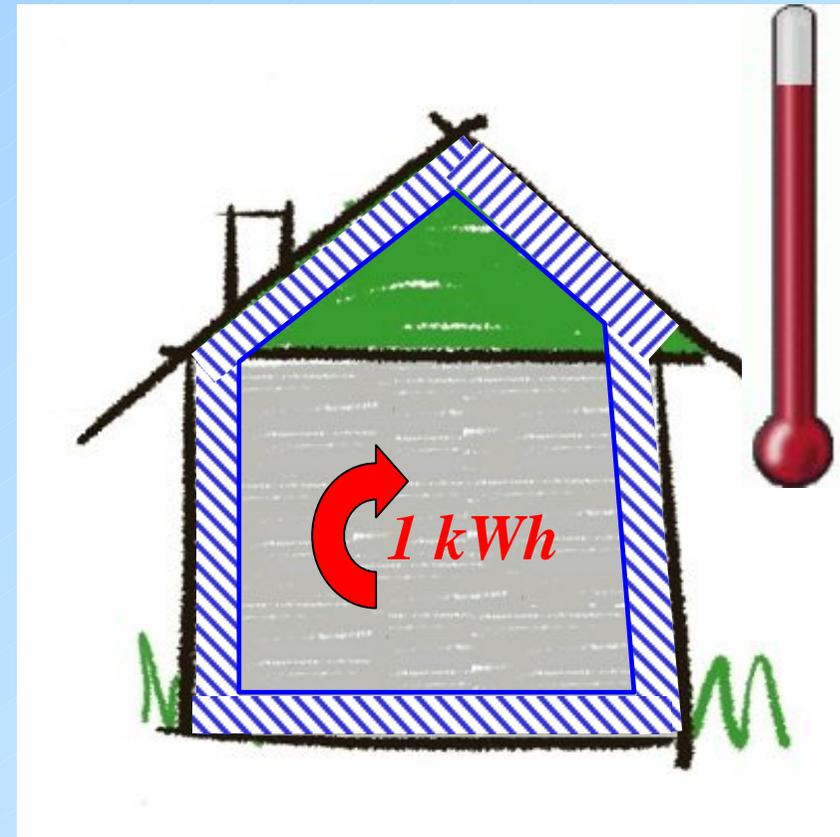
Ecole des Ponts et Chaussées – Bâtiment « Descartes + » (BEPOS)

Le confort d'été

Impact des apports gratuits sur le confort d'été



Maison non isolée

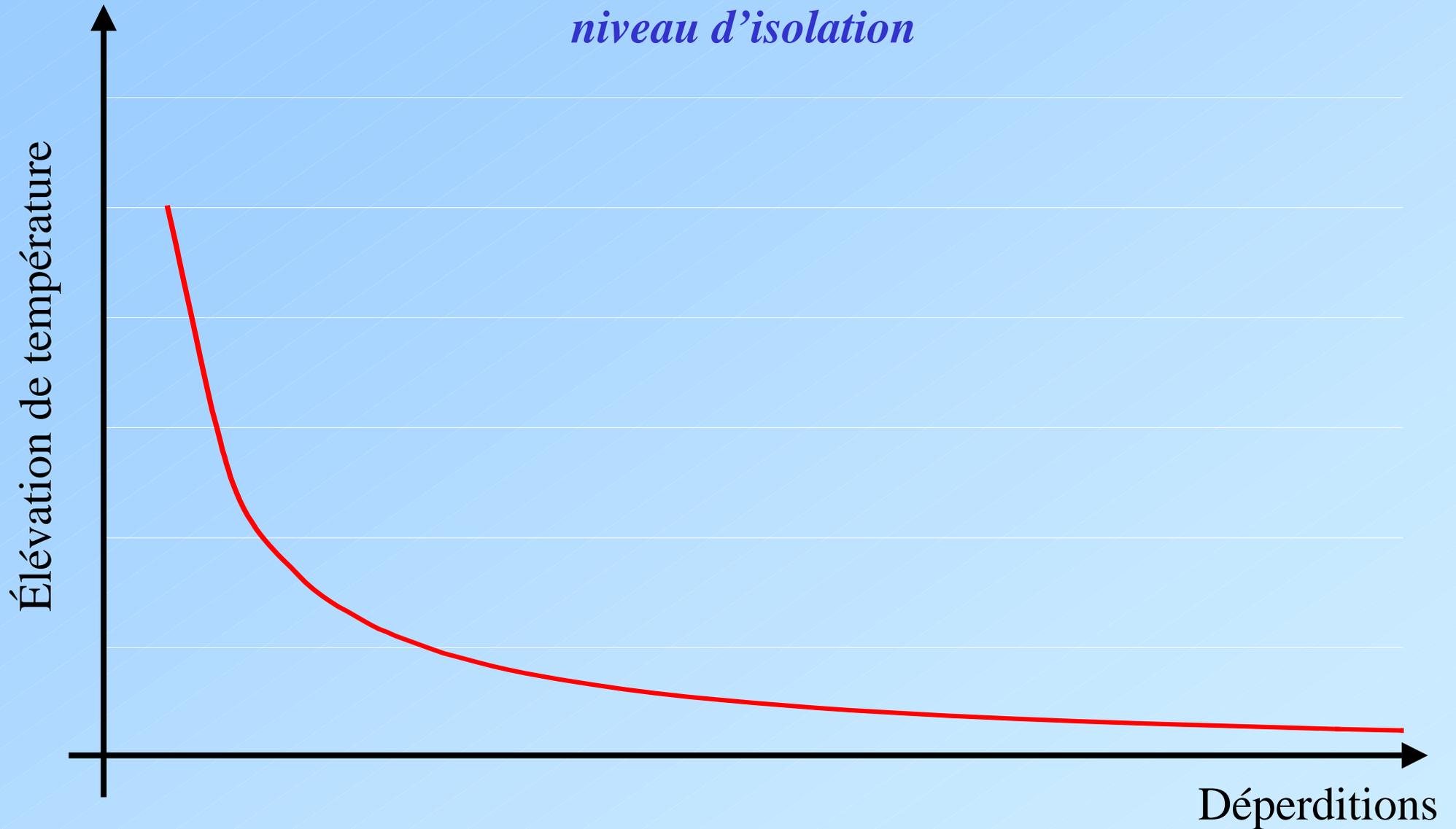


Maison hyper isolée

Plus un bâtiment est isolé, plus sa température est sensible aux apports gratuits

Le confort d'été

Élévation de température pour un apport donné en fonction du niveau d'isolation



2 – COMMENT REDUIRE LES CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE ?

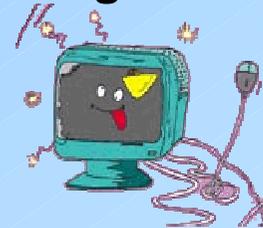
COMMENT REDUIRE LES CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE ?



1 - Il faut d'abord se donner les moyens de mieux comprendre comment fonctionnent les installations et appareils, et quel est le comportement des usagers

⇒ nouvelles méthodes d'investigation basées sur la mesure.

2 - Rechercher les dysfonctionnements, c'est à dire ce qui ne fonctionne pas comme prévu.



3 - Savoir identifier les consommations insoupçonnées, comme par exemple :

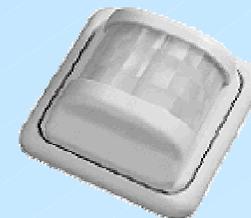
- les veilles,
- les surtensions continues,
- etc.



4 - Ne faire fonctionner les appareils qu'en cas de besoin !

5 - Développer et utiliser des technologies performantes :

- éclairage à haut rendement,
- pompes et ventilateurs à vitesse variable,
- froid performant,
- etc.



6 - Développer et utiliser des matériels performants spécifiques à la rénovation.



3 – TECHNOLOGIES DISPONIBLES ET TECHNIQUES à METTRE EN OEUVRE

3 – TECHNOLOGIES DISPONIBLES ET TECHNIQUES à METTRE EN ŒUVRE

3.1 Ramener les besoins au strict minimum (principe de **sobriété)**

3.1 Ramener les besoins au strict minimum (principe de sobriété)

Deux **exemples** concernant l'éclairage :

**1 - Différencier l'éclairage dans la pièce
(exemple des bureaux)**

3.1 Ramener les besoins au strict minimum (principe de sobriété)

Deux exemples concernant l'éclairage :

1 - Différencier l'éclairage dans la pièce (exemple des bureaux)

Eclairage du local

150 lux

**Pas besoin de beaucoup de lumière
pour aller de la porte au bureau!**

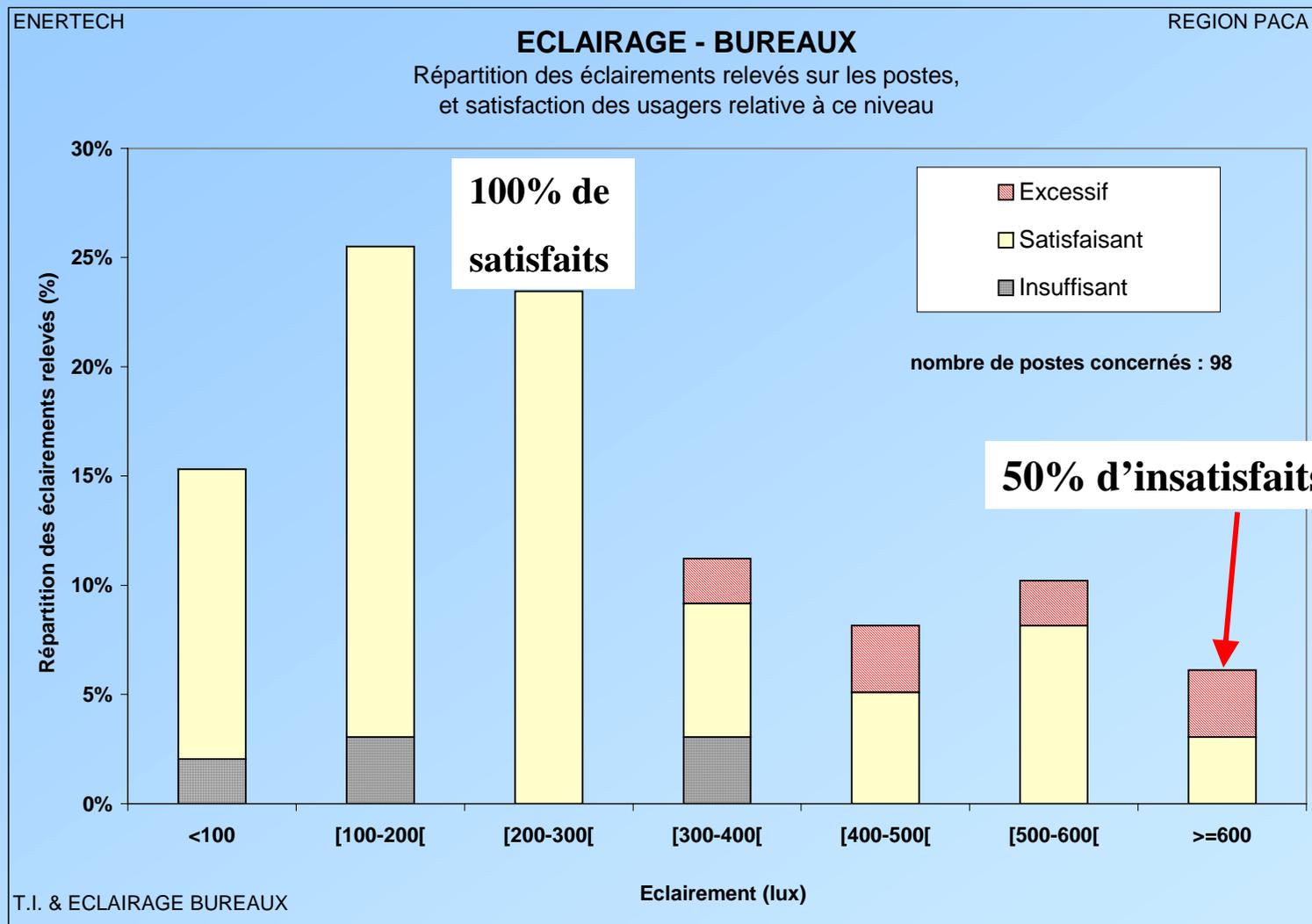
**Eclairage de la zone
de travail**

300 lux

**Chacun fait ce qu'il veut sur la tâche de
travail**

2 – Réduire les niveaux d'éclairage inutilement élevés

Un tube sur deux a été retiré



Ce que disent :

- les utilisateurs,
- la médecine du travail
- les ophtalmologistes

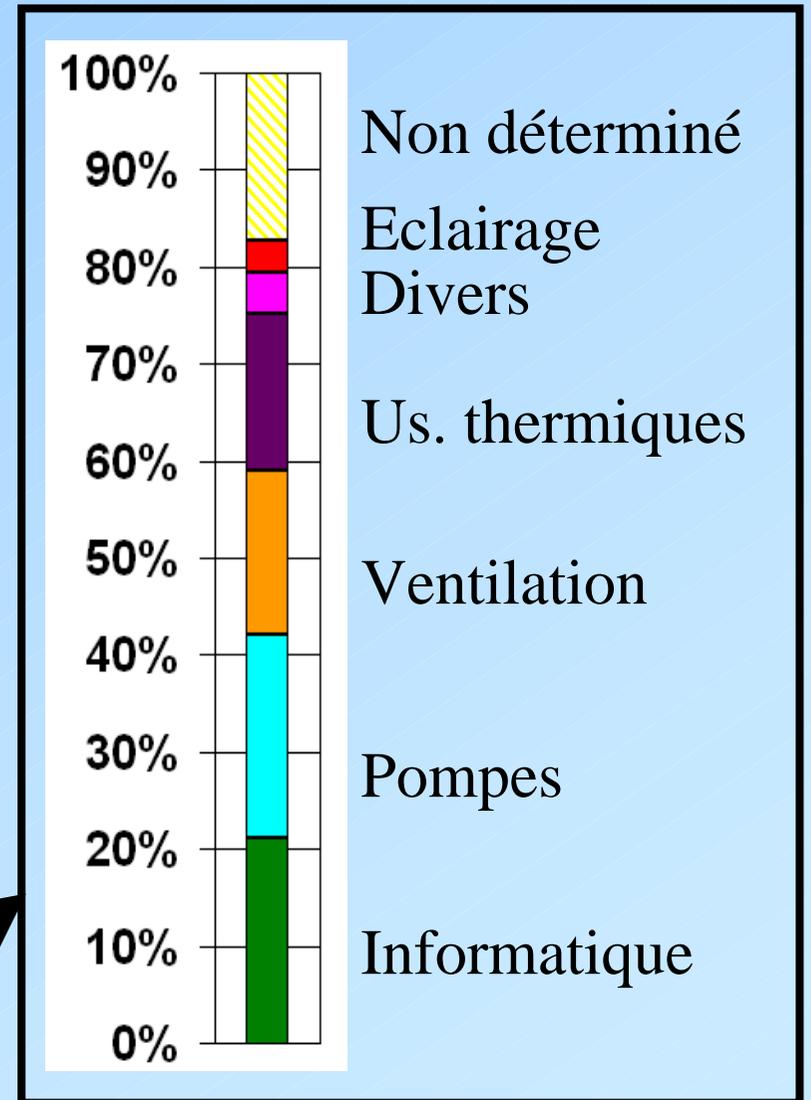
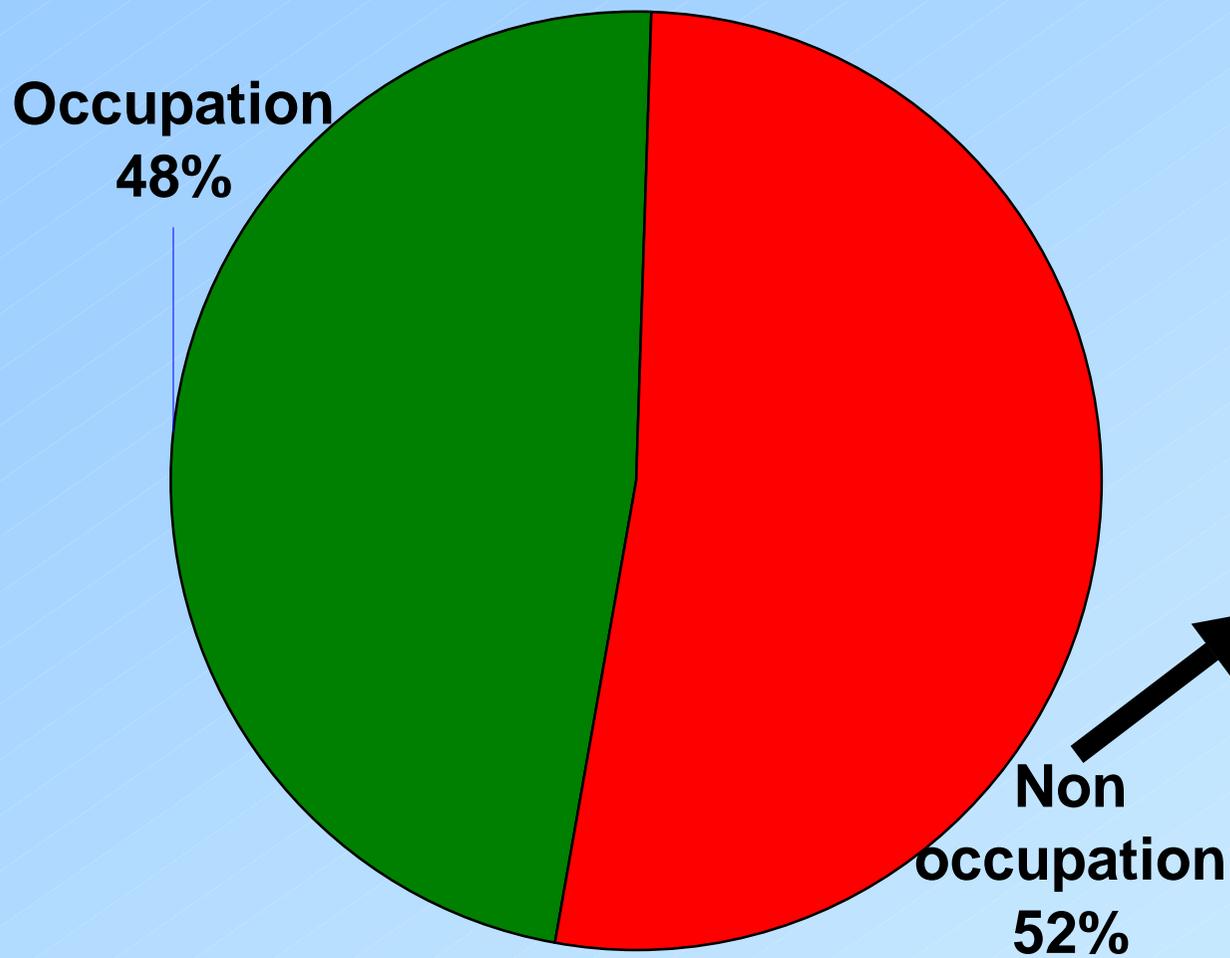
.... il y a beaucoup trop de lumière!

3 – TECHNOLOGIES DISPONIBLES ET TECHNIQUES à METTRE EN ŒUVRE

3.2 Ne faire fonctionner les équipements qu'en cas de besoin

Hôtel du Département du Bas Rhin – 35.000 m²

Campagne de mesure



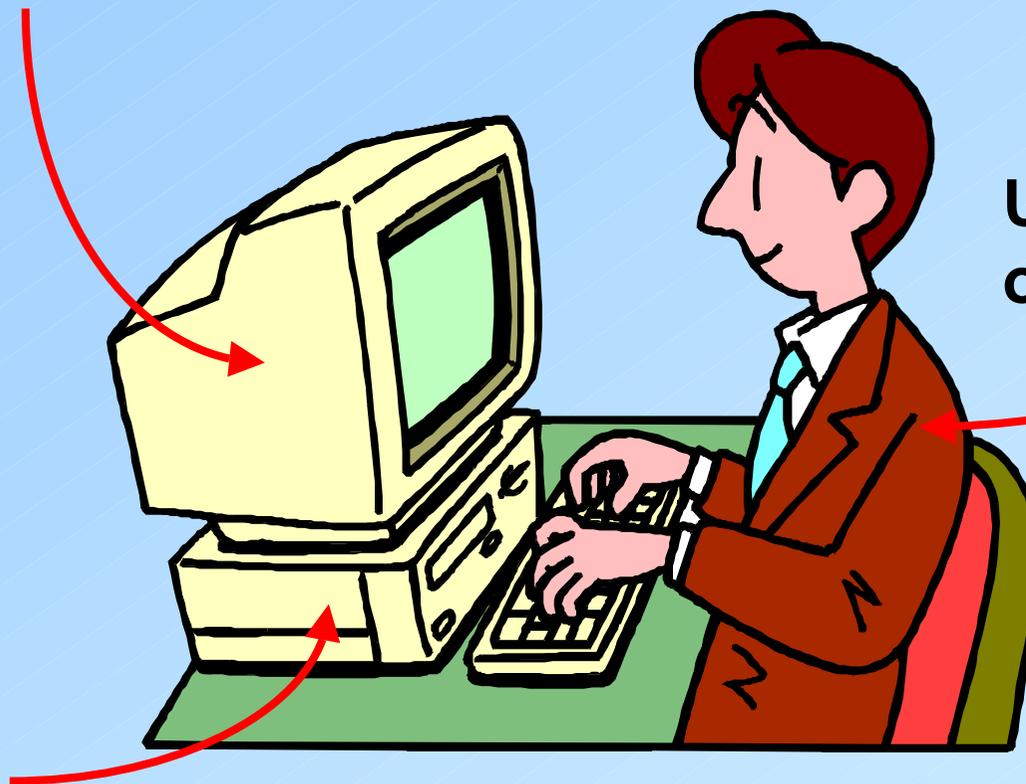
Un exemple de fonctionnement non contrôlé : l'ordinateur

Marche : E* activé : **7,2h/jour** ouvert (1610h/an)

Taux d'utilisation : **43%**

E* désactivé : **14,5h/jour** ouvert (3266h/an)

Taux d'utilisation : **21%**



Utilisation : **3,0 h/jour**
ouvert (686h/an)

Campagne de mesure
sur 50 bâtiments de
bureaux en PACA

Marche : **17,8 h/jour** ouvert (4004h/an)

Taux d'utilisation : **17% !**

La Solution : l'ordinateur portable



Consommation : **20 à 50 kWh/an**

- 90 %

- sa puissance est minime (20 W)
- son écran a une taille limitée
- il est piloté par un gestionnaire d'énergie efficace



3.2 Ne faire fonctionner les équipements qu'en cas de besoin

Sont aussi concernés :

- les **pompes** : les asservir aux besoins, ou à des horloges, des optimiseurs, une GTB, etc.
- les **ventilateurs** : les asservir aux heures de fonctionnement (horloge, GTB, etc)
- les **machines de bureautique** : imprimantes, copieurs, distributeurs de boissons sucrées (**parlons sobriété** !!!) : les piloter par fonction mise en veille ou par horloge. Un distributeur de boisson consomme 3.000 kWh/an !!! Et il fait des gros et des diabétiques!
- l'**éclairage** : pilotage par détecteurs de présence, GTB, etc.

Petit rappel : on peut aussi utiliser de simples interrupteurs (si, si !!) pour piloter ses appareils. C'est simple et bon marché....

3 – TECHNOLOGIES DISPONIBLES ET TECHNIQUES à METTRE EN ŒUVRE

3.3 Faire appel aux technologies performantes

3.3 Faire appel aux technologies performantes : l'éclairage

Avec l'arrivée :

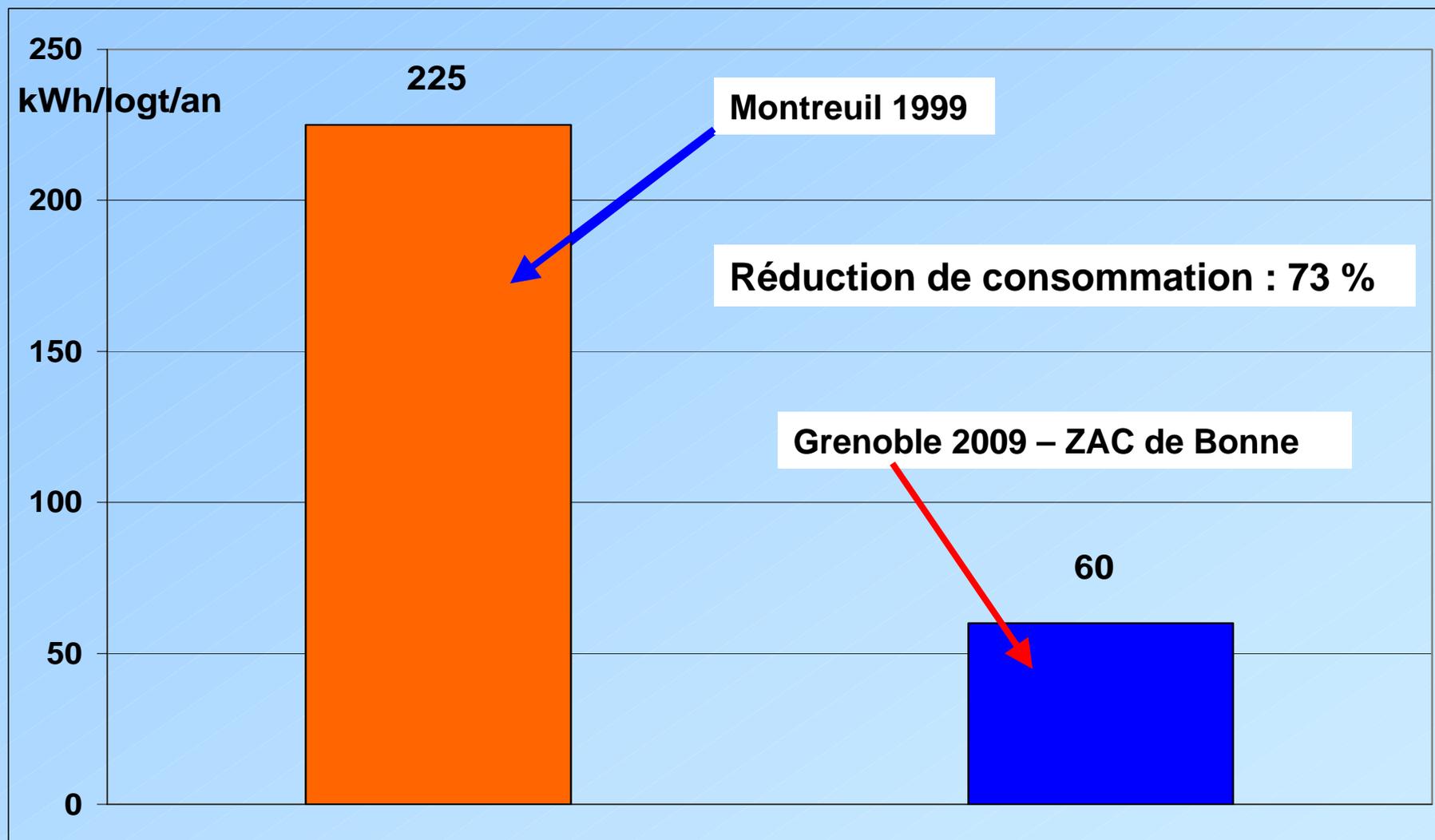
- des **Lampes Basse Consommation** : baisse d'un **facteur 4** des consommations
- des **tubes fluorescents T5** avec ballasts électroniques : baisse d'un **facteur 2**
- des **leds** : baisse d'un **facteur 5** mais coût encore élevé



- les **ampoules aux iodures métalliques** :
baisse d'un **facteur 5**

- etc....

3.3 Faire appel aux technologies performantes : les ascenseurs

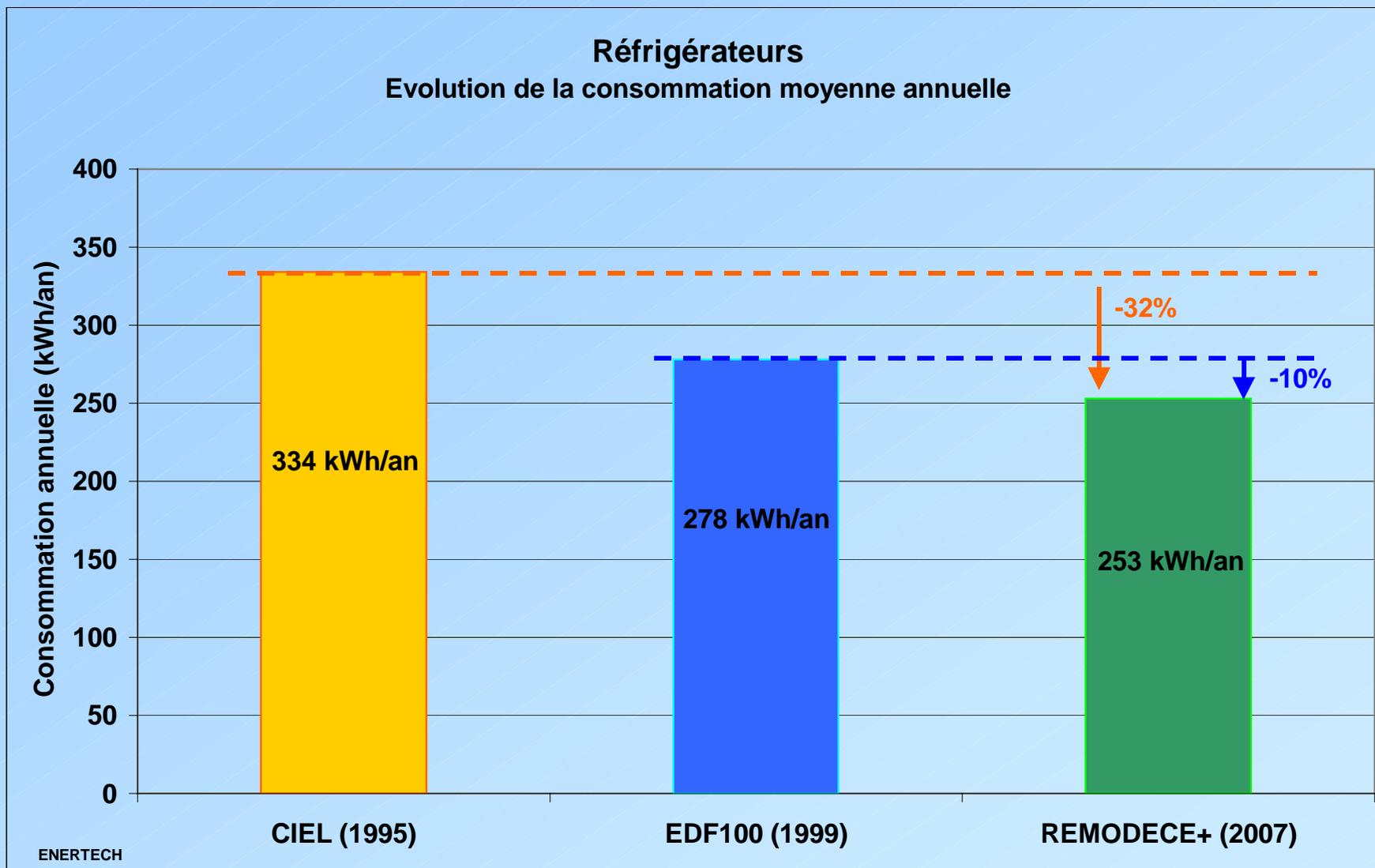


Evolution de la consommation mesurée des ascenseurs ces dernières années

3.3 Faire appel aux technologies performantes : le froid

3.3 Faire appel aux technologies performantes : le froid

Exemple de l'évolution de la consommation du parc de réfrigérateurs



3.3 Faire appel aux technologies performantes : les moteurs

Avec de nouvelles technologies de moteur comme **les moteurs à aimant permanent** qui équipent désormais les pompes de chauffage :

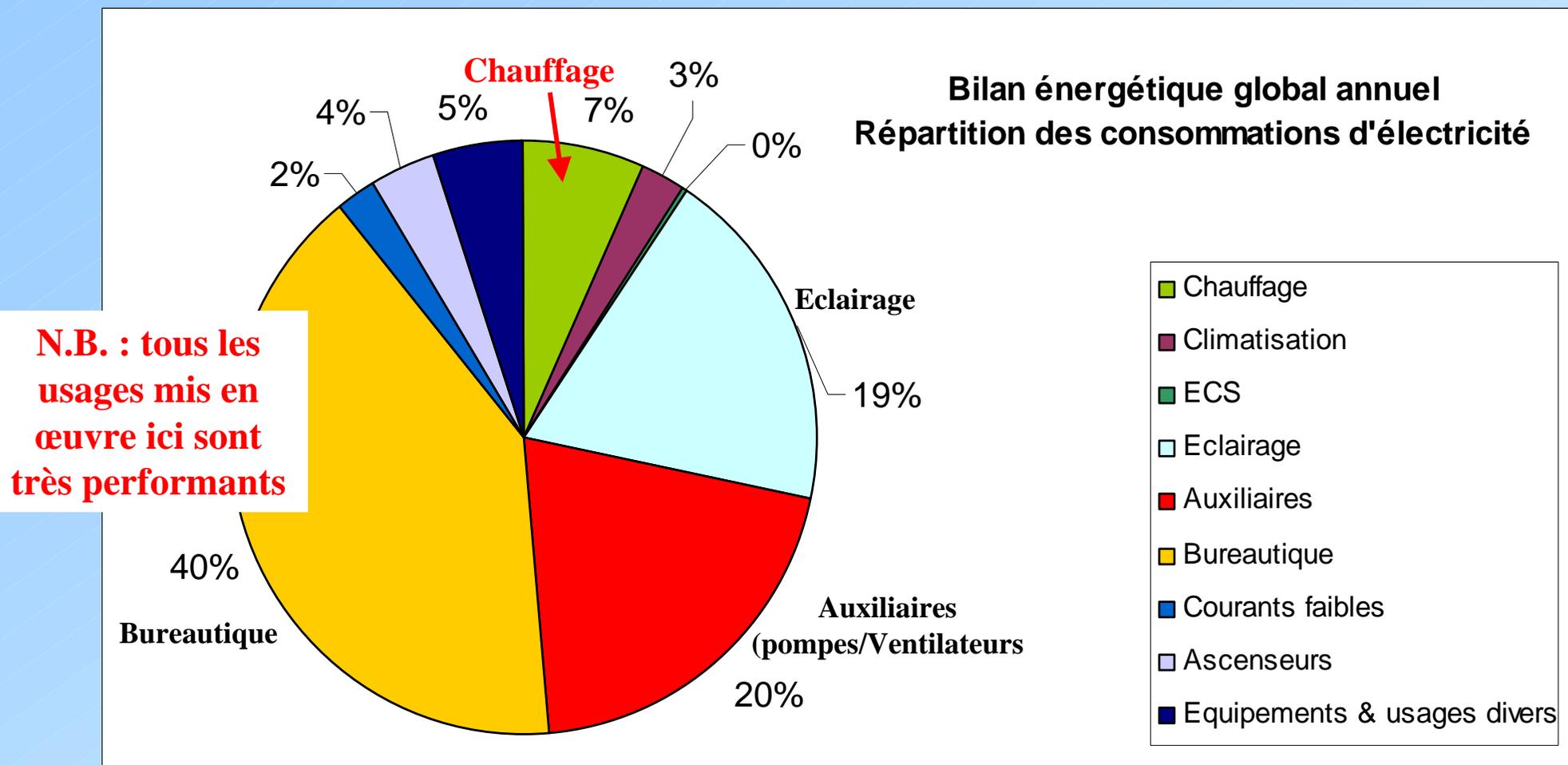
On économise le courant de magnétisation.



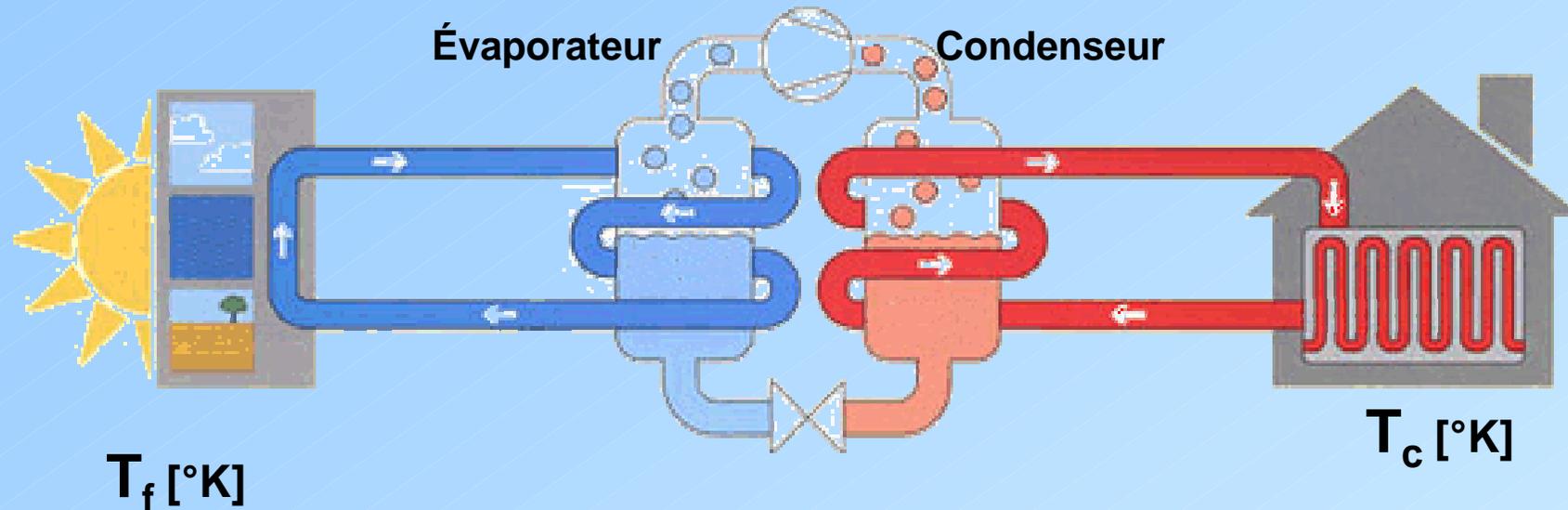
....et bien sûr la **variation de vitesse** qui permet 50 % d'économie sur les installations où le débit est appelé à varier.

3.3 Faire appel aux technologies performantes : tous les usages!

L'essentiel de la consommation des bâtiments de demain sera constitué d'usages spécifiques de l'électricité. Il faut donc que d'immenses efforts soient engagés rapidement dans ce secteur dans les années à venir....



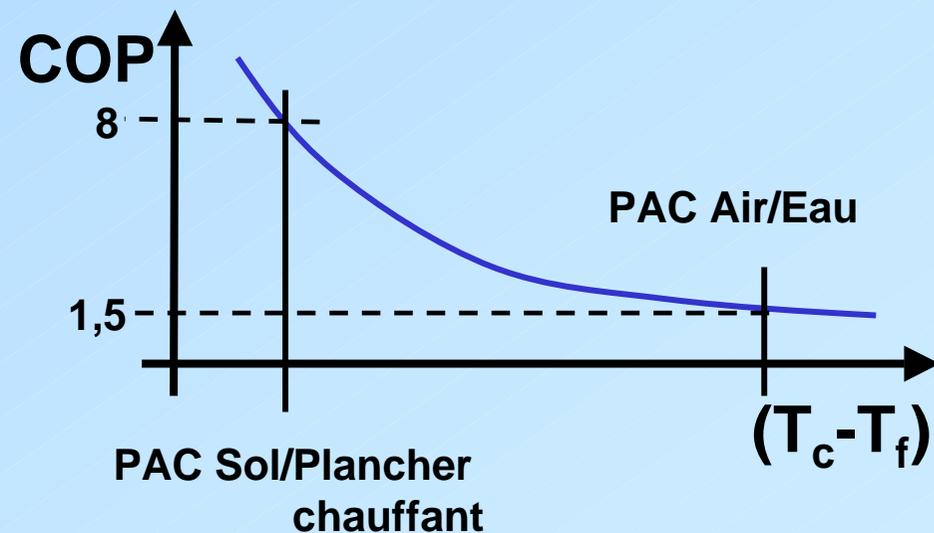
Utiliser l'électricité pour ce qu'elle a de meilleur : Principe de la PAC



$$COP_{théorique} = \frac{T_c}{T_c - T_f}$$

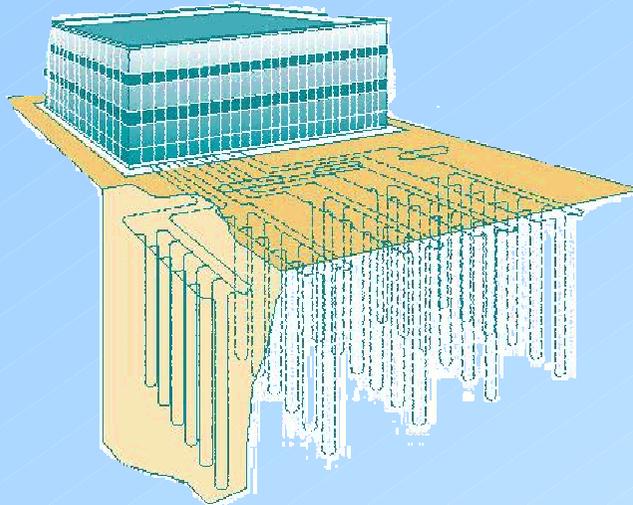
En °K

*L'écart de température entre sources
chaude et froide doit être minimum*



Les solutions PAC qui se développent

1 – **Chauffer** à partir de la chaleur du sol au moyen de pieux géothermiques. Le refroidissement estival peut alors se faire par géocooling, grâce au plancher chauffant/rafraîchissant.



2 - **Refroidir** en été en préparant l'eau chaude sanitaire :



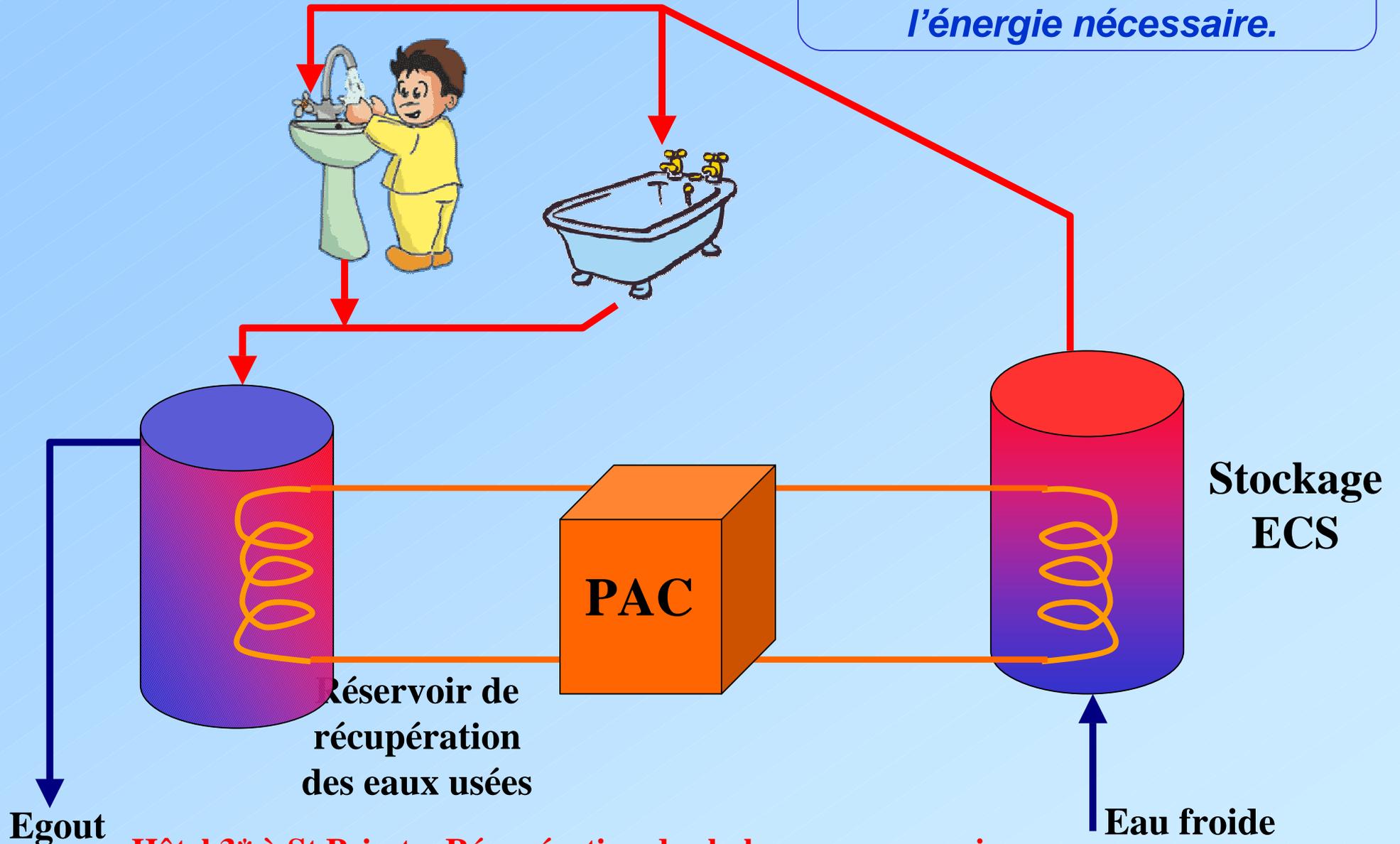
- on a un problème : la surchauffe du **logement**
- on a un besoin : **l'ecs**

La PAC fait passer la chaleur du lieu où elle gêne vers le lieu où on en a besoin



**Valorisation de la chaleur des eaux usées
par pompe à chaleur**

**Production performante
d'eau chaude sanitaire :
On pourrait diviser par 7
l'énergie nécessaire.**



Hôtel 3* à St Priest – Récupération de chaleur sur eaux grises

4 – EXEMPLES DE REALISATION

4 – EXEMPLES DE REALISATION

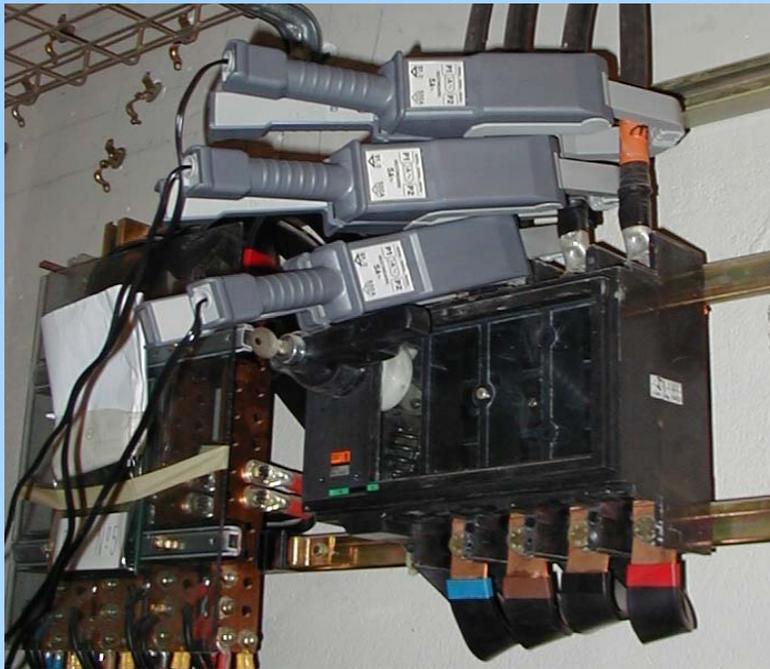
4.1 L'Hôtel du Département du Bas Rhin

- **737 employés**
- **35 310 m²**
(dont 11 886 m² de parkings)
- **Electricité : 158 kWh/m².an**
(3 691 MWh /an)
175 k€H.T./an

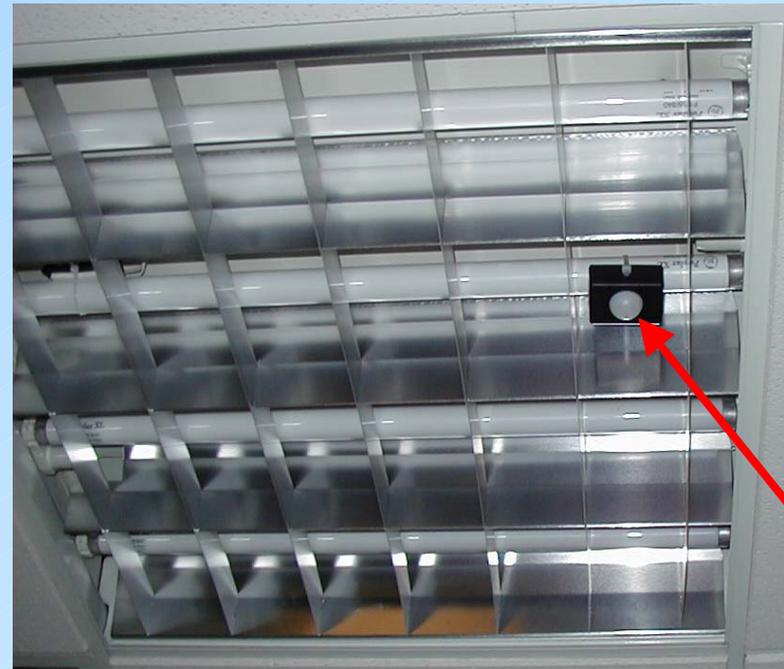


CAMPAGNE DE MESURES – En pratique

582 points de mesures pendant 1 à 6 mois



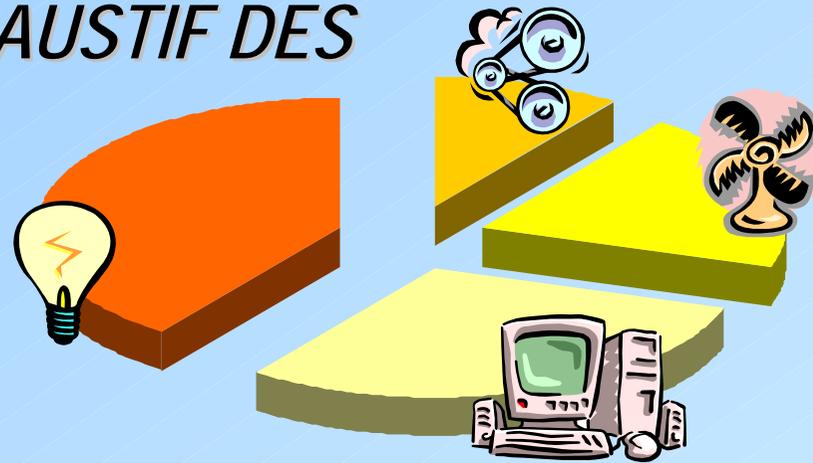
**Dans les armoires
électriques**



Sur les appareils

CAMPAGNE DE MESURES – Pourquoi ?

***ETABLIR UN BILAN EXHAUSTIF DES
CONSOMMATIONS***



POUR SE DONNER LES MOYENS DE MIEUX COMPRENDRE :

- > Le fonctionnement des installations et des appareils
- > Le comportement des usagers

Maîtrise de la demande d'électricité dans le secteur tertiaire

Exemple concret rénovation : l'Hôtel du Département Bas Rhin

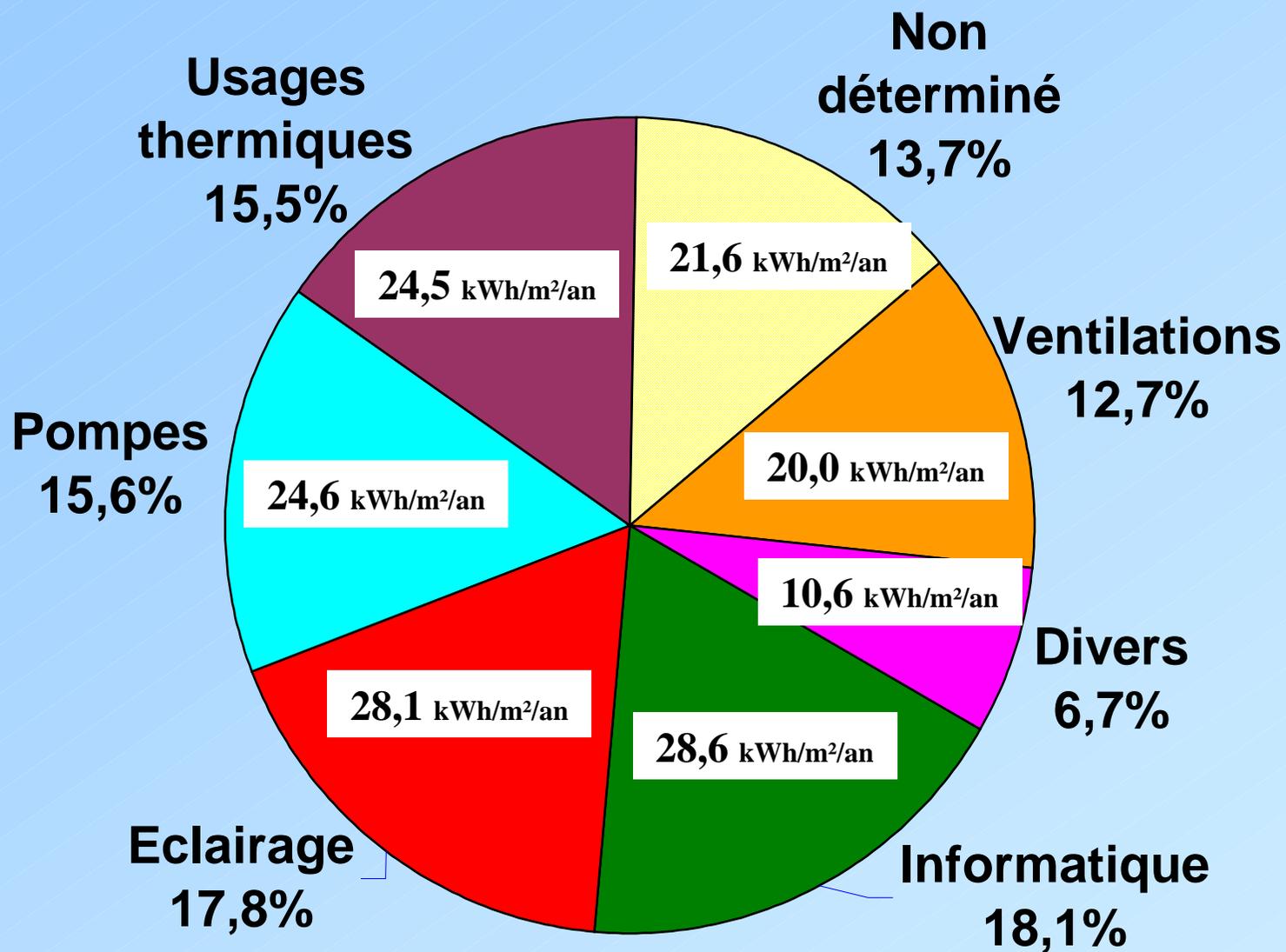
1 – État des lieux

2 – Electricité

3 – Bilan

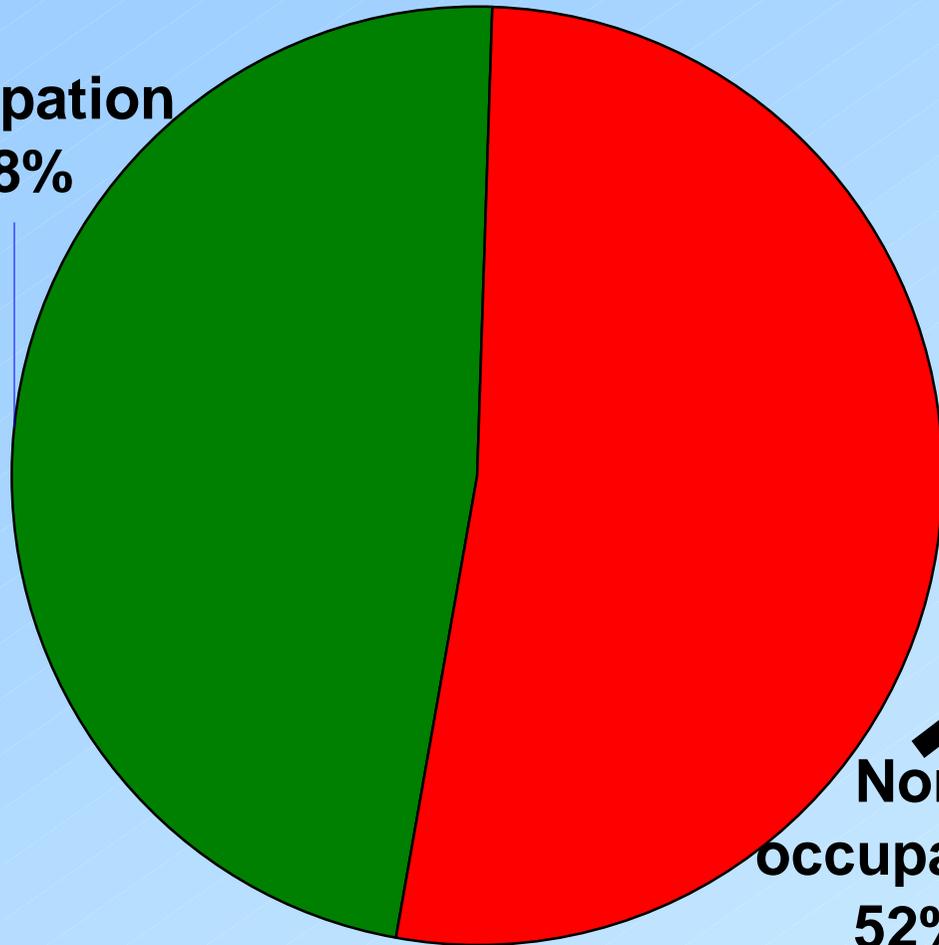
4 – Mise en oeuvre

5 – Résultats

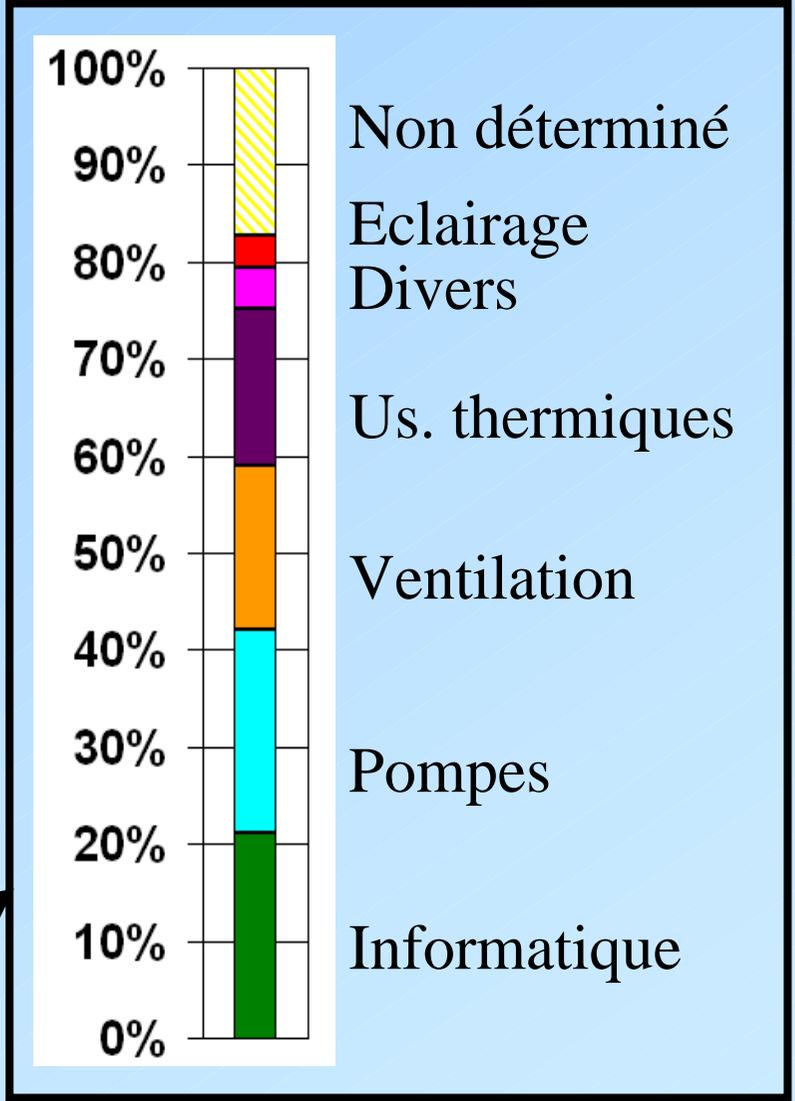


Bilan des consommations d'électricité de l'Hôtel du Département du Bas Rhin avant intervention

**Occupation
48%**



**Non
occupation
52%**



ECONOMIES

1- (RE)PARAMETRAGE DES EQUIPEMENTS EXISTANTS



2- FONCTIONNEMENT DES APPAREILS UNIQUEMENT EN CAS DE BESOIN

3- INSTALLATIONS D'EQUIPEMENTS PERFORMANTS



4- ACTION SUR LES COMPORTEMENTS

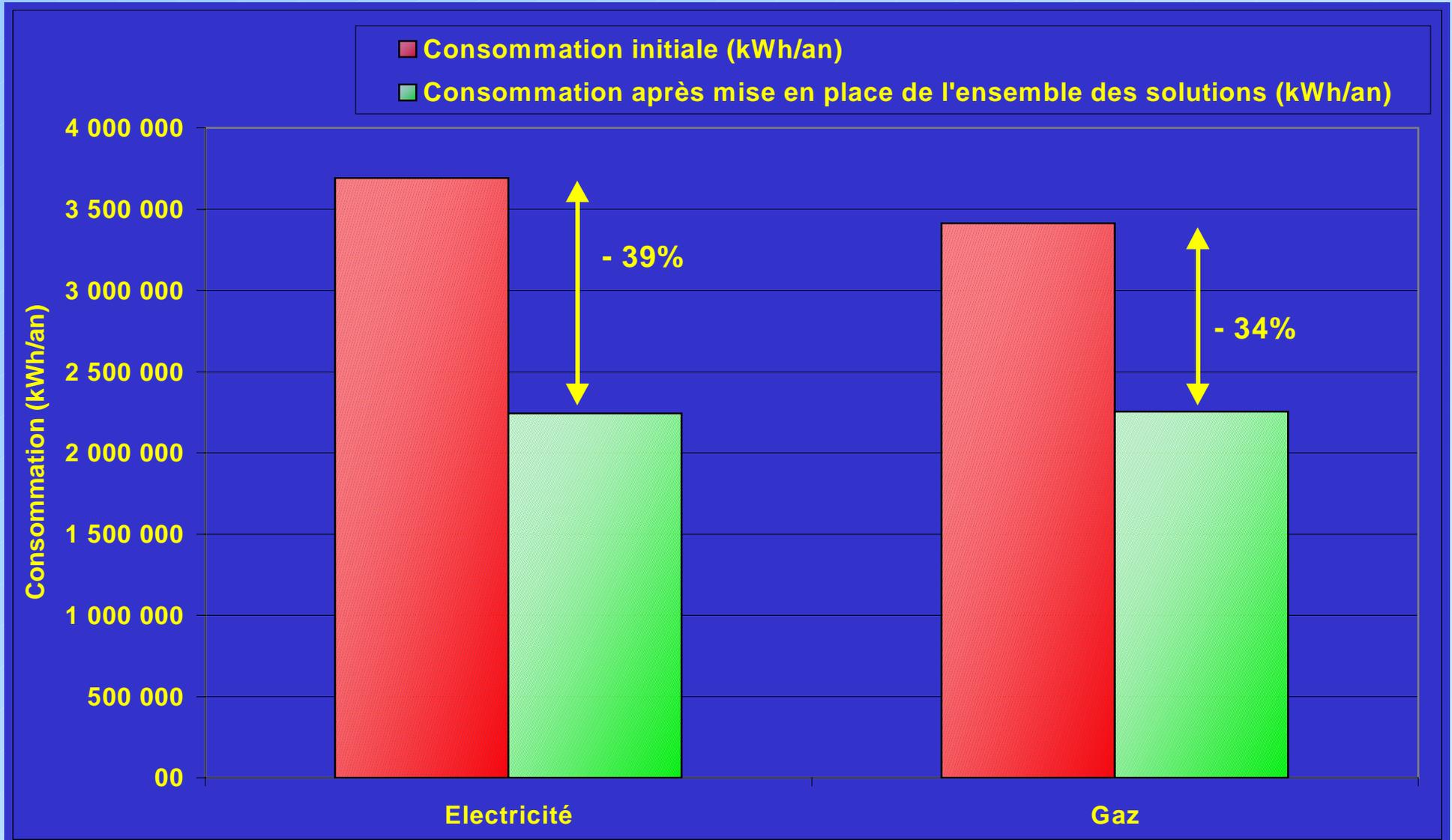


Maîtrise de la demande d'électricité dans le secteur tertiaire

Exemple concret rénovation : l'Hôtel du Département Bas Rhin

- 1 – État des lieux
- 2 – Electricité
- 3 – Bilan**
- 4 – Mise en oeuvre
- 5 – Résultats

ECONOMIES DE CONSOMMATION



Maîtrise de la demande d'électricité dans le secteur tertiaire

Exemple concret rénovation : l'Hôtel du Département Bas Rhin

- 1 – État des lieux
- 2 – Electricité
- 3 – Bilan
- 4 – Mise en oeuvre**
- 5 – Résultats

SCENARIO « DURABLE »

Mesures constitutives :

- 1- Toutes les actions décrites dans le rapport de diagnostic + évaluation des économies générées
- 2- Etude sur la sécurisation des serveurs informatiques
- 3- Suivi des consommations énergétiques
- 4- Prise en compte de l'efficacité énergétique dans la politique achat
- 5- Modification du contrat de maintenance
- 6- Intégration de la démarche Certificats d'Economies d'Energie
- 7- Utilisation des énergies renouvelables



Motivation des acteurs, cohérence de la démarche



Approche très novatrice → le résultat sera proportionnel à l'engagement de tous

Maîtrise de la demande d'électricité dans le secteur tertiaire

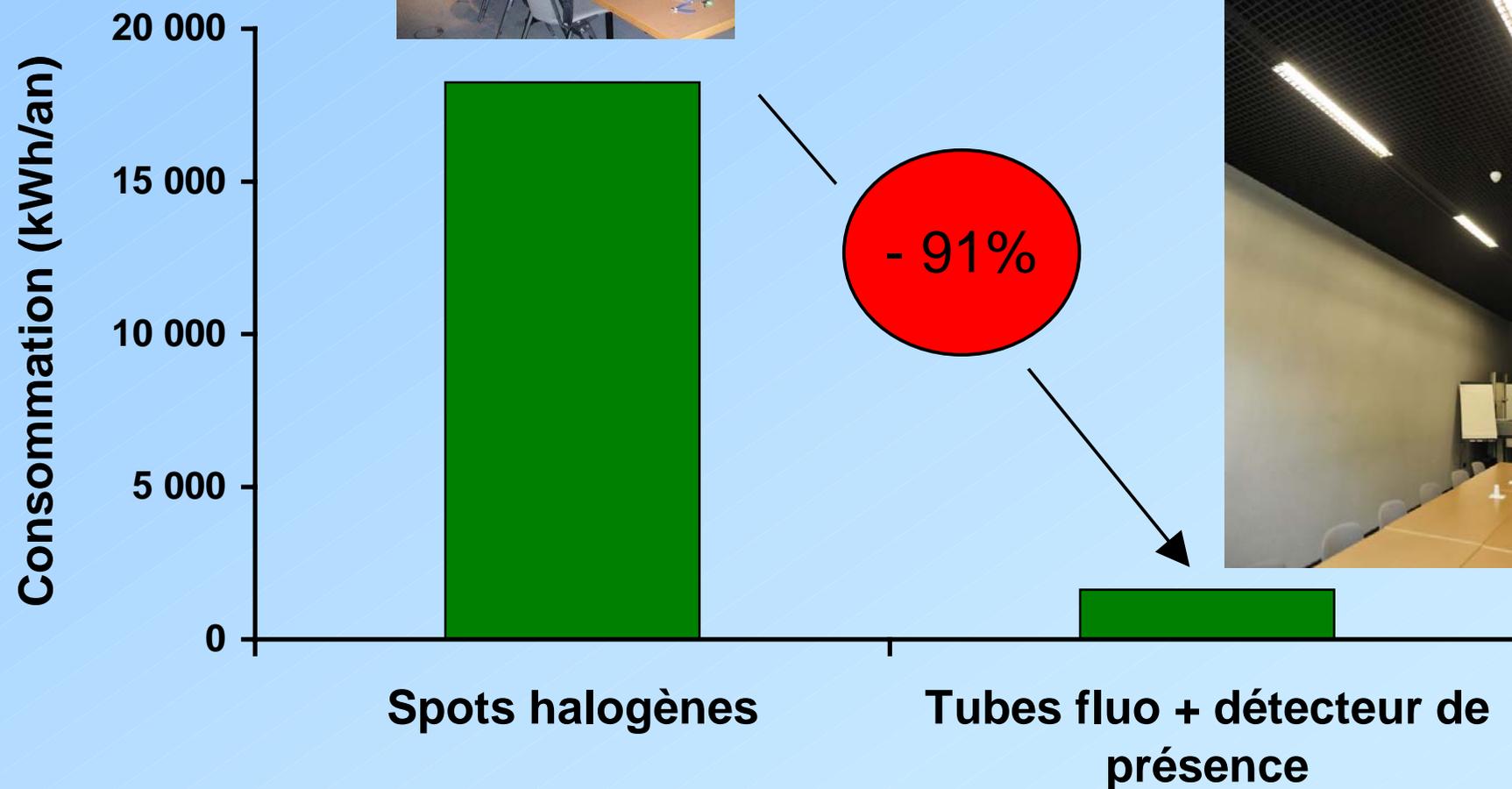
Exemple concret rénovation : l'Hôtel du Département Bas Rhin

- 1 – État des lieux
- 2 – Electricité
- 3 – Bilan
- 4 – Mise en oeuvre
- 5 – Résultats**



Les salles de réunion

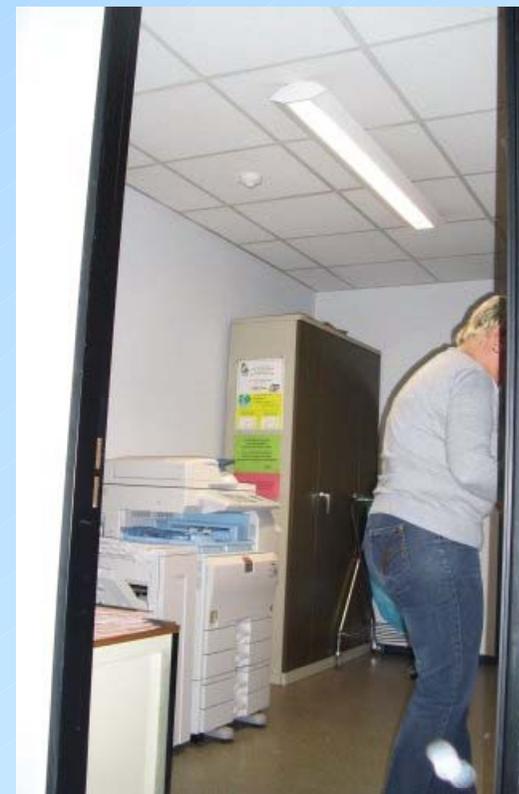
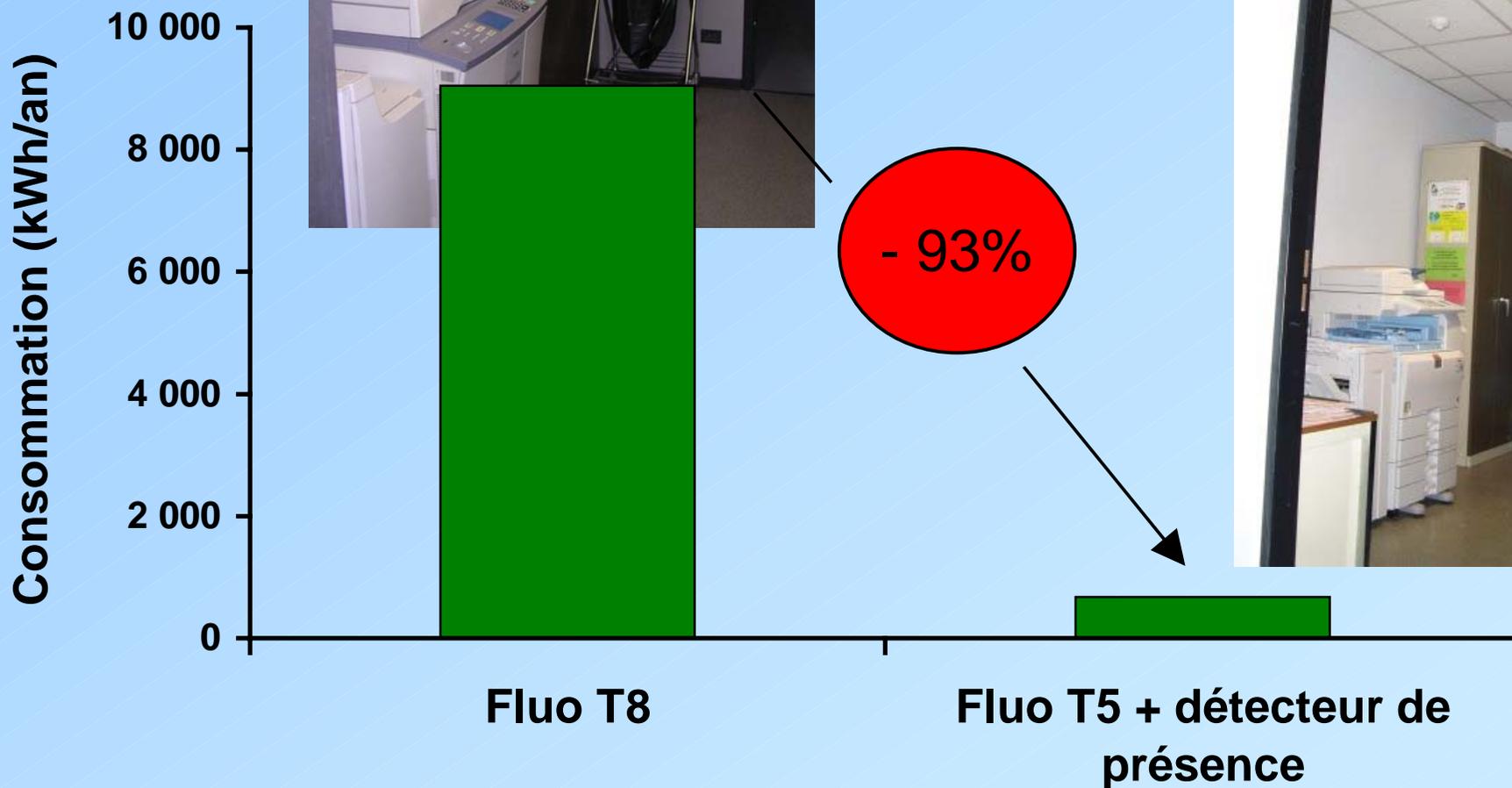
*Rénovation de l'installation d'éclairage
du CG67*





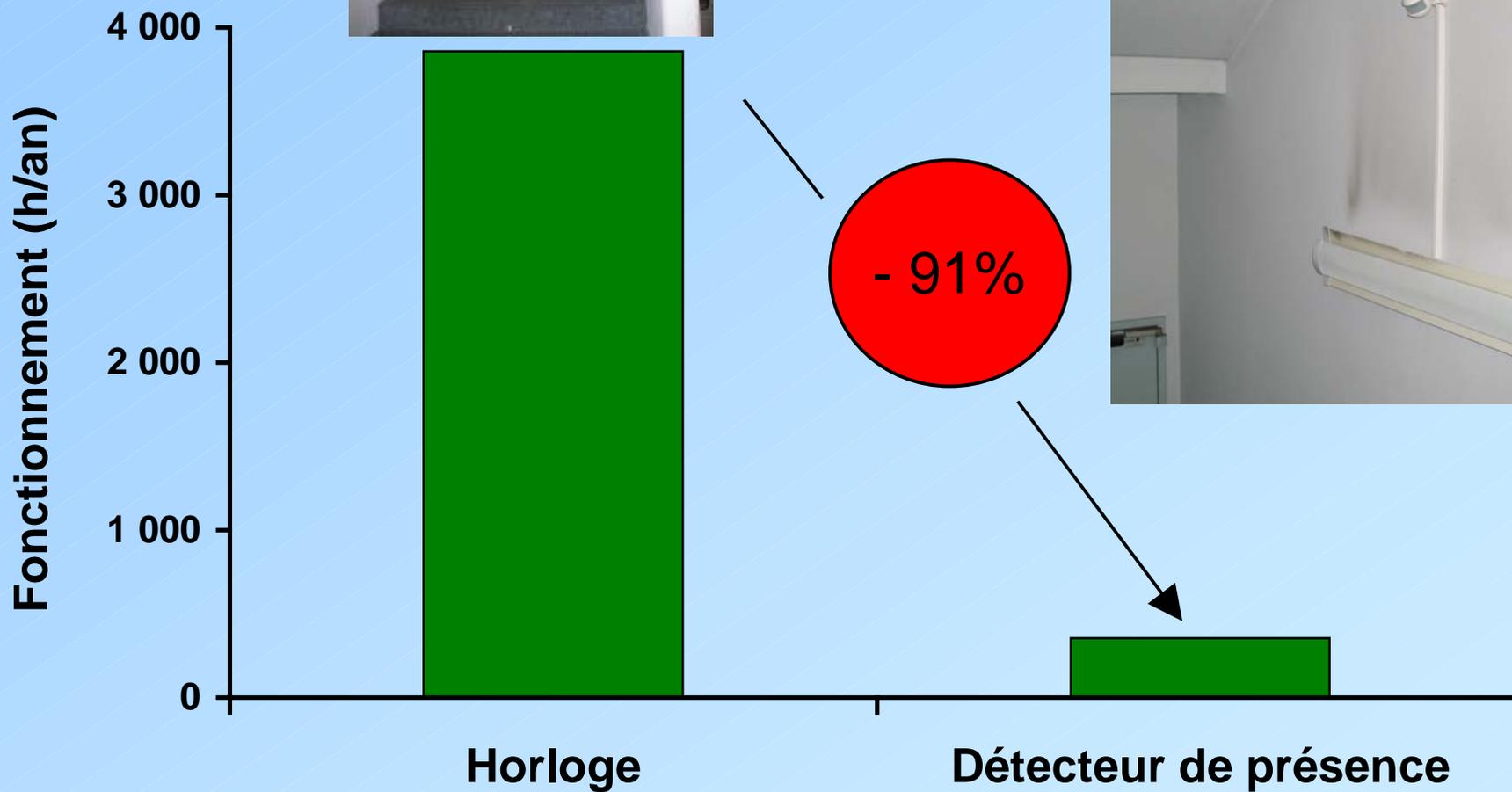
Les locaux à occupation intermittente

*Rénovation de l'installation d'éclairage
du CG67*



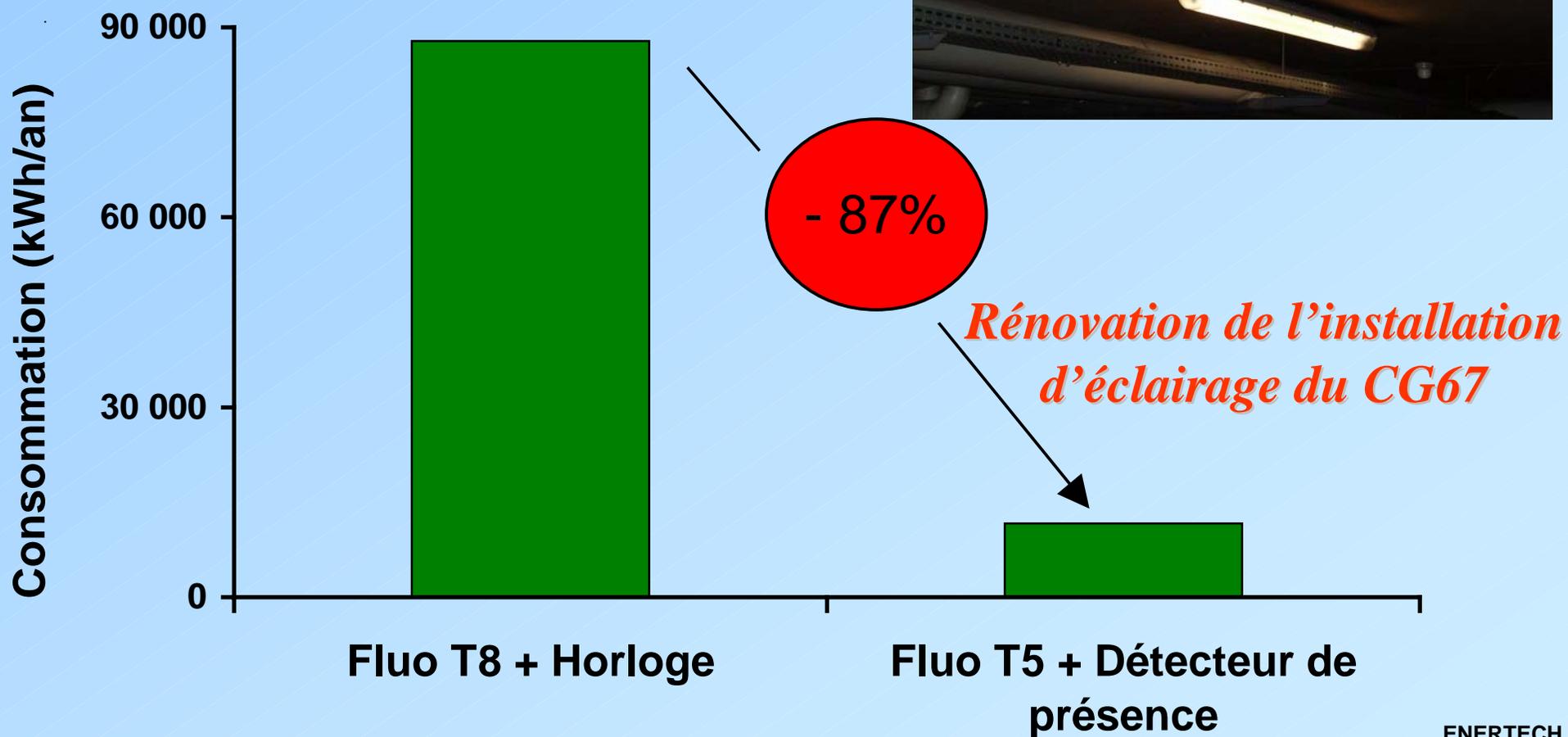


Les escaliers





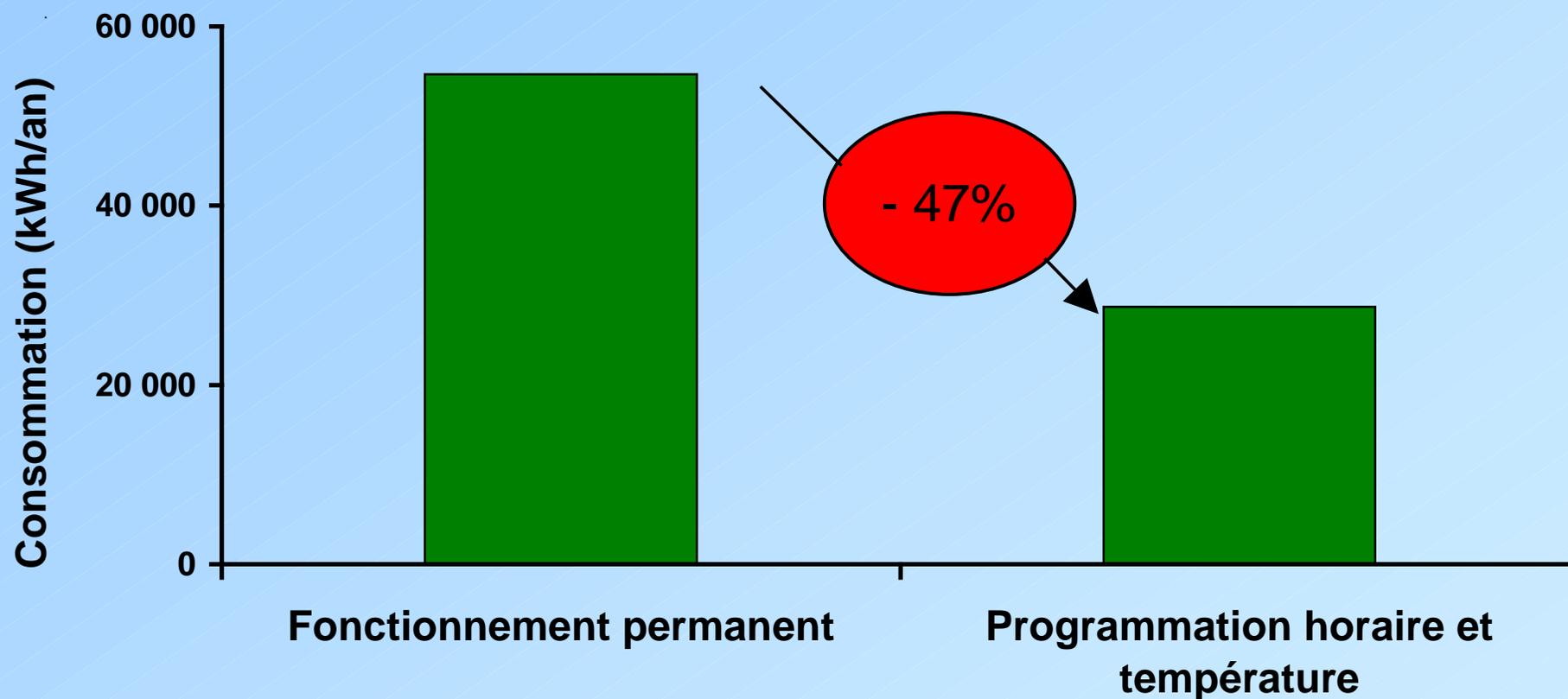
Les parkings (tertiaire)



Asservissement du fonctionnement des pompes d'un immeuble de bureaux

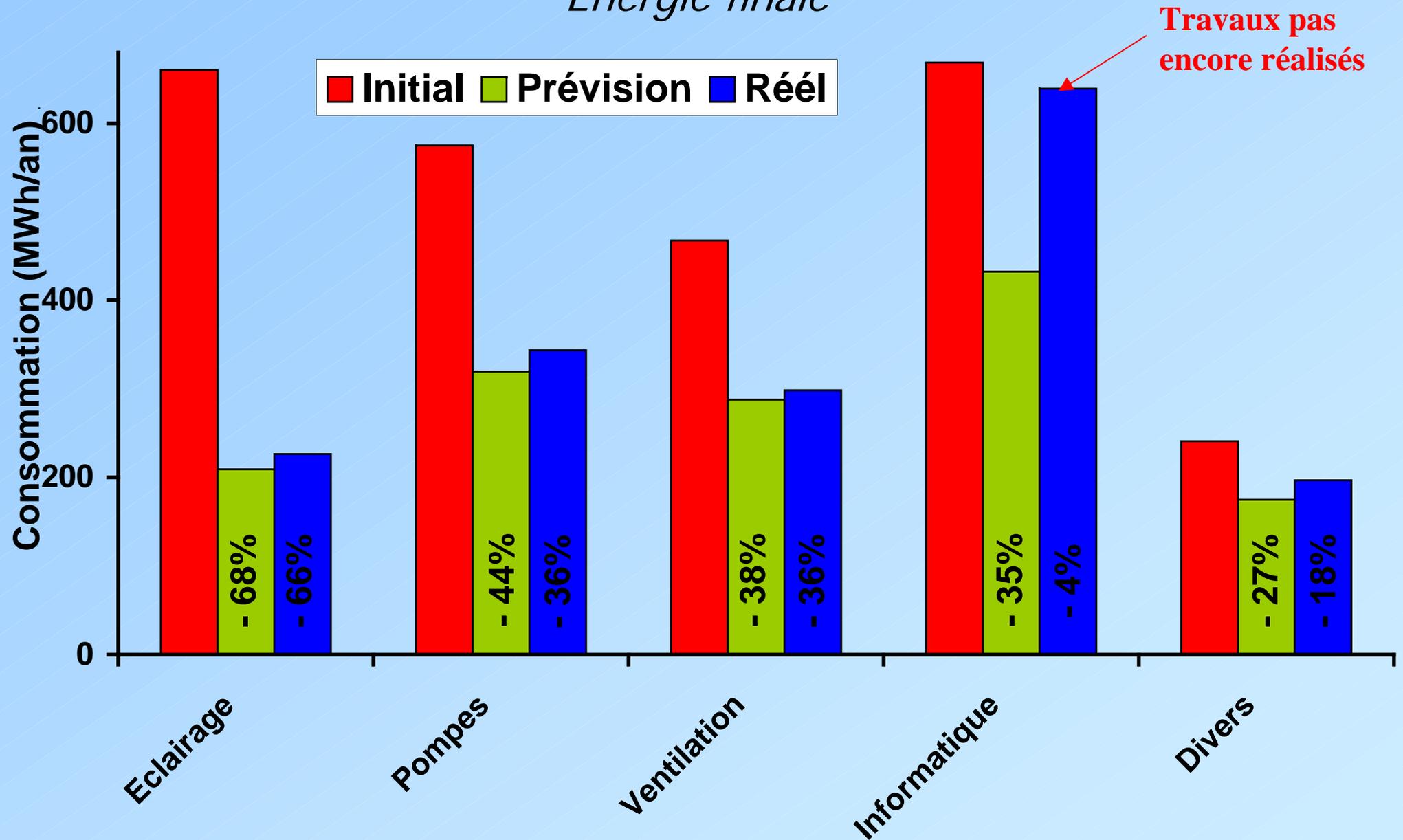


Rénovation des pompes du CG67



ECONOMIES REELLES MESUREES

Énergie finale



CONCLUSION

- 1- Écart entre économies calculées et mesurées inférieur à 10%**
- 2- Changement d'énergie de chauffage prioritaire : utilisation de la PAC au lieu des chaudières gaz**
 - > + 412 MWh d'électricité**
 - > - 2 228 MWh de gaz (-67%)**
- 3- Budget énergie annuel réduit de 130 000 €TTC (-29%)**
- 4- Temps de retour de 3 ans**
- 5- Travaux à venir (2010) : salle serveurs, rénovation éclairage, mise en œuvre de dispositifs de régulation terminale**

4 – EXEMPLES DE REALISATION

4.2 L'INEED à Alixan (Drôme)

L'INEED à Alixan (Gare Valence TGV)

Une approche la plus HQE possible pour un bâtiment de bureaux à très faible consommation d'énergie

Commanditaire : La Chambre de Commerce et de l'Industrie de la Drôme

Architecte : D.DESSUS – **Bet Fluides** : **Cabinet SIDLER**

Date de livraison : 01/07/2006

Shab : 2618 m²

Hauteur : 15m



CONSOMMATION GENERALE

*Quelques résultats après
1 an de mesure (la 3ème
année)*

ELECTRICITE :

Consommation d'électricité =

68 250 kWh/an soit 26,1 kWh/an/m²_{utile}

pour l'ensemble des usages (hors atelier), dont 3,4 %
est produit par les photopiles (soit 0,9 kWh/an/m²_{utile}).

**Consommation tous usages, en énergie primaire (sans
déduction de la production PV) :**

102,5 kWh_{ep}/an/m²_{utile} (avec équivalence à 2,58)

ou 118,7 kWh_{ep}/an/m²_{utile} (avec équivalence à 3,2)

soit moins que le label Passivhaus (120 kWh_{ep}/an/m²_{utile})

CONSOMMATIONS GENERALE

*Les consommations après
la première année (2006-2007)*

**Rappel des résultats de la première
année :**

- Consommation de **chauffage** = **25,8 kWh_{pcs}/m²_{hab}**
ou **20,7 kWh_{pcs}/m²_{shon}**
- Consommation **d'électricité** = **21,8 kWh/m²_{Sutile}**
ou **17,5 kWhm²/shon**

Consommation tous usages, en énergie primaire :

82 kWh_{ep}/m²_{utile} (avec équivalence à 2,58)

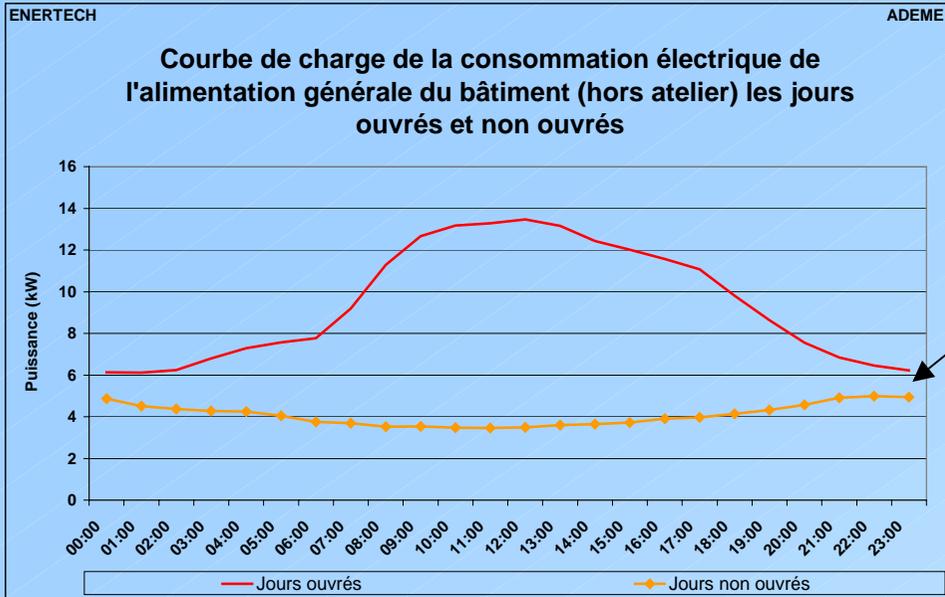
ou 96 kWh_{ep}/an/m²_{utile} (avec équivalence à 3,2)

**Par rapport à la première année, on observe
une augmentation de 36,4 % des
consommations de chauffage et de 19,7 % des
consommations d'électricité.**



CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE

Répartition de la consommation

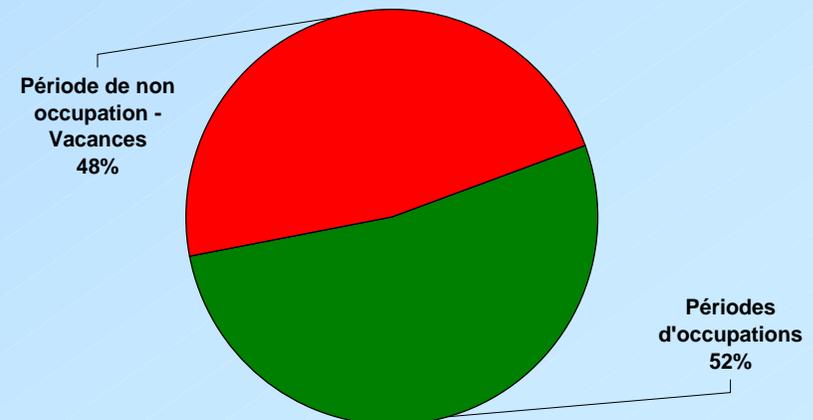


Puissance de veille comprise entre 4 et 6,5 kW

La puissance maximum atteinte par le bâtiment en une année a été de 27,4 kW soit 10,5 W/m². Un abonnement 36 kVA suffit.

**48 % des consommations
=
INNOCCUPATION!!!**

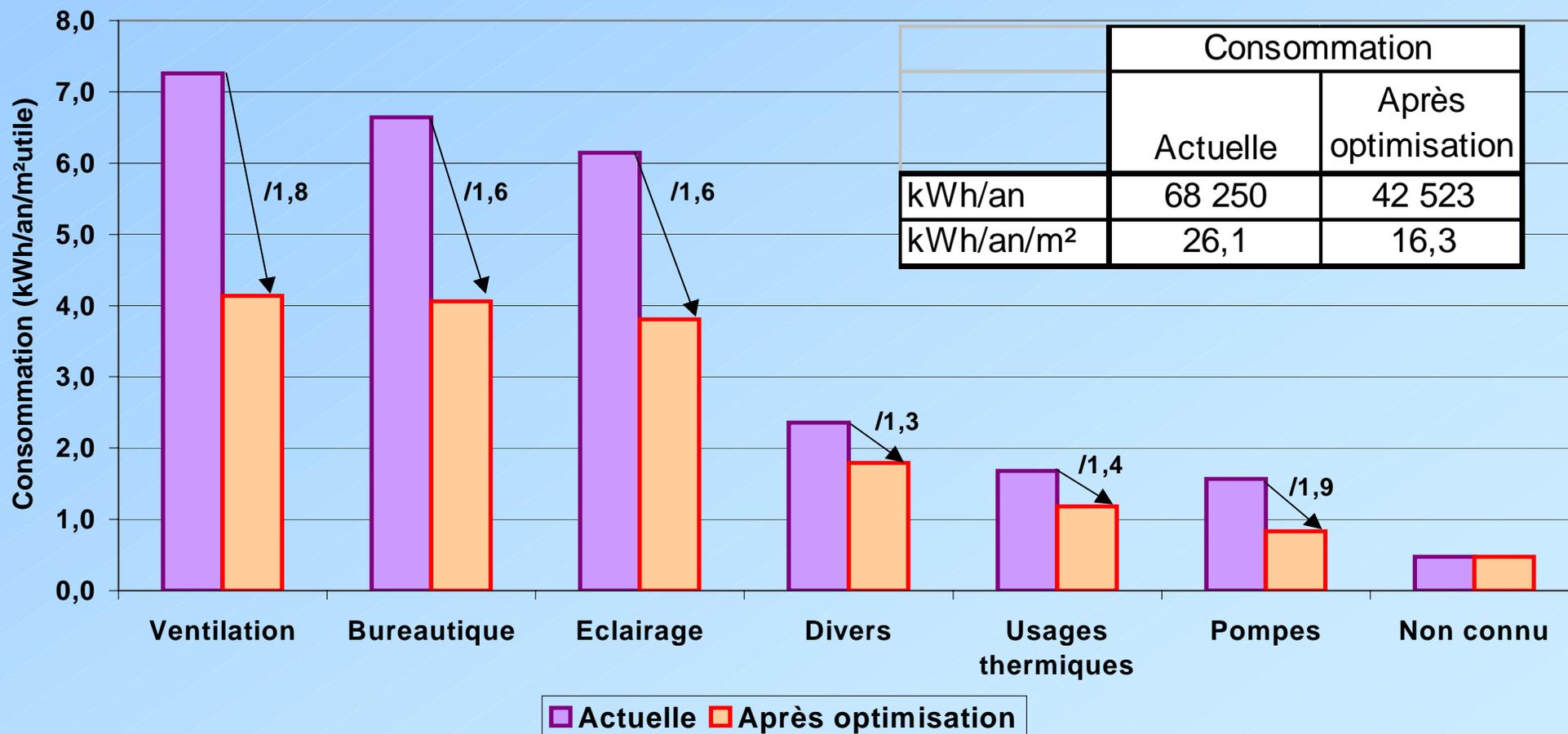
Répartition de la consommation annuelle entre les heures d'occupation et de non occupation du bâtiment



ECONOMIES D'ELECTRICITE ENCORE REALISABLES à L'INEED

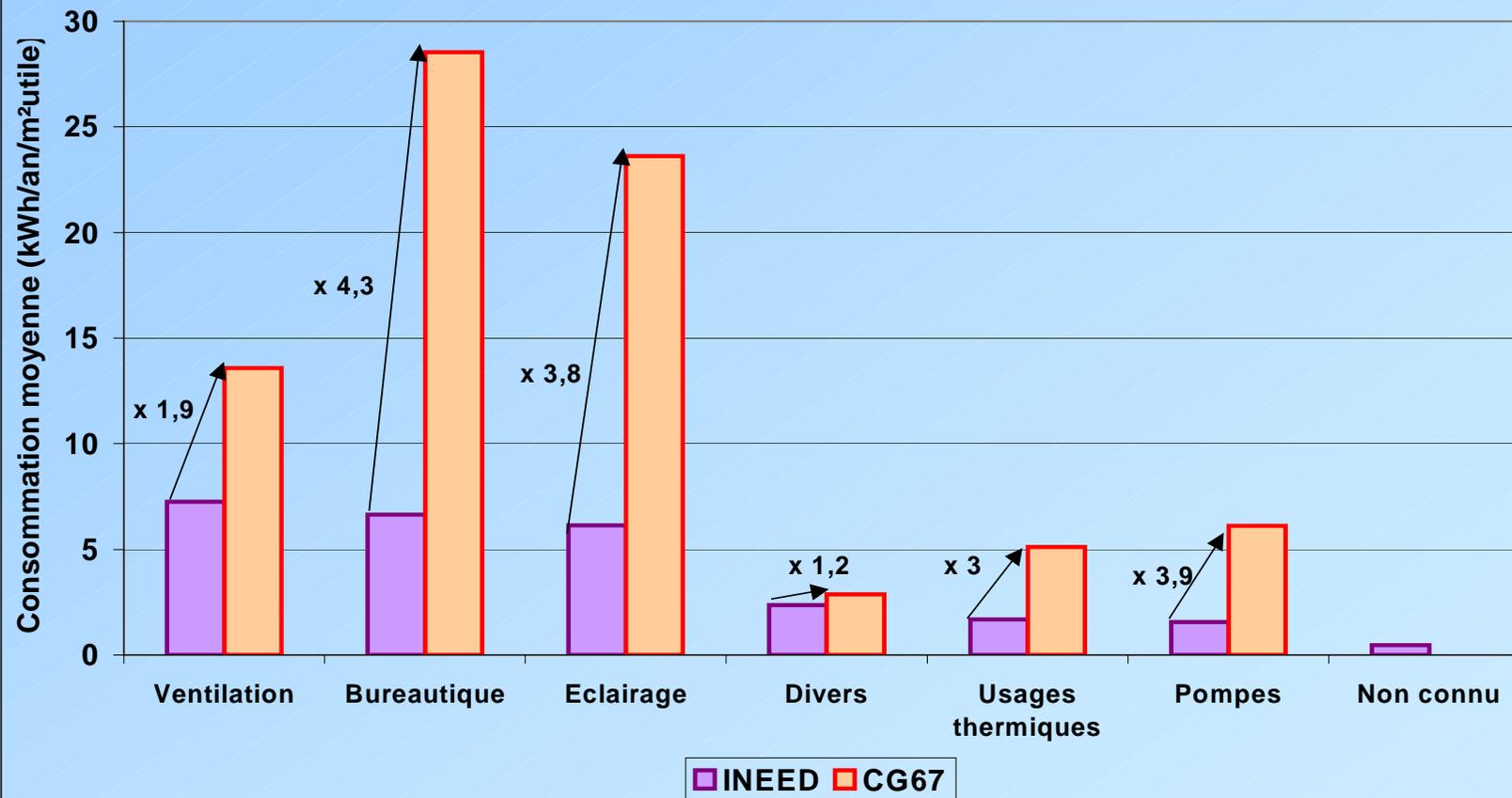
38 % d'économie ramènerait à $16,3 \text{ kWh}_{el}/\text{m}^2_{\text{utile}}/\text{an}$ la consommation d'électricité

Répartition de la consommation entre les différents postes (avant et après optimisation)



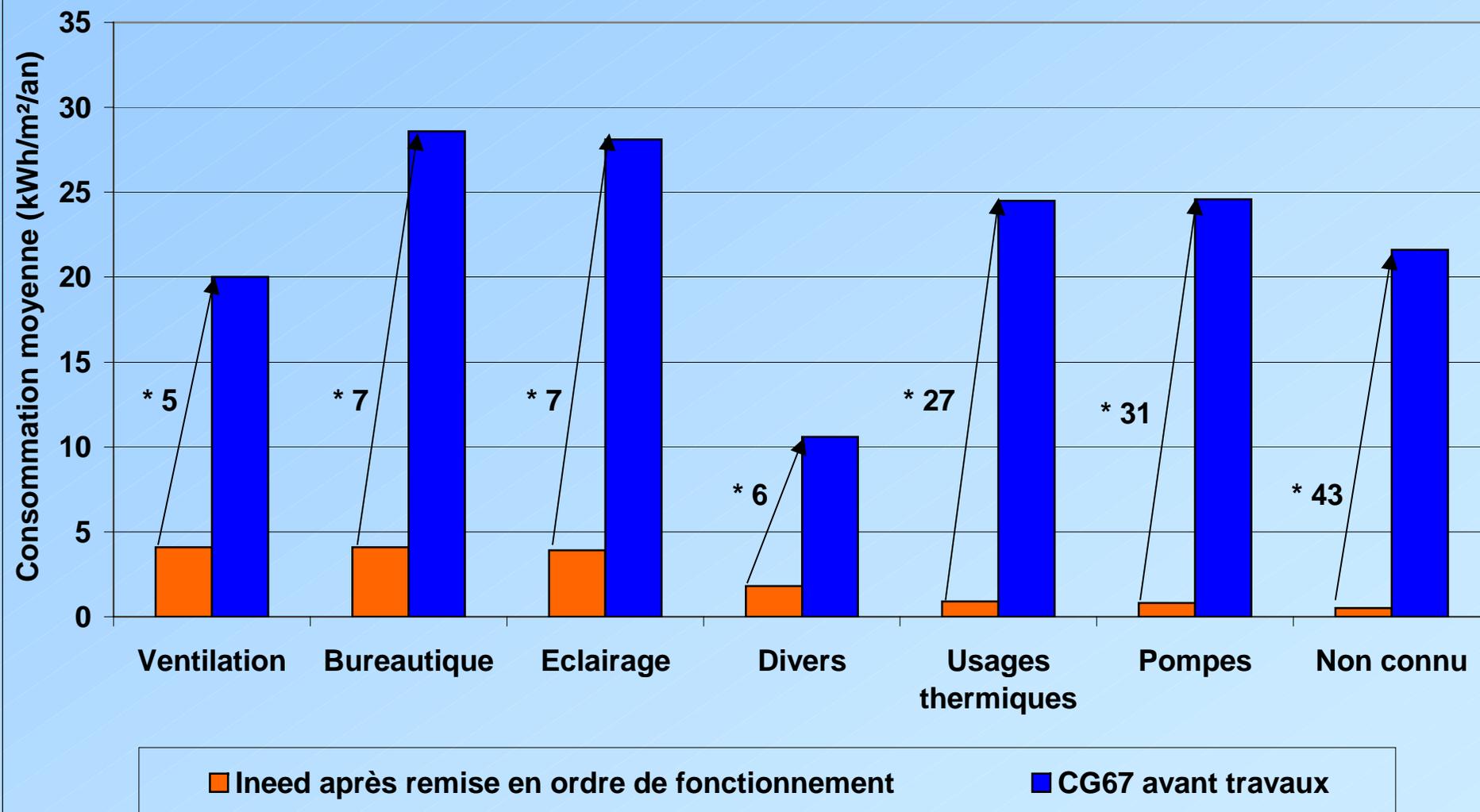
COMPARAISON DE L'INEED (avant optimisation) AVEC L'HÔTEL DU DEPARTEMENT DU BAS RHIN (après travaux d'amélioration)

Répartition de la consommation entre les différents postes pour le bâtiment de l'INEED et l'hôtel du département (67)



COMPARAISON DE L'INEED AVEC L'HÔTEL DU DEPARTEMENT DU BAS RHIN

Répartition de la consommation entre les différents postes pour le bâtiment de l'Ineed et l'hôtel du département (67)



Le coût du bâtiment s'est élevé à :

1.057 Euros HT/m² shon

soit un **surcoût non visible** par rapport à un bâtiment traditionnel, tout en offrant une qualité de matériaux et de confort sans comparaison, ainsi que

des niveaux de consommation divisés par un facteur 7,

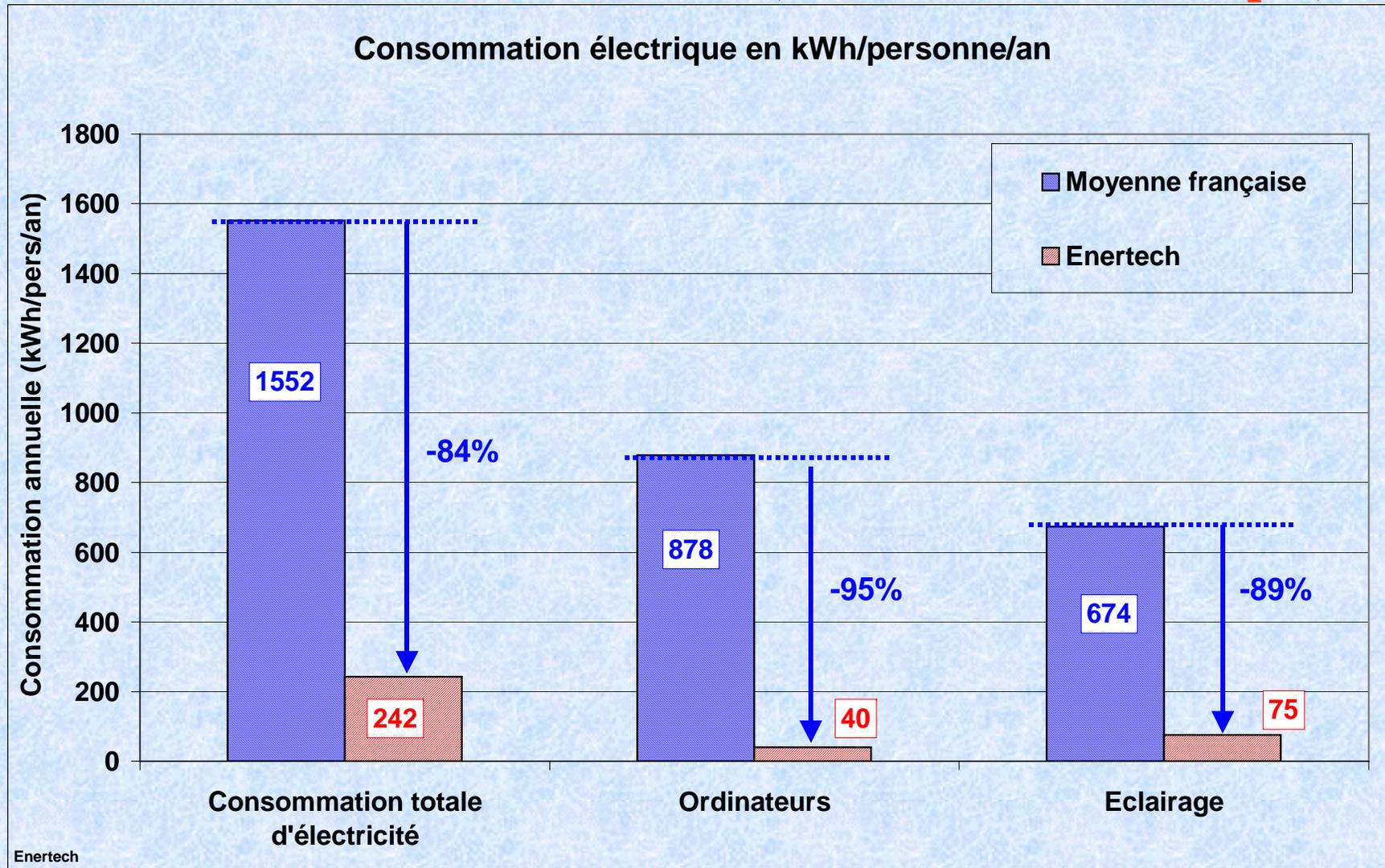
et sans besoin de climatisation.

4 – EXEMPLES DE REALISATION

4.3 ENERTECH

Conclusion : l'augmentation des consommations d'énergie n'est pas une fatalité !

Cas du bureau d'étude Enertech (consommation électrique)



5 – CONCLUSION

Quel rôle pour l'électricité demain dans le bâtiment ?

Quel rôle pour l'électricité demain dans le bâtiment ?

1 - Un rôle **majeur** puisqu'elle représentera **l'essentiel des consommations** des bâtiments très performants, ce qui signifie qu'on peut s'attendre à des progrès spectaculaires dans les années à venir

2 - Un rôle **d'alliée** et non un rôle de « **boulet** » dans la recherche de la performance énergétique, via les développements spécifiques que seule l'électricité peut permettre, notamment au travers de la pompe à chaleur et ses usages multiples :

- chauffage par des sources de chaleur naturelles à basse température,
- chauffage et ecs à partir de la valorisation de résidus thermiques « tièdes » venant du résidentiel et de l'industrie,
- rafraîchissement des bâtiments combiné avec une production d'eau chaude sanitaire et associé à une production photovoltaïque

3 - Un rôle **clé** dans **le maintien du confort en été**, mais à condition d'utiliser intelligemment la pompe à chaleur et pas seulement comme un groupe froid ordinaire.

Pour en savoir plus :

www.enertech.fr