

## LES PATRIMOINES IMMOBILIERS PUBLICS

### L'efficacité énergétique des bâtiments à l'épreuve de l'usage

**L'expérience de la Région Languedoc Roussillon sur  
les opérations immobilières des lycées :**

**Mettre en place des conditions favorables à  
l'appropriation des installations  
et accompagner la prise en mains des utilisateurs**

*Joëlle EFFORSAT*

*Service Programmes Immobiliers et Maintenance  
Direction de l'Éducation*



# Les enjeux énergétiques du parc des lycées

**110 millions de kWh/an sur 90 sites**

80 millions de kWh/an pour la production d'énergie thermique  
(gaz, fuel, propane, bois, réseau de chaleur)

30 millions de kWh/an pour l'électricité (105 GWh Ep)

**Dépenses annuelles 8 millions d'euros**

**28 %** de la Dotation Globale de Fonctionnement

Dépenses de viabilisation (*énergies + eau*) = **37 %** de la D.G.F



Travaux construction et  
restructuration / Maintenance  
préventive et curative

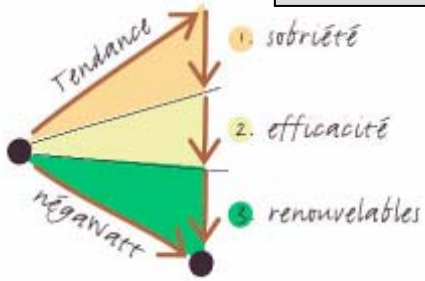
**ECONOMIES  
D'ENERGIE**

**TECHNIQUE**

**USAGERS**

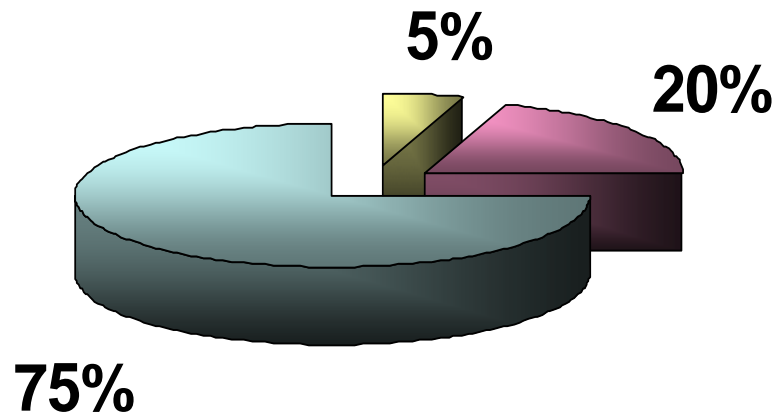
**FONCTIONNEMENT  
/ SERVICES**

Accueil  
Hébergement  
Entretien

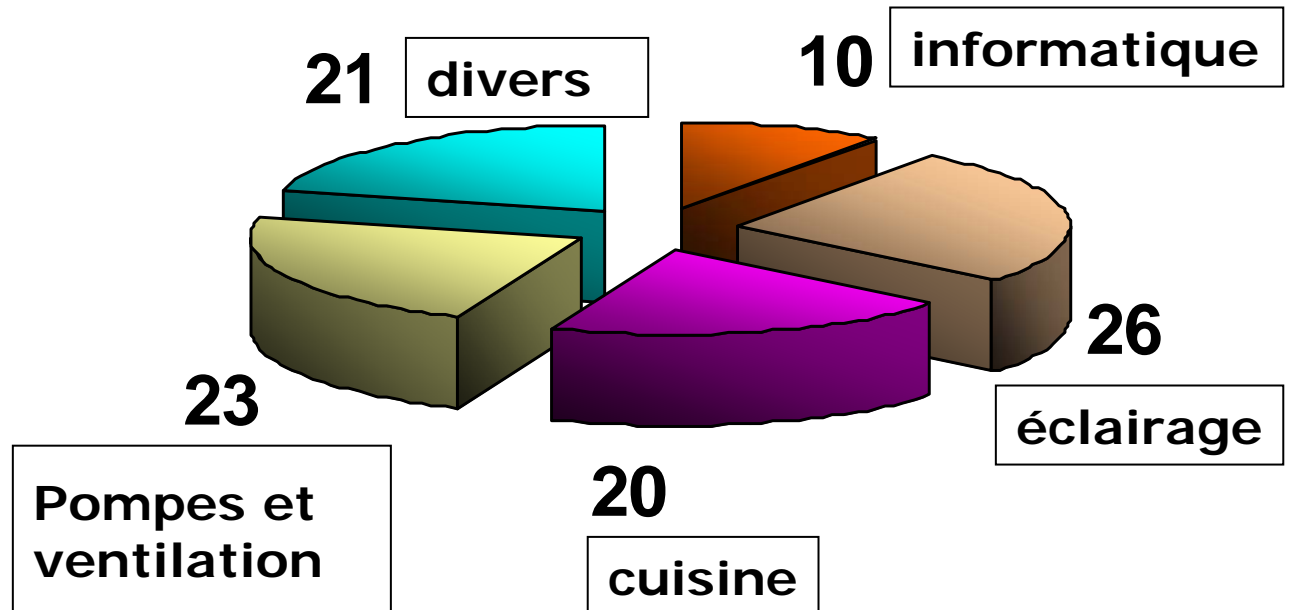


## USAGES THERMIQUES

■ cuisson gaz ■ Eau Chaude Sanitaire ■ chauffage



## USAGES ELECTRIQUES



# Rôle / Impact des utilisateurs sur les consommations d'énergie

- **USAGE**

(commande éclairage, ouverture fenêtres etc...)

- **PILOTAGE / CONDUITE**

(programmations horaires, réglage des températures ...)

- **ENTRETIEN**

(tâches de premier niveau, suivi des prestataires extérieurs...)

## UTILISATEURS :

personnel restauration  
(cuisine de production,  
laverie, restaurant)

élèves, communauté  
éducative, encadrement  
(classes, ateliers, salles  
des profs, CDI, salles de  
travail, internat...)

personnel  
administratif  
(bureaux)

personnel entretien  
et agents techniques  
(lycée et locaux  
techniques)

## Processus de la loi MOP :

**Programme** = maître d'ouvrage  
(objectifs fixés par le MDO)

**Etudes** = MDO, maîtrise d'œuvre  
(mis en œuvre par la MOE)

**Travaux** = MDO, MOE, entreprises  
(réalisés par le chantier)



**Réception et Livraison des ouvrages**  
(utilisateurs doivent concrétiser les intentions du MDO)

# ANNEE DE GARANTIE DE PARFAIT ACHEVEMENT

=

**Période de cohabitation «obligée»**

**UTILISATEURS / ENTREPRISES ET MOE**

Parfait achèvement ou achèvement ?

Rencontre Monde conception et réalisation avec Monde du  
fonctionnement

Voix de l'utilisateur à faire entendre

## Constats au moment de la livraison des ouvrages :

- Le détail est très souvent peu ou pas géré
- A la place, approche globale et trop théorique
- Les installations livrées ne sont pas réglées (équilibrage des radiateurs, réglages des pompes etc...)
- Fossé énorme entre le monde la conception et de la réalisation et le monde du fonctionnement

**RECEPTION DE MATERIELS ET PAS DE RECEPTION FONCTIONNELLE**



**CONSEQUENCE : DES INCONFORTS GENERES** (locaux à température insuffisante, détection présence inopérante...)

**ET DES DESORDRES** (plaintes des utilisateurs, mauvaise conduite des installations...)

**IMPENSABLE DE DEMANDER AUX UTILISATEURS**

**UN COMPORTEMENT ECONOMOME**

**SI LE SERVICE N'EST PAS RENDU**

**Exemple** : forçage consigne à 19°C et autres locaux chauffés avec fenêtres ouvertes

## Comment atteindre les objectifs environnementaux en matière d'énergie?

### **CADRER – ENCADRER – RECADRER**

- **Cadrer au moment des études pour adapter les installations aux usages** (sur la base de campagne de mesures, capitalisation retours d'expérience)
- **Cadrer et recadrer études et travaux pour rappeler et re-rappeler les objectifs et les faire appliquer des études à la livraison**
- **Encadrer les utilisateurs pour les accompagner dans la prise en mains**

# 1. Conception à haute efficacité énergétique:

**Choisir des équipements économes à la base**  
(favorisant un comportement économe)

**Exemples :**



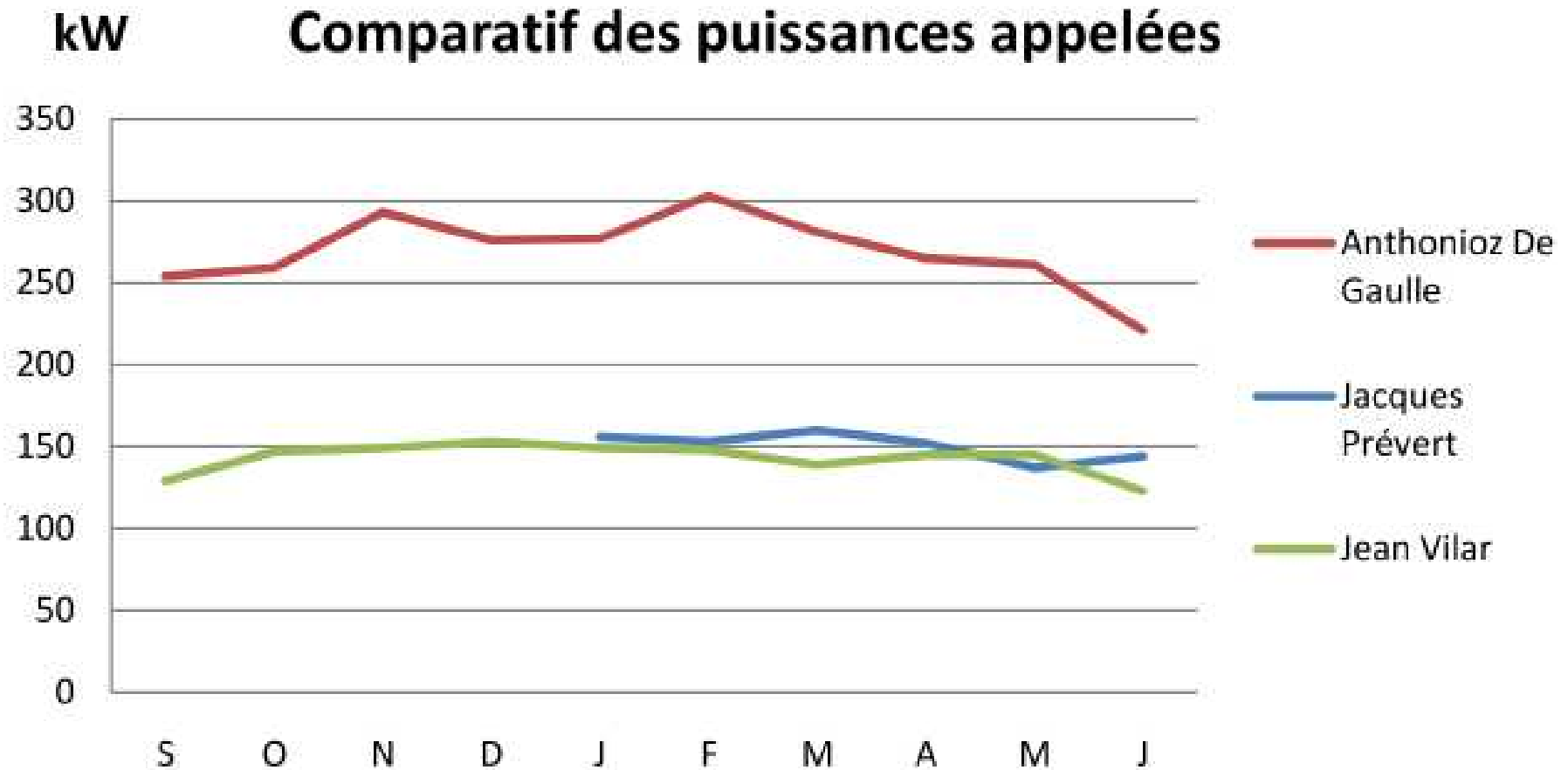
- > **moteurs de ventilation à haut rendement**
- > **puissance éclairage de 6 W/m<sup>2</sup> au lieu de 12**
- > **eau chaude sanitaire : débit des mitigeurs**

## Exemple eau chaude sanitaire : mitigeurs à 6 litres /min au lieu de 12 ou 20 litres

Régulateur de débit



## Résultat mesuré : Réduction de la Puissance électrique appelée



## 2. Conception adaptée :

### Systemes et pilotage conçus en fonction des usages

(usage individuel ou collectif, occupation permanente, intermittente ou variable etc...)

*Concrétiser les objectifs énergétiques  
en mettant en place des systèmes  
prenant en compte  
les types et modes d'occupations des locaux*

## Exemple de l'ECLAIRAGE des SALLES de CLASSE : Système d' Allumage et Extinction

### CONCEPTION 1

1 rangée côté fenêtre sur  
détection luminosité en tout ou rien,  
le reste de la salle **en pilotage  
manuel** (sur interrupteur)  
+ détection de présence  
pour coupure en cas d'oubli

### CONCEPTION 2

la salle **en tout automatique**  
avec : pilotage par détection  
de présence, par détection de  
luminosité (1 luminaire maître  
par zone)  
et gradation de lumière



## Stratégie conception 1: donner la main aux utilisateurs

- c'est à l'utilisateur d'allumer l'éclairage quand il en a besoin
- la conception performante (puissance installée optimisée) limite les consommations en cas d'allumages inutiles
- dispositif simple, donc facile d'entretien et plus fiable

## Stratégie conception 2 : tout automatique à la place des usagers

- l'utilisateur ne s'occupe plus de l'éclairage qui s'allume indépendamment du ressenti et des besoins
- les automatismes obligent à des temporisations importantes (15 mn réglage d'usine dans le système utilisé), qui viennent annuler les économies attendues du pilotage automatique
- de nombreux réglages nécessaires (faits?) à la mise en service et les risques de pannes accrus

**Philosophie du pilotage des installations : Non  
au tout automatique systématique.  
Mais OUI aux automatismes bien pensés  
dans les espaces collectifs**



## Autres exemples de pilotage des installations :

- **Eclairage des espaces à occupation aléatoire et très variable** sur détection de présence : circulations, sanitaires ...
- **Responsabilisation des usagers dans les locaux à occupation maîtrisée**: pilotage manuel de l'éclairage des bureaux (plus contrôle automatique des oublis)
- **Ventilation du CDI** : local à occupation très variable (1 à 100 personnes) => mise à disposition du documentaliste d'un potentiomètre pour adapter le débit d'air neuf au taux d'occupation
- **Salle polyvalente** : occupation très aléatoire et souvent non prévisible sans responsable permanent => installation de chauffage conçue pour une mise en température rapide et bouton de relance deux heures à disposition des usagers

### 3. Conception adaptée :

**Installations faciles à conduire et piloter** (bannir les équipements sophistiqués et les usines à gaz)

*Concrétiser les objectifs énergétiques  
en mettant en place des installations  
conçues de manière pédagogique  
et attractives*

## **Exemple de la GTC (gestion technique centralisée):**

Installation qui centralise toutes les régulations prévues au stade des études

Poste de supervision et de pilotage des installations

- Pilotage des installations : programmation horaires, températures de chauffage, débits de ventilation...
- Réglages des installations : régulation, lois d'eau, automatismes ....

**Il est vital que la GTC soit conçue de manière très pédagogique, simple et facile à utiliser**



## Exemples de locaux GTC « attractifs »





**Exemples d'armoire de  
régulation «très  
pédagogique »**

Poste installé dans le local TGBT, sans fenêtre, et livré sans formation, avec pannes

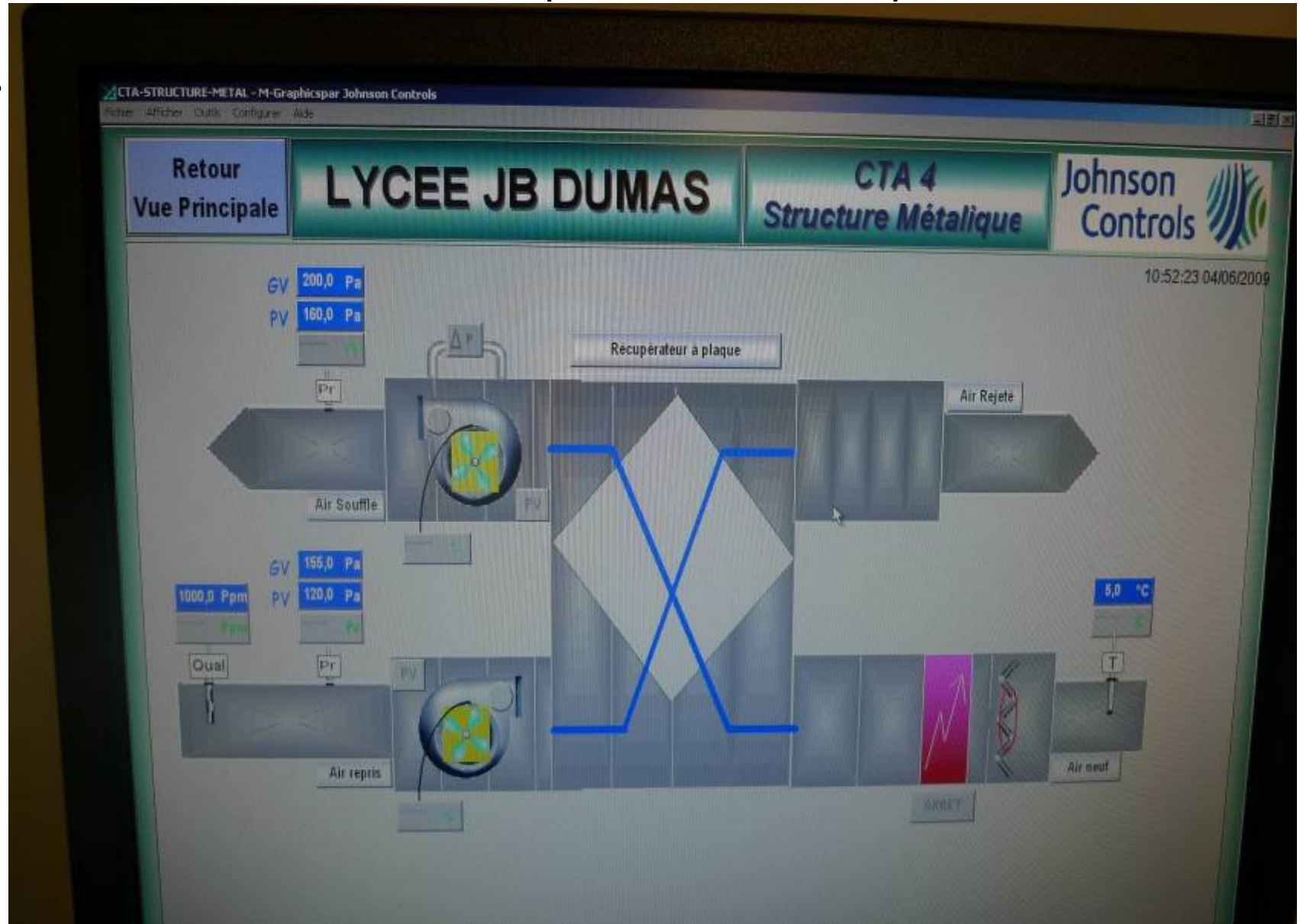
**Résultat:**

*Tout en manuel,  
24 h sur  
24*

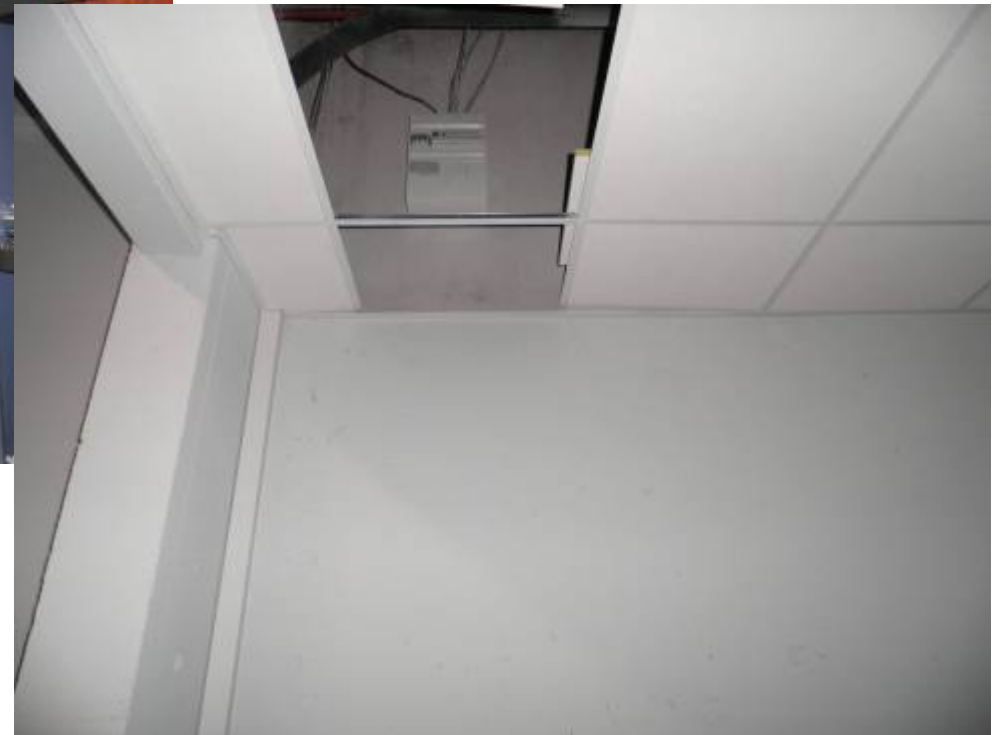
*Conso 2009:  
4,2 MWh*

*Conso 2010:  
5,5 MWh*

*31 % de plus*



## Accessibilité et Localisation des équipements de pilotage et de réglage



## 4. Réaliser et livrer des ouvrages cohérents avec les études et aboutis

(beaucoup de temps consacrés aux études sur des bâtiments HQE mais la réflexion des études est-elle mise en œuvre jusqu'au bout?)

### Exemple de l'eau chaude sanitaire :

Clapets anti-retour de mauvaise qualité ou manquants – retours d'eau froide –  
génèrent des consommations excessives

Régulateur de débit

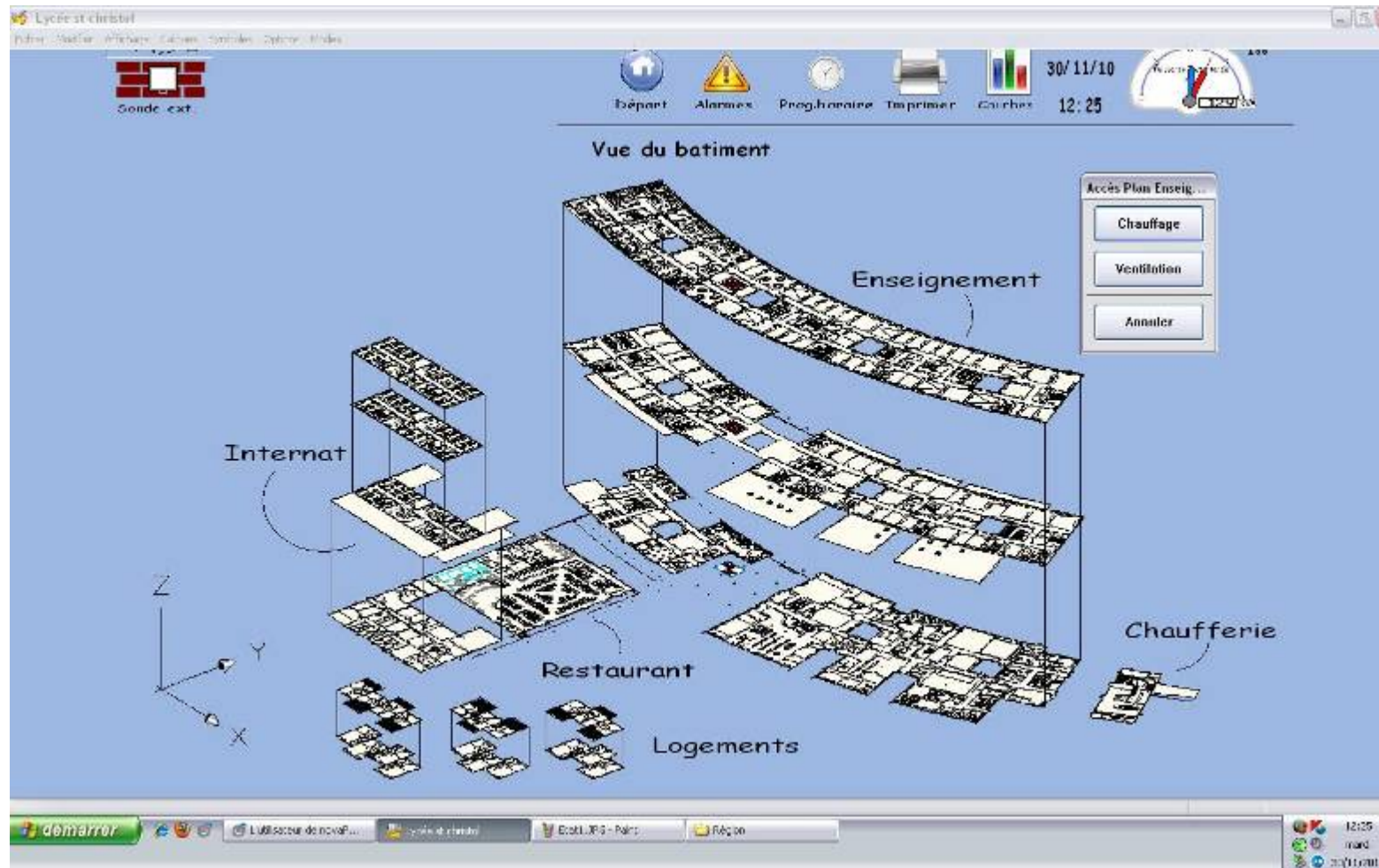




## Exemple ventilation du lycée Prévert :

Prévus en études: récupérateur de chaleur en hiver sur salle de danse  
freecooling en été avec bypass du double flux

Traduction à la mise en œuvre: Écran GTC « extracteurs »



# L'efficacité énergétique des bâtiments à l'épreuve de l'usage

The screenshot displays a software interface for managing ASV extractors. The window title is 'Lycée st christol'. The interface includes a menu bar (Fichier, Modifier, Affichage, Calques, Symboles, Options, Modes) and a toolbar with icons for navigation (Précédent, Suivant), home (Départ), alarms (Alarmes), programming (Prog.horaire), printing (Imprimer), and data (Courbes). A status bar shows the date '30/11/10', time '14:54', and a gauge for 'Pression Inducteur' at '97/100'.

The main area is titled 'Extracteurs ASV 1' and contains ten control panels for different extraction units:

- Extraction 1A:** Status 'Arrêt' (grey circle), 'Auto' mode.
- Extraction 2A:** Status 'Arrêt' (grey circle), 'Auto' mode. Temp. d'arrêt: 19 °C, Temp. marche: 23 °C.
- Extraction 3A:** Status 'Marche' (green circle), 'Auto' mode.
- Extraction 4A:** Status 'Marche' (green circle), 'Auto' mode.
- Extraction 1B:** Status 'Marche' (green circle), 'Auto' mode. Temp. d'arrêt: 0 °C, Temp. marche: 23 °C.
- Extraction 2B:** Status 'Marche' (green circle), 'Auto' mode. Temp. d'arrêt: 19 °C, Temp. marche: 23 °C.
- Extraction 1C:** Status 'Marche' (green circle), 'Auto' mode.
- Extraction 2C:** Status 'Marche' (green circle), 'Auto' mode.
- Extraction 3C:** Status 'Marche' (green circle), 'Auto' mode.

The Windows taskbar at the bottom shows the 'demarrer' button, several open applications, and the system tray with the date '30/11/2010' and time '14:54'.

## 5. Réaliser des bâtiments étanches et isolés :



Ne pas générer d'inconforts  
afin de pouvoir imposer les  
19 °C réglementaires



# L'efficacité énergétique des bâtiments à l'épreuve de l'usage



# L'efficacité énergétique des bâtiments à l'épreuve de l'usage



## 6. Livrer des installations réglées :

### RECEPTION FONCTIONNELLE et non pas RECEPTION DE MATERIELS

Faire le travail dans le détail et entièrement: exemples

- Radiateurs équilibrés
- Pompes à variation de vitesse réglées
- Chauffage: vérification sondes d'ambiance
- Ventilation: débits et vitesses (PV, GV)
- Eau chaude sanitaire: vérification pas de retours d'eau froide, réglage mitigeurs, réglages débits des terminaux
- Détecteurs présence: zone de détection vérifiée, temporisation réglée
- Détection luminosité : réglage du seuil et de la temporisation
- Claquage points GTC Etc.... Etc....

## 7. Conditions d'exploitation :

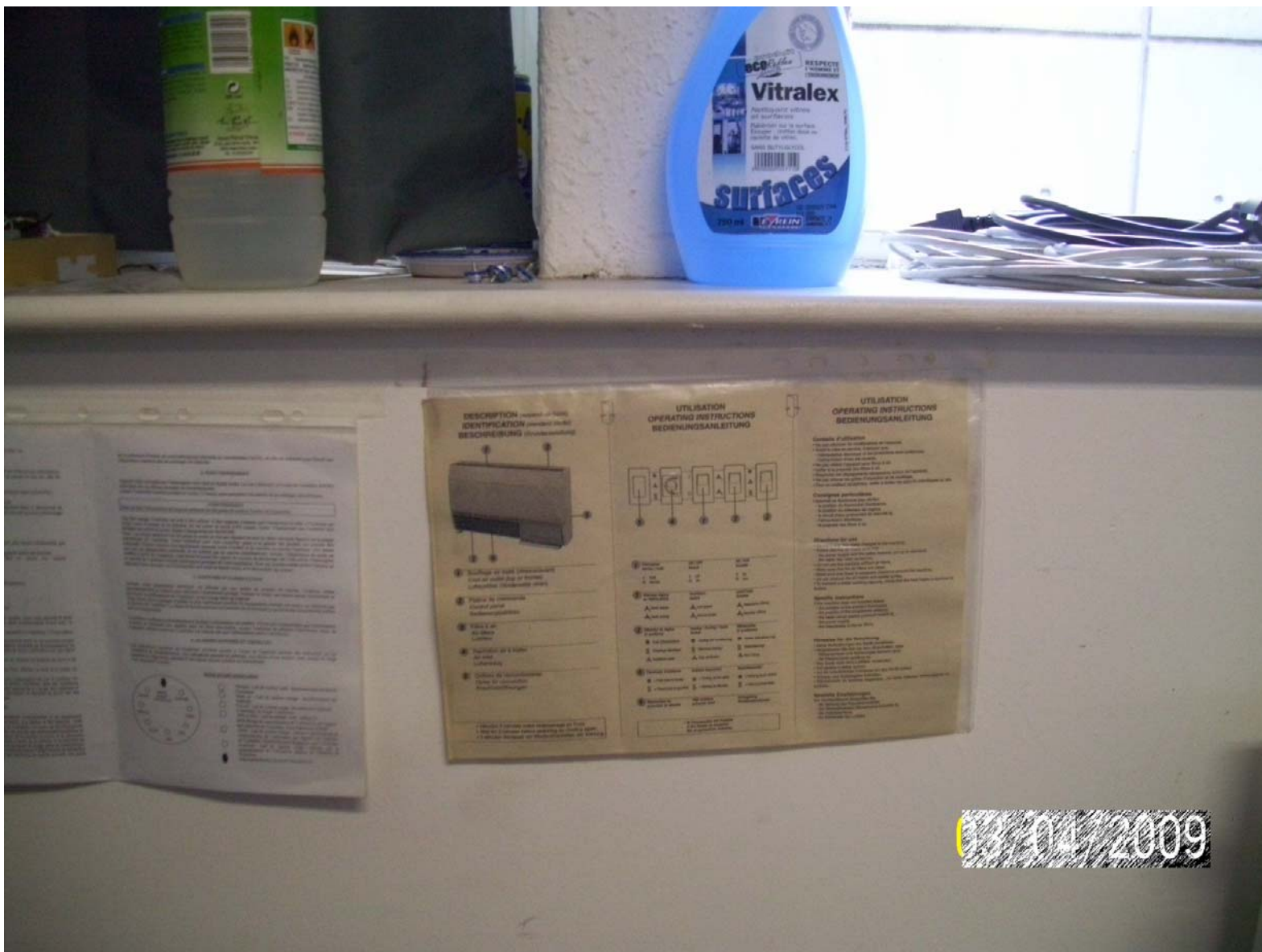
### **ACCOMPAGNER ET DONNER LES MOYENS AUX UTILISATEURS**

- **Accompagnement à la prise en mains / DUEM**
- **Formation**
- **Information, cadrage entretien**

### **CAPITALISATION RETOURS D'EXPERIENCES**

- **Instruments de suivi, indicateurs**
- **Evaluation**

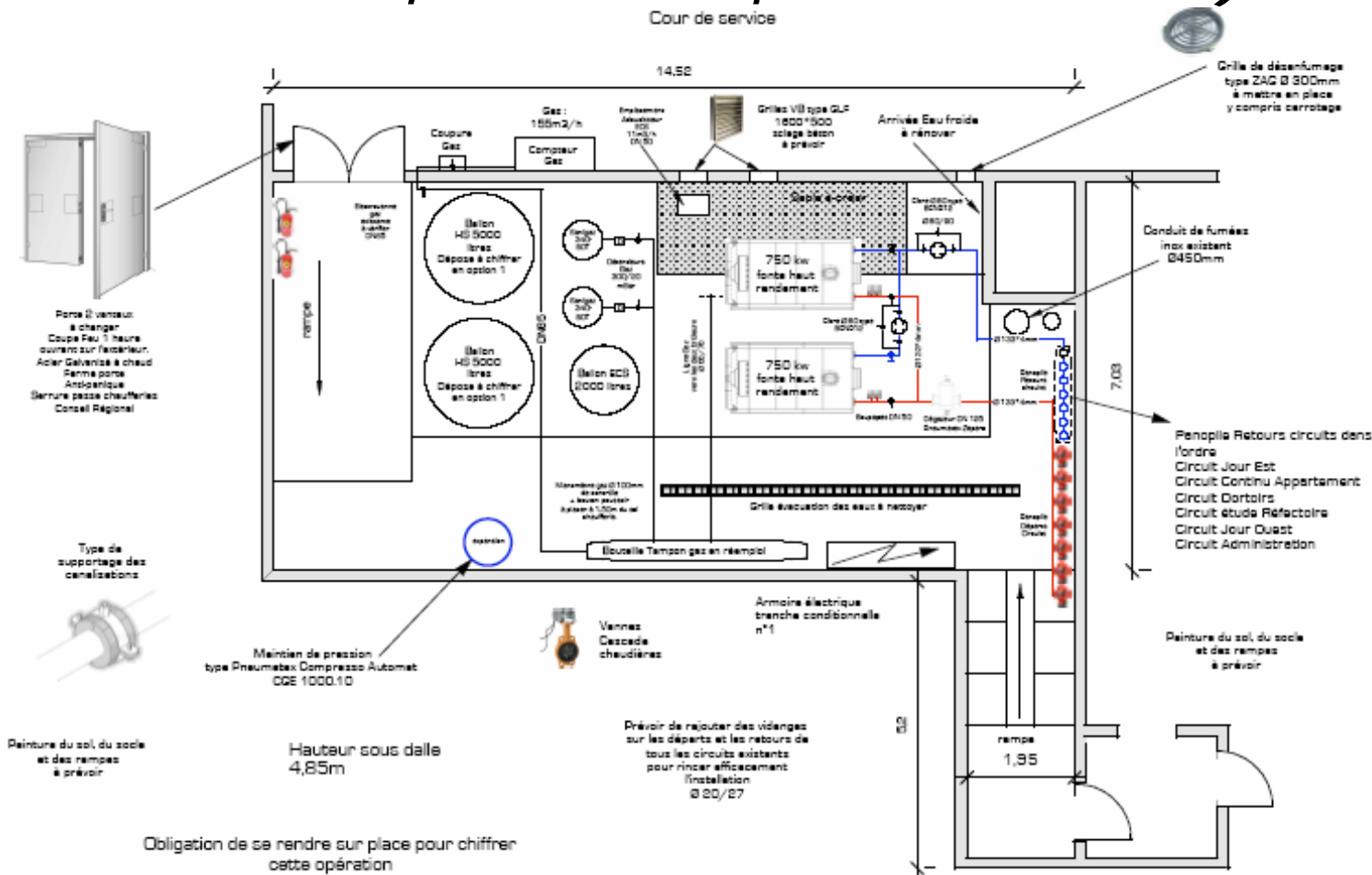
## Notice de fonctionnement « élaborée »





# Exemple DUEM (Dossier utilisation, entretien, maintenance)

- Principes de fonctionner
- Principes de régulation
- Tâches d'entretien
- Repérage des installations



Rénovation Chaufferie  
Implantation des  
Equipements  
Lycée HEMINGWAY

Conseil Régional  
Languedoc Roussillon  
Direction de l'Éducation  
Service Maintenance  
et Fonctionnement

## CADRAGE ENTRETIEN (Tableau affiché en chaufferie ou local maintenance)

| Planning prévisionnel des visites et prestations à réaliser obligatoirement pour une maintenance de qualité  |                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
|--|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|
| Prestations maintenance DES EQUIPEMENTS THERMIQUES prévues au contrat  | Article du cctp | S36 | S37 | S38 | S39 | S40 | S41 | S42 | S43 | S44 | S45 | S46 | S47 | S48 | S49 | S50 | S51 | S52 |  |  |  |
| Calendrier des visites, procès verbal, état de marche, besoins de mise en conformité, inventaire des stocks, inventaire des documents, l'état des lieux  | 1.2 & 2.1       | .   | .   | .   | .   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Tableau de bord énergétique de toutes les valeurs de réglage de tous les régulateurs (température ambiante, température départ, courbes de chauffe, horloges de gestion de tous les équipements électriques consommateurs d'électricité (CTA, caissons VMC, pompes, etc) à envoyer par écrit au lycée, avec copie à la Région LR.  | 1.5             | .   | .   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Vérification des températures de stockages ECS, ballons et cumulus compris, 55°C minimum   | 2.1             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | .   | .   |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Relevé des compteurs gaz général, électrique général, eau froide général, ecs, etc   | 2.3             |     |     |     | .   |     |     |     | .   |     |     |     | .   |     |     |     |     | .   |  |  |  |
| Maîtrise de la demande d'électricité, établissement du tableau de bord des périodes de fonctionnement des tous les équipements consommateurs d'électricité.  | 2.5             |     |     |     |     | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Réduction de la consommation électrique des chaudières individuelles, courrier postal au lycée et à la Région  | 2.5             | .   | .   | .   | .   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Réduction de la consommation électrique des équipements de chaufferies, sous stations, centrales de traitements d'air, caissons vmc, etc, tableau récapitulatif format A3 à afficher sur support rigide dans tous les locaux techniques ( fonction de l'équipement, localisation de l'équipement, marque et type, valeur de réglage par exemple vitesse 1,2 ou 3, puissance électrique et voltage lus sur les plaque de signalisation, puissance électrique mesurée pour toutes les vitesses, type de fonctionnement (permanent ou pas), jours de fonctionnement, heure de démarrage, heure de l'arrêt). | 2.5             | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Recherches de fuite de gaz, 3 fois par an.   | 2.10            |     |     |     | .   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Recherches de fuites sur tous les réseaux chauffage, en chaufferie et hors chaufferie.   | 2.12            |     |     |     |     |     |     |     | .   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Maintenance des centrales de traitement d'air, réseaux de distribution d'air, grilles de ventilation, filtres, remplacement des filtres de tout type.  | 2.13            |     |     |     |     |     |     |     | .   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Nettoyage des batteries d'échange, vérification et remplacement des courroies, mesures des intensités, relevé des Ø poulies moteur et menées, resserage des connexions électriques, vérification du fonctionnement des détecteurs de fumées des CTA, remise en état de toutes les jonctions aérauliques, peinture de tous les points de corrosion, remplacement des poignées de portes CTA, vérification des arrêt d'urgence, etc  | 2.13            |     |     |     |     |     |     |     | .   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Maintenance des ventilo-convecteurs, changement des filtres à l'aspiration, nettoyage des batteries d'échange, des bacs de condensats, resserage connexions électriques, réalisation et transmission par courrier postal de la liste des appareils et des équipements associés (V2V,V3V, etc).   | 2.14            |     |     |     | .   |     |     |     |     |     |     |     | .   |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Maintenance des caissons de ventilation mécaniques (VMC) et pour les extracteurs d'air, peinture antirouille, etc, peinture anticorrosion époxy des caissons vmc, des CTA une fois par an.   | 2;15            |     |     |     | .   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |

© KEMPENAR@GMAIL.COM

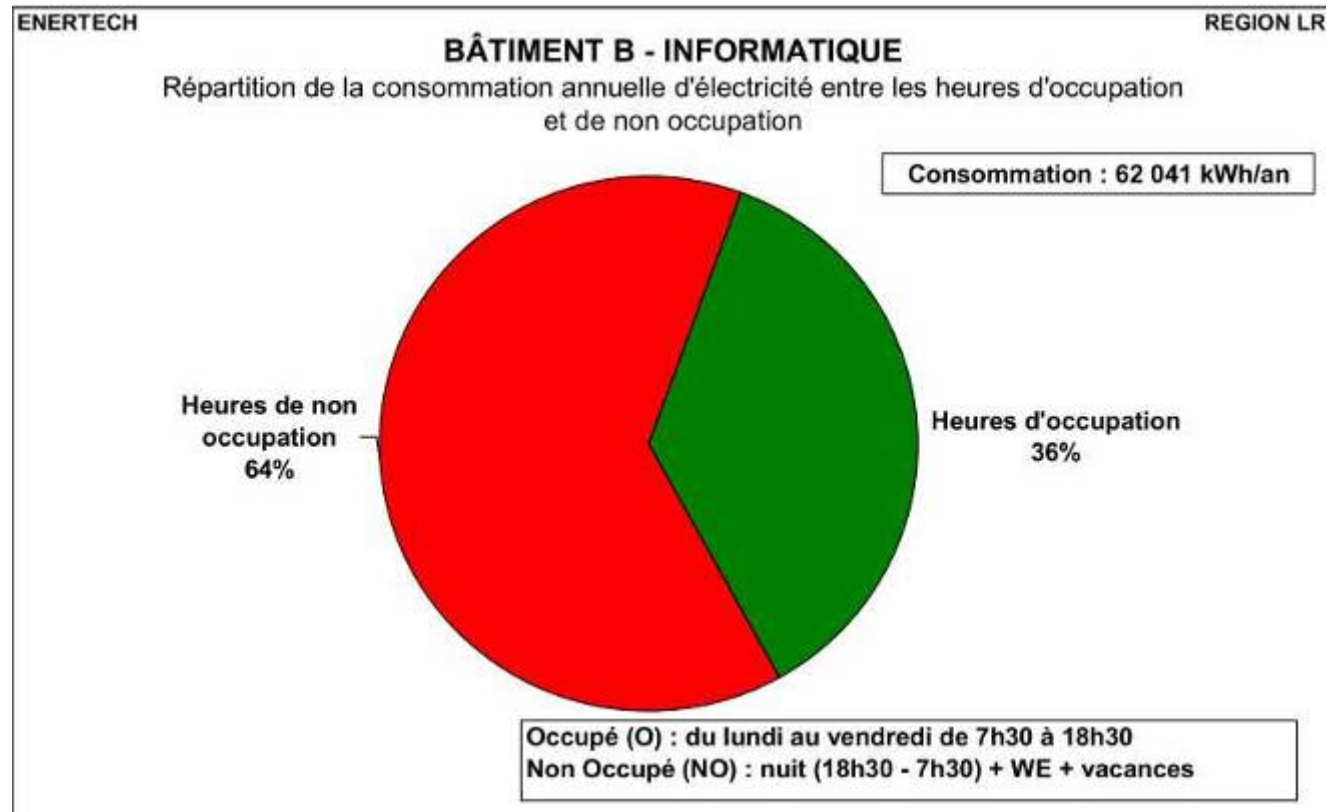
## Cadrage entretien (information, étiquetage)



## **EVALUATION / CAMPAGNE DE MESURES**

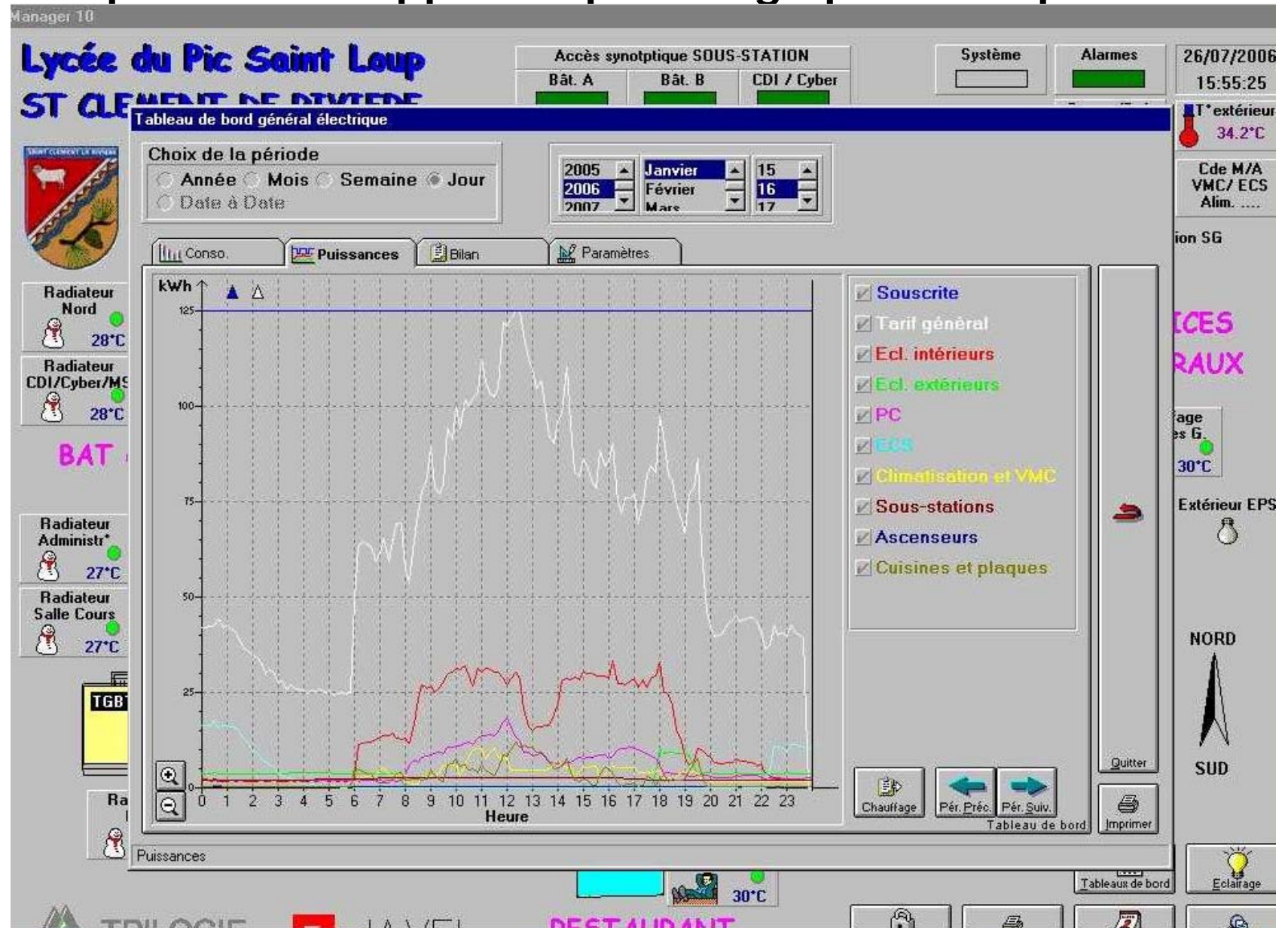
- ➔ Mesurer pour connaître la structure des consommations et la manière dont sont satisfaits les besoins en énergie**
- ➔ Mesurer pour comprendre et identifier les dysfonctionnements**
- ➔ Mesurer pour identifier les consommations insoupçonnées**

## Exemple : usages informatiques



**Intégration au CRTE** = Préconisations pour réduire les consommations de veille et sous tension : mettre les prises informatiques sur interrupteur et former les utilisateurs

## EVALUATION : puissances appelées par usage pour comprendre la structure des besoins



# Création de la base de données énergie des lycées

**Suivi des consommations :**

**Identification des dérives**

**Ratio indicateurs**

**Chauffage : 50 à 200 kWh/m<sup>2</sup>**

**Électricité : 15 à 50 kWh/m<sup>2</sup>**

# BASE ENERGIE : FICHE COMPTEUR LYCEE

|                      |                      |                        |   |
|----------------------|----------------------|------------------------|---|
| <b>NOM</b> HEMINGWAY |                      |                        |   |
| <b>RNE</b>           | 03000275             | <b>Nb de compteurs</b> | 1 |
| <b>VILLE</b>         | NIMES                | <b>Donc</b>            | 1 |
| <b>SURFACE</b>       | 16105 m <sup>2</sup> | <b>En tarif 825</b>    |   |

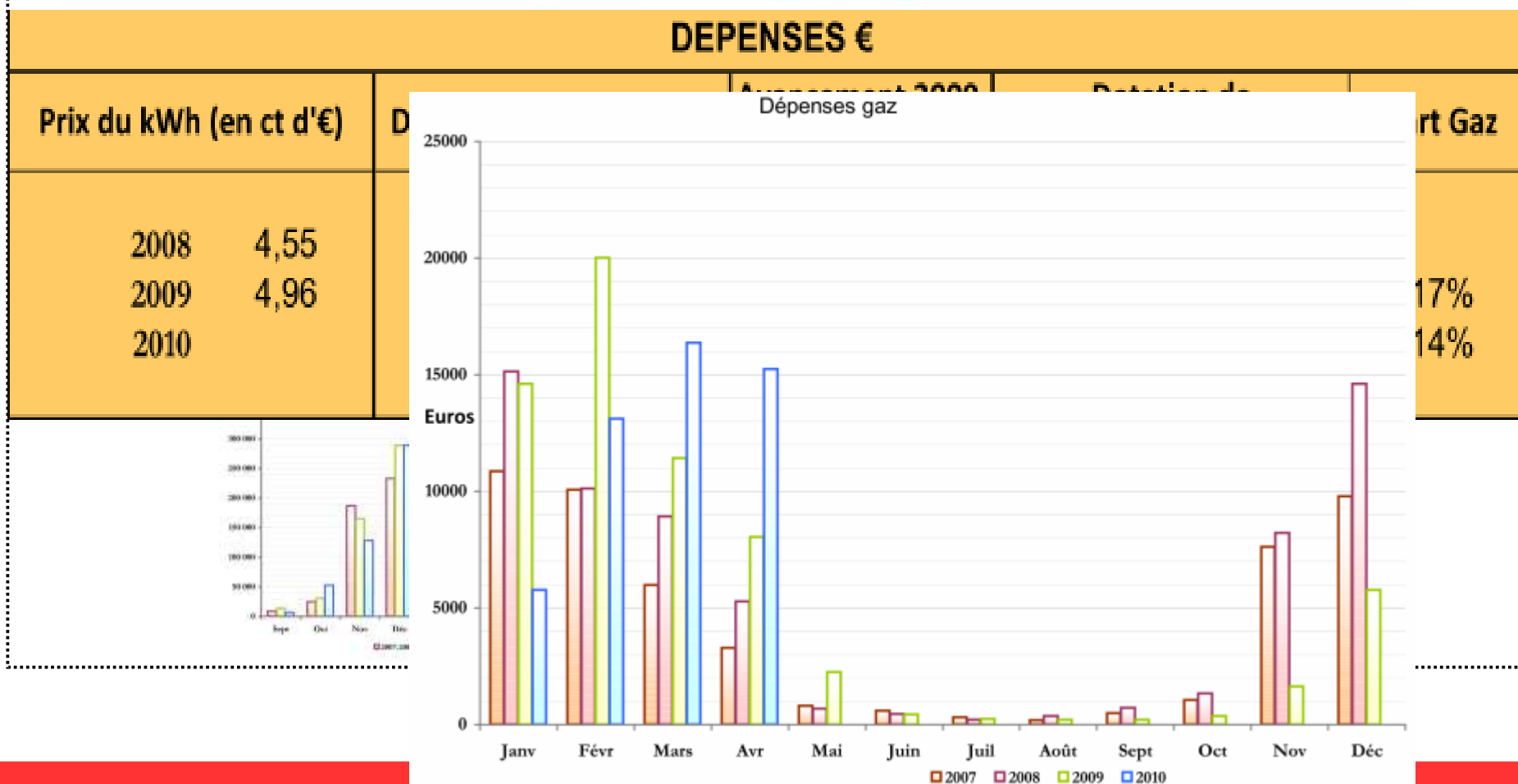
  

|           | CONSUMMATION        |                            |
|-----------|---------------------|----------------------------|
|           | kWh/ m <sup>2</sup> | kWh corrigé/m <sup>2</sup> |
| 2007-2008 | 87                  | 0,35                       |
| 2008-2009 | 83                  | 0,29                       |
| 2009-2010 | 88                  | 0,25                       |

| DEPENSES €              |                        |                            |                            |          |     |
|-------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------|-----|
| Prix du kWh (en ct d'€) | Dépenses annuelles TTC | Avancement 2009-10/2008-09 | Dotation de fonctionnement | Part Gaz |     |
| 2008 4,55               | 2007 51 088            | 77%                        | 2007                       |          |     |
| 2009 4,96               | 2008 98 043            |                            | 2008                       |          |     |
|                         | 2009 65 245            |                            | 2009                       | 374 395  | 17% |
|                         | 2010 50 497            |                            | 2010                       | 369 380  | 14% |

HEMINGWAY GAZ (fiche lycée)





**L'efficacité énergétique Relève de tous les  
consomm'acteurs** (responsabilité collective)

