



# **GUIDE RELATIF A L'EFFICACITE ENERGETIQUE DANS LES BATIMENTS : APPLICATION A UN ETABLISSEMENT SCOLAIRE**

**GROUPE D'ETUDE DES MARCHES  
GEM-EF « Equipements de bureau, enseignement et formation »**

**Comité « E » (Etablissements scolaires et énergies renouvelables)**

**MARS 2013**

**V1.0**

**DIRECTION  
DES AFFAIRES JURIDIQUES**



**Le pilotage des groupes d'études des marchés est assuré par  
le service des achats de l'Etat**



## **AVERTISSEMENT**

**Ce document dématérialisé a pour but de venir en aide à la personne publique dans l'acte d'achat. Il ne doit en aucune manière, être considéré comme un document réglementaire et contractuel ayant valeur de référentiel.**

# EFFICACITE ENERGETIQUE DANS LES BATIMENTS : APPLICATION A UN ETABLISSEMENT SCOLAIRE

## 1 - ENJEUX DU DEVELOPPEMENT DURABLE, OBJECTIFS ENERGETIQUES

### 1.1– Contexte

La notion de développement durable a vu le jour il y a trente ans. Aux premiers cris d'alarme de certains membres de la communauté scientifique, relayés par des organisations écologistes, a succédé une prise de conscience plus générale des conséquences de l'activité humaine...

Face à des phénomènes tels que la croissance démographique et la mondialisation économique, face à de nouveaux problèmes majeurs comme les conséquences de l'effet de serre ou l'épuisement des ressources naturelles, de nombreuses voix exhortent les États à agir.

Le rapport de Brundtland a défini en 1987 le développement durable « comme un développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ». Un tel développement doit prendre en compte trois dimensions indissociables : économique, sociale et environnementale



**Les 3 piliers du développement durable**

#### ➤ **Le pilier économique**

Il s'agit de développer la croissance et l'efficacité économiques pour favoriser la création de richesses pour tous à travers des modes de production et de consommation durables. Ce pilier repose notamment sur l'utilisation raisonnée des ressources et des milieux naturels, une évolution des relations économiques internationales (à l'image du « commerce équitable ») et l'intégration des coûts environnementaux et sociaux dans les prix des biens et des services.

#### ➤ **Le pilier sociétal**

Il s'agit de satisfaire les besoins humains en matière de santé, logement, consommation, éducation... et de répondre à un objectif d'équité sociale. Ce pilier repose notamment sur la satisfaction des besoins essentiels des populations, la lutte contre l'exclusion et la pauvreté, la réduction des inégalités et le respect des cultures.

#### ➤ **Le pilier environnemental**

Pour préserver, améliorer et valoriser l'environnement et les ressources naturelles sur le long terme, ce pilier repose notamment sur la gestion durable des ressources naturelles, le maintien des grands

équilibres écologiques (climat, diversité biologique, océans, forêts...), la réduction des risques et la prévention des impacts environnementaux.

Seul un développement tenant compte de ces trois piliers pourra être considéré comme durable. Gouvernements, collectivités territoriales, acteurs économiques, associations, institutions publiques ou privées, etc., tous ont un rôle à jouer. La progression vers un développement durable se décline aussi bien au niveau local que global, à l'échelle du village comme à celle de la planète. Elle ne peut réussir que si le citoyen se sent responsable des progrès à accomplir et y participe tant dans ses activités professionnelles que privées.

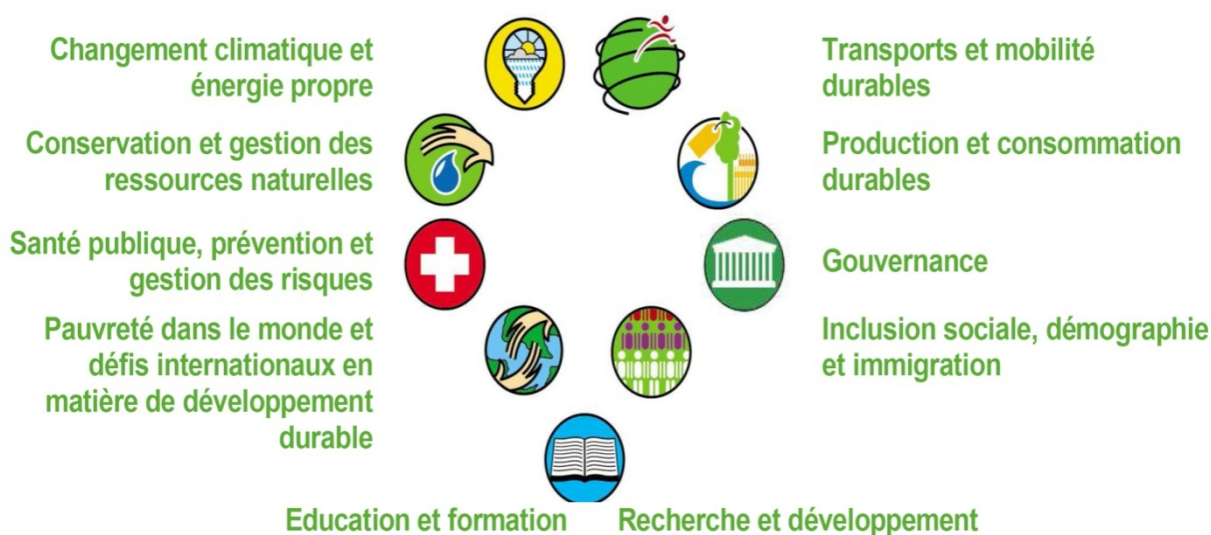
Pour l'expert Pierre Radanne, il s'agit de rien de moins qu'un changement de civilisation : « Nous serons nombreux, 9 milliards, tous voudront bien vivre, les ressources sont limitées, et la charge sur l'environnement de la planète est déjà trop forte. Y a-t-il une manière de passer au milieu de ces quatre paramètres-là ? Je voudrais vous soumettre l'idée que la valeur fondamentale du XXI<sup>e</sup> siècle, au sens moral, au sens écologique, au sens économique, va être l'optimisation des ressources. Que de chaque grain de matière on fasse le meilleur usage possible »

### ➤ Une stratégie nationale

À la suite des engagements pris à Rio en 1992 et renouvelés à Johannesburg en 2002, la France a bâti une première stratégie nationale de développement durable (SNDD) pour la période 2003-2008, orientée en particulier vers la mobilisation des services de l'État.

Mais la crise qui a déferlé sur le monde en 2008 oblige les États à s'interroger sur les causes des déséquilibres qui ont fait vaciller nos systèmes économiques et financiers. Ce contexte, dans lequel s'inscrit l'élaboration de la nouvelle SNDD 2009-2013, confère à l'exercice des exigences particulières. Il faut apporter des réponses à la détresse sociale et à la montée du chômage, tout en assurant une croissance sobre en termes de ressources naturelles afin de ne pas hypothéquer l'avenir par nos choix, notamment dans le domaine de l'environnement et du climat.

La SNDD 2009-2013 est organisée en neuf défis clés, en cohérence avec l'architecture de la stratégie européenne de développement durable (SEDD)



### Les 9 défis de la stratégie nationale de développement durable

Un plan simple et structuré est retenu pour chaque défi, comprenant une présentation du contexte national et international et des enjeux à long terme, les principaux objectifs opérationnels ou chiffrés à l'horizon 2020, une sélection des choix stratégiques pour les atteindre et une liste des principaux leviers d'action devant faciliter la mobilisation des acteurs privés et publics.

Pour conforter la cohérence de la SNDD avec la SEDD, les indicateurs de premier rang sont les onze retenus au niveau européen :

Taux de croissance du PIB par habitant

Émissions totales de gaz à effet de serre  
 Part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie primaire  
 Consommation d'énergie des transports et PIB  
 Productivité des ressources  
 Indice d'abondance des populations d'oiseaux communs  
 Part des captures en fonction de l'état des stocks halieutiques  
 Espérance de vie et espérance de vie en bonne santé à la naissance  
 Taux de risque de pauvreté après transferts sociaux  
 Taux d'emploi des personnes âgées de 55 à 64 ans  
 Aide publique au développement

Ils sont explicités sur le site de l'Institut français de l'environnement (IFEN) ([www.ifen.fr](http://www.ifen.fr)).

## 1.2 - Développement durable et perspectives énergétiques

### 1.2.1 - Situation énergétique

- Les réserves en énergies fossiles :

Au rythme actuel de la consommation mondiale d'énergie ( $140 \times 10^{12}$  kWh/an soit 12 Gtep (gigatonnes équivalent pétrole)) les réserves en énergies fossiles sont les suivantes :

- Pétrole : 40 à 50 ans de réserve,
- Charbon : 200 ans de réserve,
- Gaz naturel : 60 ans de réserve (hors gaz non conventionnel),
- Nucléaire « classique : fission d'U235 » : 40 ans de réserve.

De plus l'accroissement moyen de la demande énergétique croît de l'ordre de 2,2% par an et ces sources énergétiques sont polluantes.

- Réactions politiques :

- au niveau mondial : le protocole de Kyoto, les sommets de Rio (1992), de Montréal (2005), de Bali, etc.
- au niveau européen : la stratégie de Lisbonne,
- au niveau national : le Grenelle de l'environnement.

- Les principaux objectifs en France sont les suivants :

- réduire la consommation d'énergie d'ici 2020 : -38% dans le bâtiment qui est le secteur le plus consommateur d'énergie en France (42,5% de l'énergie finale totale et production de 23% des émissions de gaz à effet de serre (GES)), -20% dans les transports, la mobilité,
- diviser par quatre les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050,
- augmenter de 20 Mtep (mégatonnes équivalent pétrole) la production d'énergies renouvelables et dépasser une proportion de 20% d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie.

| Secteur renouvelable                                       | Situation en 2006                      | Objectif 2020                        | Croissance       |
|--|--|--------------------------------------|------------------|
| <b>Chaleur</b>   | <b>9,6 Mtep</b>                        | <b>19,7 Mtep</b>                     | <b>+ 10 Mtep</b> |
| <i>Bois (chauffage domestique)</i>                         | 7,4 Mtep<br>(5,7 millions d'appareils) | 7,4 Mtep<br>(9 millions d'appareils) | -                |
| <i>Bois et déchets<br/>(collectif/tertiaire/industrie)</i> | 1,8 Mtep                               | 9 Mtep                               | + 7,2 Mtep       |
| <i>Solaire thermique, PAC et<br/>géothermie</i>            | 0,4 Mtep<br>(200.000 logements)        | 3,2 Mtep<br>(6.000.000 logements)    | + 2,8 Mtep       |
| <b>Electricité</b>   | <b>5,6 Mtep</b>                        | <b>12,6 Mtep</b>                     | <b>+ 7 Mtep</b>  |
| <i>Hydraulique</i>   | 5,2 Mtep<br>(25.000 MW)                | 5,8 Mtep<br>(27.500 MW)              | + 0,6 Mtep       |
| <i>Biomasse</i>  | 0,2 Mtep<br>(350 MW)                   | 1,4 Mtep<br>(2.300 MW)               | + 1,2 Mtep       |

|                               |  |   |                   |
|-------------------------------|--|---|-------------------|
| <i>Eolien</i>                 | 0,2 Mtep<br>(1.600 MW et 2.000<br>éoliennes) | 5 Mtep<br>(25.000 MW et 8.000<br>éoliennes) | + 4,8 Mtep        |
| <i>Solaire photovoltaïque</i> | 0  | 0,4 Mtep<br>(5 400 MW)                      | + 0,4 Mtep        |
| <b>Biocarburants</b>          | <b>0,7 Mtep</b>                              | <b>4 Mtep</b>                               | <b>+ 3,3 Mtep</b> |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>~ 16 Mtep</b>                             | <b>~ 36 Mtep</b>                            | <b>+ 20 Mtep</b>  |

**Les objectifs fixés par le Grenelle de l'environnement**

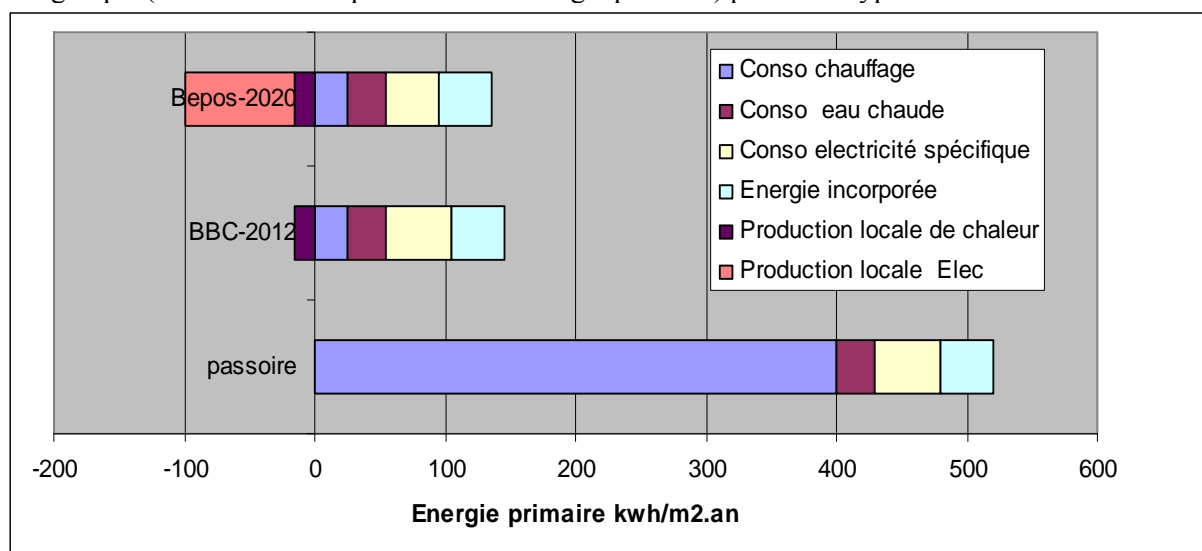
### 1.2.2 - Mise en application des mesures dans le bâtiment

Le secteur du bâtiment, qu'il soit résidentiel, tertiaire ou industriel, représente une part importante de l'énergie consommée et de l'émission des gaz à effet de serre. Pour répondre au défi énergétique, il convient de travailler sur l'ensemble des bâtiments : neufs et existants, dans les domaines de l'habitat, du tertiaire et de l'industrie.

L'approche énergétique globale se développe : pour intervenir sur l'efficacité énergétique du bâtiment, il faut pouvoir l'aborder globalement, de manière systémique sur l'ensemble des techniques.

- Les objectifs fixés pour le bâtiment sont les suivants :
  - construction de bâtiments et équipements publics : passage progressif aux bâtiments à énergie passive ou positive,
  - nouvelles constructions de logements privés :
    - 2012 : généralisation des logements neufs à basse consommation,
    - 2020 : généralisation des logements neufs à énergie passive ou positive,
  - lancement d'un chantier de rénovation thermique des bâtiments existants.

Cette évolution attendue apparaît clairement dans le graphique suivant qui présente le bilan énergétique (consommation / production en énergie primaire) pour trois types de bâtiments :



**Légende :**

BEPOS = Bâtiment à énergie positive

BBC = Bâtiment Basse Consommation

- L'amélioration de l'efficacité énergétique :  
Efficacité énergétique : l'efficacité énergétique peut se définir comme le rapport entre le service délivré au sens large (performance, produit, confort, etc.) et l'énergie qui y a été consacrée.

L'amélioration de l'efficacité énergétique consiste, par rapport à une situation de référence :

- soit à augmenter le niveau de service rendu, à consommation énergétique égale,
- soit à économiser de l'énergie à service rendu égal,
- soit à réaliser les deux simultanément.

Les solutions d'efficacité énergétique consistent le plus souvent à économiser l'énergie à service rendu égal ou à augmenter le niveau de service rendu, à consommation d'énergie constante.

La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments doit être pensée globalement : porter à la fois sur le bâti, mais également sur les équipements et systèmes qui le composent. Pour que la démarche soit complète, elle devra aussi intégrer le recours aux énergies renouvelables.

## **2 – CULTURE TECHNIQUE MINIMALE A MAITRISER SUR CES ENJEUX ET OBJECTIFS**

### **2.1 - Définitions**

#### **2.1.1 - Bâtiment à Basse Consommation Energétique**

Le bâtiment basse consommation (BBC) est défini par l'arrêté du 8 mai 2007 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label « haute performance énergétique ».

Les bâtiments à usage autre que d'habitation sont considérés BBC lorsque la consommation conventionnelle d'énergie primaire du bâtiment pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage est inférieure ou égale à 50% de la consommation conventionnelle de référence, définie à l'article 9 de l'arrêté du 24 mai 2006 relatif à la réglementation thermique 2005.

Pour les bâtiments d'habitation l'objectif de performance BBC est fonction de la zone climatique et de l'altitude. La consommation conventionnelle d'énergie primaire du bâtiment pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage doit être inférieure à 50 kWh/m<sup>2</sup>/an pondéré d'un coefficient géographique.

#### **2.1.2 – Expression des consommations**

Les consommations s'expriment en kWh d'énergie primaire. L'énergie primaire correspond à des sources énergétiques dans l'état (ou proche de l'état) dans lequel elles sont fournies par la nature : charbon, pétrole, gaz naturel, bois, soleil...

Pour la production d'électricité, la comptabilisation en énergie primaire est complexe :

- la production d'électricité par l'hydraulique, l'éolien, le photovoltaïque est comptabilisée directement en kWh d'énergie primaire,
- la production d'énergie électrique par les centrales thermiques (nucléaires et autres) induit des pertes calorifiques liées à la transformation de chaleur en électricité. La moyenne du rapport « énergie électrique finale produite »/ « énergie primaire consommée » pour une centrale thermique est comprise, suivant l'âge de l'installation, entre 35 et 40%.

Les consommations sont généralement ramenées au mètre carré de surface hors œuvre nette du bâtiment (SHON) ou de surface utile (SU). La surface de référence peut varier selon la réglementation.

- surface hors œuvre brute (SHOB) : surface égale à la somme des surfaces de planchers de chaque niveau de construction (épaisseur des murs comprises),
- surface hors œuvre nette (SHON) : surface obtenue à partir du SHOB par déduction des surfaces de planchers hors œuvre des combles et sous-sols non aménageables, des parkings, des toitures terrasses, balcons, loggias ainsi que des surfaces non closes situées en rez-de-chaussée,
- surface utile (SU) : surface égale à la somme des surfaces intérieures des locaux ne prenant pas en compte les circulations verticales et horizontales, les paliers d'étage, les locaux techniques, l'encombrement de la construction.

## 2.2 - L'efficacité énergétique (« Vers un bâtiment durable : les équipements et solutions d'efficacité énergétique, FIEEC »)

Compte tenu du faible taux de renouvellement du parc immobilier en France, plus de 80% gisements d'économies d'énergie et de réduction des émissions de gaz à effet de serre résident dans les bâtiments existants. En matière d'efficacité énergétique, il faut jouer sur deux leviers : diminuer les besoins qui sont relatifs au bâti proprement dit, et améliorer les équipements techniques du bâtiment et leur gestion.



### 2.2.1 – Objectifs.

Les objectifs sont les suivants :

- diminuer les besoins : efficacité énergétique « passive ».
  - L'efficacité énergétique passive résulte d'une part de l'isolation du logement et sa perméabilité à l'air, en utilisant par exemple des matériaux performants d'isolation thermique ou des menuiseries à triple vitrage, d'autre part, du choix d'équipements les plus performants c'est à dire des produits qui rendront le même service en consommant moins.
- superviser et gérer les équipements techniques du bâtiment : efficacité énergétique « active ».
  - Basée sur une offre de produits performants et de systèmes intelligents de régulation, d'automatismes et de mesure, l'efficacité énergétique active permet de :
    1. réduire les consommations d'énergie, donc la facture énergétique ;
    2. améliorer la qualité et la disponibilité de l'énergie en consommant l'énergie juste nécessaire.

Ces solutions peuvent être mises en place rapidement et présentent des temps de retour sur investissement particulièrement court selon les cas.

### 2.2.2 – Les étapes d'amélioration de l'efficacité énergétique.

Un projet d'amélioration de l'efficacité énergétique d'un bâtiment comporte plusieurs étapes qui vont, à travers des actions cohérentes, permettre des gains énergétiques en agissant sur différents paramètres humains et matériels.

L'approche conceptuelle d'amélioration de l'efficacité énergétique est identique pour les secteurs résidentiel et tertiaire. En revanche, la mise en pratique sur le terrain sera différente en raison des divergences liées :

- aux aspects techniques ;
- aux matériels à mettre en œuvre ;
- aux coûts d'exploitation et de maintenance ;
- aux méthodes de financement ;
- aux temps de retour sur investissement.





**Les leviers de l'efficacité énergétique**

### 2.2.3 – Les leviers d'action.

- L'utilisation de produits performants.

Pour réduire les consommations d'énergie, il est indispensable de choisir des équipements possédant le meilleur rendement énergétique possible, c'est-à-dire le meilleur rapport entre l'énergie consommée et le service rendu.

- L'intégration des énergies renouvelables (EnR).

Le recours aux énergies renouvelables dans une démarche d'amélioration énergétique permet d'obtenir une partie de l'énergie nécessaire au bâtiment (électricité, chauffage, eau chaude sanitaire) de façon renouvelable et donc de diminuer voire supprimer l'apport d'énergie extérieur.

- Le comptage/mesure des consommations.

La gestion de l'énergie d'un bâtiment consiste en premier lieu à compter/mesurer les consommations.

Pour la partie électrique et gazière, une installation classique comporte un compteur général qui fournit les consommations globales en vue de leur facturation par le distributeur d'énergie.

Une installation optimisée comporte en plus du compteur général, des compteurs divisionnaires permanents. Leur rôle principal est d'établir la répartition des consommations d'énergie par poste (chauffage, eau chaude sanitaire, ventilation...).

Le comptage ou la mesure des consommations permet la réalisation du bilan énergétique, la prise de conscience par l'utilisateur ou gérant des consommations et sert pour l'estimation du gisement d'économie d'énergie. Elle garantit également un suivi dans le temps de la performance énergétique.

- L'affichage des consommations.

Un afficheur permet une visualisation pour les différents usages de la consommation ou des coûts instantanés, horaires, journaliers, l'historique des consommations voire les économies réalisées.

Pour un impact optimum, les consommations doivent être affichées en temps réel et l'afficheur positionné dans le lieu de vie pour que l'utilisateur soit sensibilisé « en permanence ».

Cet affichage permet à l'utilisateur, par effet pédagogique, d'adapter son comportement, de prévoir des travaux ou des investissements en équipements ou en solutions d'efficacité énergétique, de remarquer toutes dérives de consommation que ce soit à court terme ou à long terme.

Cette solution est simple à installer tant en neuf qu'en rénovation, elle ne nécessite pas de travaux lourds sur le bâti. En moyenne, une information claire et simple du consommateur ou des usagers, par poste dans le lieu de vie en temps réel permet des économies d'énergie de l'ordre de 10%.

#### ➤ Les systèmes intelligents de Régulation et Gestion.

La régulation est gérée par des automates qui sont plus ou moins complexes selon les exigences du cahier des charges initial et selon le type de bâtiment : habitat individuel, collectif ou tertiaire.

Ces automates permettent de traiter les informations de mesure (température, humidité...) et d'état (marche/arrêt...) des équipements de chauffage, de climatisation et d'éclairage pour les régler, les optimiser, les sécuriser et compter l'énergie consommée.

Dans le milieu tertiaire, nous arrivons à des systèmes complexes de GTB (Gestion Technique du Bâtiment).

Dans l'habitat individuel, un simple thermostat d'ambiance constitue le premier système de régulation.

Ces systèmes s'installent sur des sites neufs, mais également sur des sites existants. Ils permettent ainsi de :

- consommer ce qui est nécessaire pour maintenir ou améliorer la qualité de vie dans le bâtiment (notion de confort), tout en contribuant à économiser l'énergie. En effet, la notion de confort et la notion d'économies d'énergie sont des indicateurs clés de la qualité de la régulation. Ils contribuent efficacement à la performance de l'installation ;
- fournir un outil de pilotage de l'installation à l'utilisateur ;
- aider à modifier le comportement humain, afin d'adopter de bons réflexes (comme par exemple, éteindre le chauffage lorsqu'une fenêtre est ouverte).

C'est notamment le cas des systèmes de régulation pour les équipements de chauffage, de ventilation ou d'éclairage (systèmes centralisés ou embarqués) qui permettent d'adapter la consommation aux conditions extérieures et en fonction de la présence des utilisateurs (capteurs).

#### ➤ Le maintien de la performance.

La conception efficace ne se suffit pas à elle-même. Elle doit être appuyée à chaque instant par une gestion rationnelle de l'énergie. La maîtrise des consommations consiste à devenir acteur conscient de ses consommations.

Partie intégrante de la maîtrise de l'énergie, le suivi de la performance permet de repérer toute déviance. En effet, le simple contrôle des factures ne suffit pas à connaître les performances de son installation.

Grâce aux outils de mesure déployés, des indicateurs de performance permettent de détecter des écarts avec les consommations de référence et sont une aide à la décision pour l'utilisateur ou le gestionnaire dans la maintenance des systèmes (réglage, intervention technique, changement d'utilisation, etc.).

Un entretien régulier des installations par des professionnels et le suivi par les usagers des conseils d'utilisation fournis par les fabricants sont également des éléments essentiels au maintien de la performance des installations.

### 3 - LE DIAGNOSTIC DE PERFORMANCE ENERGETIQUE (« VERS UN BATIMENT DURABLE : LES EQUIPEMENTS ET SOLUTIONS D'EFFICACITE ENERGETIQUE - FIEEC »)

#### 3.1 - Le descriptif.

Le Diagnostic de Performance Energétique (DPE) est un descriptif du logement ou du bâtiment et de ses équipements, avec une estimation de la consommation annuelle d'énergie (en kWh/m<sup>2</sup>/an) et de son coût afin de mieux évaluer la facture énergétique.

Sont pris en compte : le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement et la ventilation. Le nombre d'occupants, le climat local et l'isolation sont aussi comptabilisés.

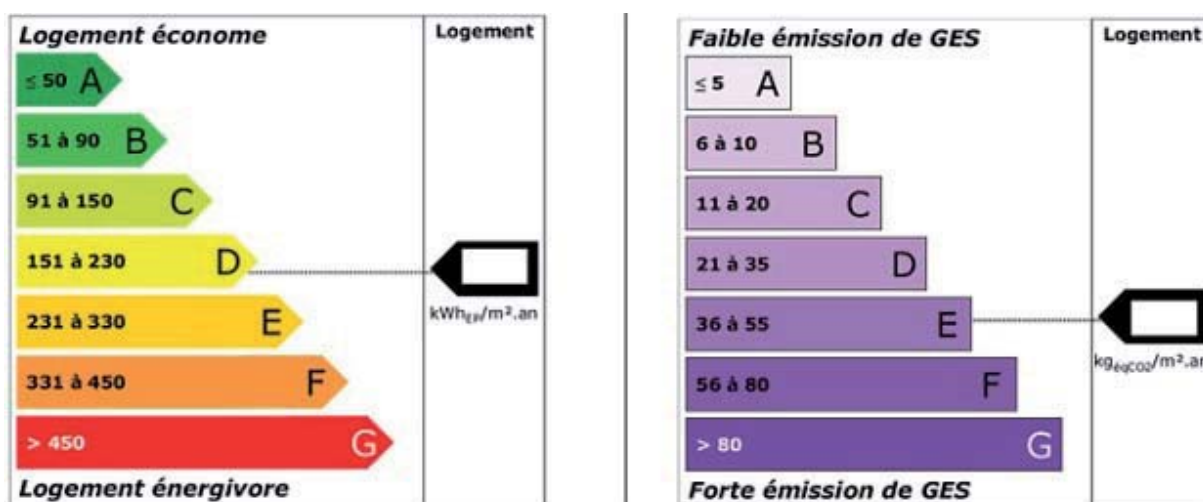
Pour les appartements avec une installation de chauffage et de production d'eau chaude collective, les calculs de consommations réelles se font sur la base de décomptes de charges ou de relevés des consommations.

#### 3.2 Les étiquettes.

Afin d'afficher un résumé du diagnostic de performance énergétique de manière pédagogique, le logement est classé sur deux étiquettes « énergie » et « climat » ayant des échelles de référence allant de A (économe en énergie, faible émission de gaz à effet de serre) à G (énergivore, forte émission de GES).

Sur l'étiquette « énergie », la performance en termes de consommation annuelle d'énergie primaire est indiquée en kWh/m<sup>2</sup>/an.

Sur l'étiquette « climat », la performance en termes d'émission de gaz à effet de serre (GES) est exprimée en kg équivalent CO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>/an.



### **3.3 - Les recommandations.**

Des recommandations de travaux permettent d'économiser de l'énergie et d'améliorer la performance du bâtiment avec un ordre de grandeur du coût des travaux ou des équipements, les économies de consommation réalisables en kWh, l'évaluation des économies financières potentielles, le niveau du temps de retour sur investissement, le crédit d'impôt dont le futur occupant peut bénéficier.

L'objectif consiste à inciter les propriétaires à engager des travaux d'isolation, à remplacer les équipements vieillissants au profit de plus performants (chaudières à condensation...), voire à installer des équipements de production d'énergies renouvelables (panneaux solaires, chaufferie bois...) pour valoriser le bien immobilier.

### **3.4 - Modèles de diagnostic.**

Le site internet du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie propose une rubrique consacrée aux diagnostics de performance énergétique :

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Diagnostic-de-Performance,855-.html>

### **3 5 - L'audit énergétique.**

Un audit énergétique est une description détaillée de l'utilisation qui est faite de l'énergie dans une entreprise. Il permet d'identifier les principaux postes de consommation et de mettre en évidence les pistes d'amélioration. Il permet également de quantifier les économies d'énergie réalisables et d'évaluer la rentabilité des pistes identifiées.

La réalisation d'un audit implique une analyse détaillée des flux énergétiques en présence, mais aussi des différents procédés de production et de fonctionnement de l'entreprise.

Cet exercice consiste à mettre en relation le type d'énergie et la quantité qui est consommée avec ce pourquoi cette énergie a été consommée.

L'audit énergétique permet ainsi de savoir à quoi l'énergie est utilisée, et en quelle quantité. Cette sorte de photographie du fonctionnement énergétique présente un grand intérêt. Cela permet en effet de savoir le poids énergétique et financier de chacune des étapes de la production, des différents départements, de l'éclairage ou du chauffage des bâtiments.

D'un point de vue méthodologique, il existe une différence entre l'audit d'un bâtiment du secteur tertiaire (ou comprenant principalement des bureaux) et l'audit d'une entreprise industrielle.

Dans le domaine tertiaire, les consommations d'énergie sont principalement dues à l'éclairage, au chauffage et à la climatisation du bâtiment. La consommation du bâtiment sera relativement similaire d'une année à l'autre, ne variant uniquement qu'en fonction des conditions climatiques.

## **4 - LES SOLUTIONS TECHNIQUES ET LEUR GAIN (« VERS UN BATIMENT DURABLE : LES EQUIPEMENTS ET SOLUTIONS D'EFFICACITE ENERGETIQUE, FIEEC »)**

### **FICHE 1 – MESURE DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE**

Dès l'instant où un projet d'optimisation des consommations énergétiques dans un bâtiment et/ou de réduction de leurs coûts est décidé, il devient nécessaire de mettre en place un système de mesure afin de :

- réaliser un audit détaillé servant de référence ;
- simuler ou anticiper l'incidence économique des actions à mettre en œuvre ;
- suivre dans le temps l'impact des investissements et actions engagés afin de corriger d'éventuelles dérives ;
- mobiliser l'ensemble des intervenants sur le projet en leur fournissant des informations régulières, pertinentes et personnalisées.

#### **1 – PRESENTATION ET MISE EN ŒUVRE DE LA SOLUTION.**

Le système d'information (instrumentation et logiciel de gestion) devra s'adapter au contexte du projet et en particulier à :

- la nature des énergies/fluides à gérer et de l'objectif valorisé(€) à atteindre ;
- l'implication éventuelle d'intervenants externes (Gestion d'utilités-Contrat de Performance Energétique) ;
- l'étendue des installations, le nombre de sites, le nombre et la nature des points de consommation (de quelques dizaines à plusieurs milliers) ;
- la précision des informations recherchées en fonction des enjeux économiques.

Concernant l'énergie électrique, la collecte des consommations pourra se faire via des compteurs à index. Cependant, afin d'affiner le profil de consommation, la relève sous forme de « courbes de charges » délivrées par des compteurs plus élaborées ou des centrales de mesure, pourra être privilégiée. La relève automatisée des informations de comptage pourra s'effectuer via un bus de communication mais aussi par des liaisons sans fil (radio fréquence, modem GSM, etc.),

#### **2 – EXEMPLE D'APPLICATION (BATIMENT INDUSTRIEL).**

Consommation électrique annuelle : 100MWh, coût énergétique annuel total : 120 000 €  
Objectif initial de gains : 10%.

Mise en œuvre d'un système d'instrumentation et de gestion d'énergies comprenant :

- 2 centrales de mesure classe 0.5 sur TGBT ;
- 3 compteurs d'énergie classe 1.0 ;
- 2 concentrateurs : reprise d'informations de 9 compteurs (électricité, gaz, eau) existants ;
- 1 logiciel de gestion d'énergies/fluides.

Le coût global de l'opération y compris l'installation et la mise en service est d'environ 11 000 €. Après exploitation des données recueillies et réalisation des actions identifiées, le gain constaté la 1ère année est de 14400 € (12%) soit 45 jours de consommation de production.

#### **3 – GAINS POTENTIELS.**

En règle générale, le potentiel de gains est de l'ordre 10 à 15%.

## FICHE 2 – ETANCHEITE DU BÂTI

### 1 – BONNES PRATIQUES RESIDENTIELLES.

Longtemps négligée par rapport à l'isolation thermique, l'étanchéité à l'air représente désormais une bonne part de la marge de progression possible en matière d'économies d'énergies.

La maîtrise de ce paramètre est essentielle pour l'obtention des principaux labels qualité de la construction, et sera indispensable pour répondre aux réglementations à venir.

En effet, il ne faut pas confondre ventilation et flux d'air non contrôlé.

Une aération régulière et contrôlée est indispensable, procurant un air de qualité en quantité suffisante. En revanche, il existe un certain nombre de passages d'air parasites (menuiseries, installations électriques, ...) qui peuvent entraîner :

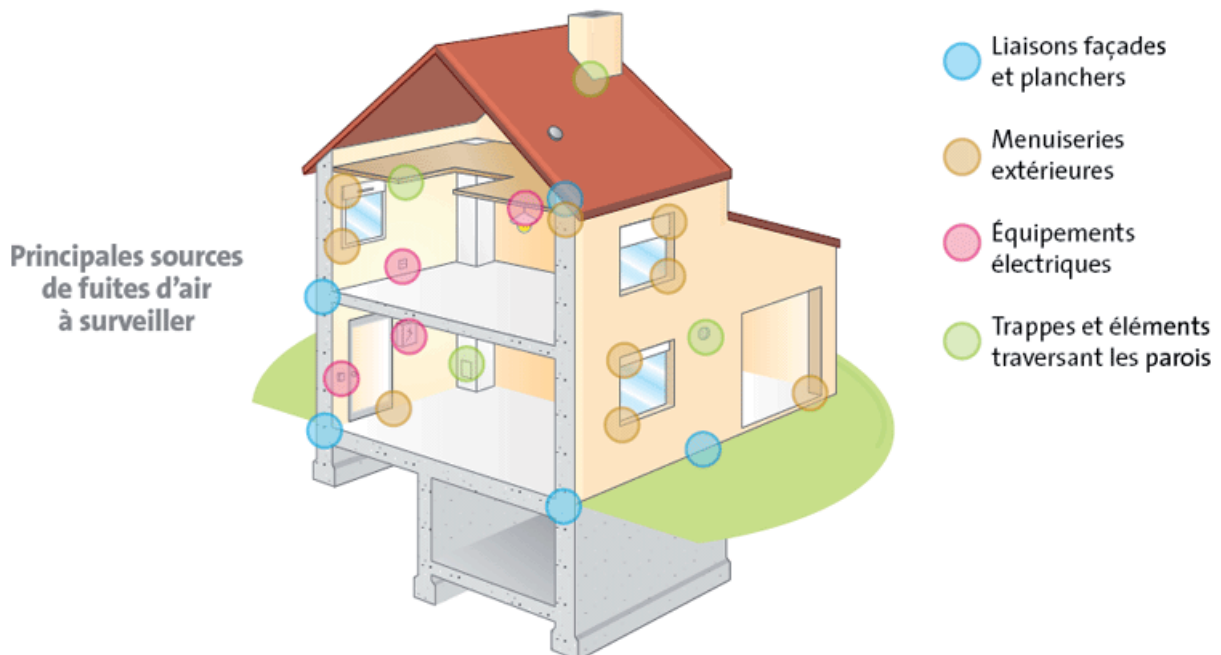
- une augmentation des consommations d'énergie jusqu'à 30 kWh/m<sup>2</sup>/an pour une maison, soit 20% de consommation en plus. Cela équivaut à la réduction de consommation d'énergie procurée par une installation d'eau chaude sanitaire solaire ;
- une baisse des rendements de l'échangeur de chaleur de la ventilation double flux avec récupération de chaleur de 80% à 30% ;
- une détérioration de l'affaiblissement acoustique par rapport aux bruits extérieurs ;
- une sensation d'inconfort ;
- dans certains cas, des pathologies liées à la condensation.

### 2 – PRESENTATION ET MISE EN ŒUVRE DE LA SOLUTION.

Au-delà des principales sources de fuites identifiées (menuiseries extérieures, liaisons façade-planchers, trappes d'accès aux gaines techniques ou coffres de volet roulant), le traitement des fuites engendrées par les passages des équipements électriques joue un rôle non négligeable (de l'ordre de 30%) dans l'amélioration de l'étanchéité du bâtiment.

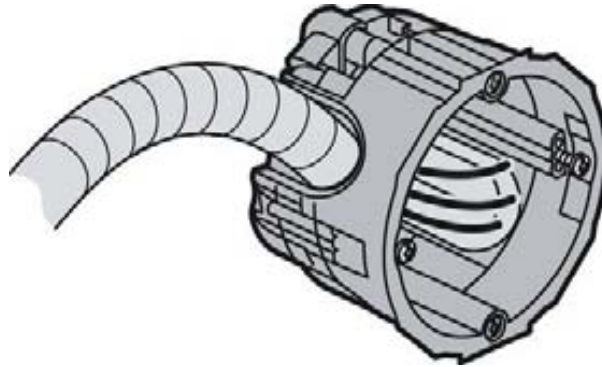
Pour l'installation électrique, ces entrées d'air parasite pénètrent d'une part par les conduits reliés aux boîtes d'encastrement, et d'autre part par les « trous » des boîtes d'encastrement standards.

Aussi, la mise en place de boîtes d'encastrement imperméable à l'air et d'obturateurs rendant étanches les conduits est primordiale pour améliorer l'étanchéité du logement.



### 3 – EXEMPLE D'APPLICATION.

Dans la mesure où le traitement et la justification de la valeur de la perméabilité à l'air dans les logements deviendront obligatoires dans le cadre de la RT2012, il convient donc de limiter les fuites d'air, par la mise en place de boîtes d'encastrement étanches, d'obturateurs de conduits étanches, ou de tout autre moyen assurant cette étanchéité.



### 4 – EQUIPEMENTS PRECONISES.

Ces équipements sont les suivants :

- boîtes d'encastrement étanches pour appareillage (favoriser les versions doubles ou triples pour minimiser le nombre de perçage à réaliser dans les parois) ;
- boîtes d'encastrement étanches pour luminaire : points de centre, appliques ;
- obturateurs à insérer aux extrémités des conduits annelés et adaptés aux tailles des conduits standards du marché.

Nota : ces obturateurs devront faire l'objet d'une parfaite maintenance dans les conduits y compris une fois équipés de fils. Ils devront également être démontables et repositionnables pour permettre d'éventuelles interventions sur l'installation électrique (les solutions permanentes type silicone sont proscrites).

### 5 – GAINS POTENTIELS.

Les essais comparatifs démontrent que la mise en place de boîtiers étanches et d'obturateurs permettent de réduire de plus de 90% les fuites d'air, par rapport aux boîtes standards, soit un gain allant jusqu'à 15 kWh/m<sup>2</sup>/an.

### 6 – REGLEMENTATION.

Les exigences liées à la Réglementation Thermique RT2012 (ainsi que celles du label Effinergie) conduisent à maîtriser les flux d'air entrants et à porter attention à tout défaut d'étanchéité non lié à un système de ventilation spécifique (perméabilité du bâti).

Les limites ont été fixées à :

- 0,6m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> de parois déperditives hors plancher bas en maison individuelle ;
- 1 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> de parois déperditives hors plancher bas en immeuble collectif.

Dans ce contexte, concernant l'installation électrique, il convient d'interrompre la circulation d'air parasite au travers de tous les conduits électriques et de toutes les boîtes d'encastrement qui desservent tous les points d'utilisation.

Le moyen utilisé doit être de nature à ne pas faire obstacle à une mise en place aisée des appareillages, ainsi qu'aux opérations de maintenance et doit être compatible avec la nature des matériaux et les matériels concernés.

## FICHE 3 – ÉCLAIRAGE

### 1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES : L'ÉCLAIRAGE.

La maîtrise de l'énergie consommée par les installations d'éclairage passe par la qualité de l'étude d'éclairage, un matériel efficace (lampes, luminaires, auxiliaires d'alimentation) et un système de gestion et de variation de puissance adaptées aux besoins.

Une installation d'éclairage optimisée comprend un ensemble lampes-luminaires performant associé à un appareillage d'alimentation électronique permettant, si l'usage de l'espace le justifie, la commande automatique via détecteur de présence/mouvement, et le cas échéant la prise en compte en continu de la lumière naturelle en ajustant en permanence l'éclairage artificiel pour qu'il ne fournisse que le complément de lumière nécessaire pour atteindre le niveau d'éclairement souhaité sur la zone de travail.

#### 1.1– *Ensemble lampes-luminaires.*

La qualité de l'ensemble lampes-luminaires se caractérise par le respect de critères d'ergonomie et de santé visuelle (niveau d'éclairement et d'uniformité suffisants, absence d'éblouissement...) et des consommations d'énergie. La rénovation des installations vétustes permet d'améliorer ces deux aspects en même temps.

Pour cela, il est important de porter son attention, pour le choix des lampes, à trois critères, indiqués par le fabricant :

- l'efficacité lumineuse, indiquant la quantité de lumière (exprimée en lumens) produite par la lampe pour chaque watt consommé ;
- l'IRC, indice de rendu des couleurs, capacité de la lampe à donner leur vraie couleur aux choses et aux personnes ;
- la température de couleur, qui détermine l'ambiance lumineuse que le responsable de l'espace souhaite créer (lumière chaude, douce et intime un peu jaune [2800 K à 3500 K], ou froide, intense et dynamique, plutôt bleue [4500 à 6000 kelvins] ou neutre, entre les deux.

Mais, il faut aussi choisir des luminaires qui répartissent et diffusent efficacement cette lumière produite par la lampe vers les zones souhaitées. Ces quelques précautions permettent d'obtenir une installation d'éclairage efficace dans sa consommation d'énergie, dont le bon rendement limite la lumière perdue et qui respecte les besoins en éclairage des utilisateurs (quantité de lumière, ambiance confortable...).

La circulaire du Premier Ministre du 03-12-2008 sur la prise en compte du développement durable dans les marchés publics préconise les minima suivants :

- éclairage général : efficacité lumineuse  $\geq 65 \text{ lm/W}$  ;
- éclairage d'appoint ou d'accentuation : efficacité lumineuse  $\geq 40 \text{ lm/W}$  ;
- indice de rendu des couleurs  $\geq 80$  ;
- rendement du luminaire  $\geq 55\%$  avec répartition de lumière : direct ou direct-indirect.

#### 1.2– *Appareillage d'alimentation (ballast).*

Attention, pour les lampes fluorescentes, seuls les ballast électroniques à gradation (classe A1 ou A1 BAT) permettent de mettre en œuvre des systèmes de gradation de lumière manuels ou automatiques, et éventuellement des systèmes de gestion globale de l'éclairage d'un espace.



### ***1.3 – Système de commande.***

Les systèmes de commande doivent être compatibles avec les lampes et luminaires choisies par le responsable local.

Un système de détection de présence et/ou de régulation de l'éclairage en fonction de la lumière naturelle gère automatiquement l'allumage, l'extinction et la variation.

Les détecteurs peuvent être intégrés dans chaque luminaire ou dans un luminaire maître qui commande les autres. Ils peuvent aussi être implantés séparément du luminaire au niveau d'un local ou d'un étage. Ces outils sont compatibles avec les systèmes de contrôle centralisé du bâtiment.

## **2 – SYSTEMES D'ECLAIRAGE TERTIAIRE.**

### ***2.1 – Présentation et mise en œuvre de la solution.***

#### **2.1.1 – Lampes.**

Toutes les lampes, sauf certaines fluocompactes à vis ou baïonnettes et certaines lampes à décharge, peuvent faire l'objet d'un système de détection et/ou de variation.

Lors du changement de lampes, il convient de vérifier que le fabricant indique cette possibilité.

| <b>Type de lampes</b>                                    | <b>Appareillage associé prescrit pour la variation</b>  |
|--|---|
| Halogène basse tension (BT : 230 V)                      | Gradateur   |
| Halogène très basse tension (TBT : 12 V)                 | Convertisseur électronique (20 à 25 % moins énergivore qu'un transformateur ferromagnétique) + gradateur                  |
| Fluocompacte d'intégration (culot à 4 broches)           | Ballast électronique variable numérique ou analogique   |
| Tube fluorescent T5 ou T8                                | Ballast électronique variable numérique ou analogique   |
| Lampe à décharge sodium                                  | Ballast électronique variable numérique ou analogique sur certaines puissances  |
| Lampe à décharge iodures métalliques à brûleur céramique | Ballast électronique variable sur certaines puissances sous réserve du respect des caractéristiques techniques des lampes |
| Système à LED  | Appareillage électronique   |

Remarque : il est à noter que les LED sont en passe de se généraliser, tant au niveau des luminaires que de l'éclairage public.

#### **2.1.2 – Commande automatique de l'éclairage.**

Les détecteurs de présence permettent d'éteindre et d'allumer les luminaires ou de faire varier automatiquement le niveau d'éclairage en fonction de l'occupation d'un local et de répondre également à certaines attentes en termes de sécurité.

Les cellules photoélectriques maintiennent le niveau d'éclairage choisi sur une zone en tenant compte des apports en lumière naturelle. La cellule calcule en continu le niveau d'éclairage.

Les économies d'énergie tiennent au fait que l'éclairage artificiel ne fonctionne que pour fournir la quantité de lumière nécessaire pour compléter l'éclairage naturel.

## ***2.2 – Détecteur de présence.***

Niveau de service : allumage/extinction automatique (allumage progressif ou non selon l'utilisation du local).

Application : locaux à usage intermittent, circulations, parties communes.

## ***2.3 – Cellule photoélectrique.***

Niveau de service : maintien d'un niveau d'éclairage constant sur la zone (économie par la prise en compte des apports lumière naturelle).

Application : tout local bénéficiant d'éclairage naturel.

## ***2.4 – Détecteur de présence + cellule photoélectrique.***

Niveau de service : combinaison des deux automatismes.

Application : locaux tertiaires.

## ***2.5 – La gestion d'ambiance.***

Les systèmes de gestion d'ambiance offrent la possibilité d'enregistrer plusieurs scénarios que l'utilisateur peut activer simplement et modifier selon ses besoins.

## ***2.6 – Programmeur ou séquenceur.***

Niveau de service : séquences journalières, hebdomadaires, mensuelles, annuelles.

## ***2.7 – Gestionnaire d'ambiance ou de scénarios.***

Niveau de service : programmation d'ambiances et de scénarios préenregistrés.

A gestion d'ambiance est recommandée dans les locaux suivants :

- salles de réunion et d'expositions ;
- halls ;
- vitrines ;
- commerces ;
- salles polyvalentes ;
- industries.

## ***2.8 – La gestion centralisée de la lumière.***

La gestion centralisée permet le contrôle, la commande et la gestion horaire et calendaire de l'installation d'éclairage. Elle permet aussi de connaître l'état et les consommations de l'installation d'éclairage de l'ensemble du bâtiment.

Elle s'intègre éventuellement dans un système de gestion technique du bâtiment.

## ***2.9 – Gestion d'éclairage du bâtiment en réseau : système DALI.***



Les systèmes répondant au protocole DALI (Digital Addressable Lighting Interface) permet une gestion optimale de l'éclairage. Les luminaires y sont mis en réseau pour la création d'ambiances lumineuses.

L'allumage, l'extinction et la variation de l'éclairage sont réalisés par une commande numérique qui permet une gestion optimale de la consigne de luminosité (niveau d'éclairage constant).

Niveau de service : mise en réseau des équipements pour le contrôle et la supervision, possibilité de reconfiguration, facilitation de l'exploitation et de la maintenance.

La gestion centralisée de la lumière est recommandée dans les locaux suivants :

- immeubles de bureaux ;
- grands ensembles hôteliers ou assimilés ;
- centres de congrès ;
- centres commerciaux.

### ***2.9.1 – Exemple d'application : rénovation de bureaux (année 1995).***

L'exemple de base sur la rénovation d'un petit espace tertiaire type de 153 m<sup>2</sup> dont la rénovation a été décidée. Pour l'éclairage, l'installation est rénovée avec :

- en éclairage général, des luminaires à rendement 80, avec des lampes fluorescentes T8 80 lumens/watt équipés de ballast électroniques en remplacement de luminaires d'origine avec rendement de 50 et lampes fluorescentes « blanc industrie » 60 lumens/watt, avec ballast ferromagnétique ;
- en éclairage des circulations, salles de réunion et toilettes, des luminaires avec ballast électronique, pour lampes fluocompactes, et des luminaires à LED au lieu des luminaires halogènes très basse tension et très énergivores.

Dans les zones ayant accès à la lumière du jour, l'éclairage électrique est modulé en continu pour ne consommer que le nécessaire pour compléter l'éclairage naturel afin d'atteindre le niveau d'éclairage assigné sur la zone.

Les circulations, toilettes et certains bureaux sont contrôlés par détecteur de présence/mouvement.

**Gain sur la consommation - 68 %**

**Gain sur émissions de CO2 - 68 %**

**Gain sur les coûts de maintenance -71 %**

**Gain total (entretien+ maintenance) - 70 %**

Le calcul d'amortissement qui prend en compte le surcoût des appareils performants par rapport à une rénovation à l'identique, donne un temps de retour d'environ 1 an.

### ***2.9.2 – Gains potentiels.***

Cette solution complète offre jusqu'à 70% d'économie sur la consommation initiale de l'installation d'éclairage. Elle aboutit, de plus, à une réduction des coûts d'exploitation grâce à la gestion flexible de l'éclairage.

Attention à prioriser les actions : il n'est pas rationnel d'installer des automatismes sur une installation d'éclairage constituée de lampes, luminaires et auxiliaires (ballasts) vétustes, énergivores et d'une technologie dépassée.

Un bon système d'éclairage, c'est d'abord des lampes et luminaires efficaces et confortables, gérés ensuite, selon le cas, par des automatismes de détection de présence ou de lumière du jour.

### ***2.9.3 – Certification.***

Les luminaires et ballasts peuvent porter la marque de qualité européenne ENEC, qui a remplacé la marque française NF pour ces produits. Elle garantit que la sécurité de ces produits est certifiée par un laboratoire indépendant.

### ***2.9.4 – Certificats d'économie d'énergie (CEE).***

Ces certificats sont les suivants :

- BAT-EQ-01 : luminaire pour tube fluorescent T5 ;
- BAT-EQ-04 : luminaire avec ballast électronique et système de gradation sur un dispositif d'éclairage ;
- BAT-EQ-08 : luminaire pour lampe iodure métallique céramique à ballast électronique ;
- BAT-EQ-09 : luminaire pour lampe fluorescente compacte à ballast électronique séparé ;
- BAT-EQ-11 : nappe d'éclairage fluorescent en tube T5.



## **FICHE 4 – LES SYSTEMES D'ECLAIRAGE DE SECURITE**

### **1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES ; L'ECLAIRAGE DE SECURITE.**

Les appareils électriques autonomes de sécurité assurent une fonction essentielle pour la sécurité des personnes et des bâtiments. Ils facilitent, en cas de sinistre, l'évacuation des personnes et l'intervention des secours et réduisent la probabilité de panique, en offrant de bonnes conditions de visibilité aux occupants lors de leur évacuation.

On distingue principalement 2 types de solutions pour l'éclairage d'évacuation et l'éclairage d'ambiance anti-panique :

- les Blocs Autonomes d'Eclairage de Sécurité (BAES) ;
- les Luminaires de sécurité alimentés par Source Centrale (LSC).

La totalité des luminaires d'éclairage de sécurité installés actuellement en France ont une consommation énergétique équivalente à celle d'une ville de 150 000 habitants (Tours, Le Mans). Installer des luminaires de qualité environnementale permettrait de ramener leur consommation à celle d'une ville de 27 000 habitants (Lisieux, Epinal).

### **2 – SYSTEME D'ECLAIRAGE DE SECURITE.**

#### ***2.1 – Présentation et mise en œuvre de la solution.***

Plusieurs solutions améliorent l'efficacité énergétique globale des installations et réduisent les dépenses de maintenance :

- BAES et LSC à sources lumineuses LEDs ;
- Source centrale à haut rendement ;
- Technologies adressables et télédagnostic.

En quelques années, les économies d'énergie et de maintenance sont supérieures au prix d'achat de ces nouveaux équipements.

#### ***2.2 – Exemples d'application.***

##### **2.2.1 – Les BAES à LEDs, écologiques et certifiés NF environnement.**

Les LEDs s'imposent comme une alternative crédible aux technologies incandescentes ou fluorescentes. Leurs rendements et leur durée de vie ne cessent de s'améliorer.

Hier réservées à la signalisation, elles permettent aujourd'hui d'obtenir une intensité lumineuse satisfaisante au besoin des blocs autonomes et des luminaires pour l'éclairage de sécurité, tout en garantissant des consommations énergétiques 5 à 8 fois inférieures aux technologies traditionnelles.

Dans le cas d'un petit hôpital équipé d'environ 500 blocs autonomes d'éclairage de sécurité, la consommation électrique moyenne de chacun des blocs (incandescent ou fluorescent) était de 7 W il y a 5 ans.

Aujourd'hui, les blocs à LEDs consommant en moyenne 1,6 W, l'économie réalisée en 10 ans d'exploitation représente 236 000 kWh.

En outre, la longévité des LEDs réduit la facture de maintenance car il n'est plus nécessaire de changer la source lumineuse.

## > *Gains potentiels*

Ces gains sont les suivants :

- économie sur la facture énergétique (ex : consommation 5 à 8 fois inférieure) ;
- économie sur la facture de maintenance (ex : suppression du « relamping ») ;
- meilleure fiabilité et durabilité des installations d'éclairage de sécurité.

### **2.2.2 – Les LSC à LEDs et les sources centrales à haut rendement.**

Les installations de sécurité des bâtiments de grande surface sont généralement réalisées par une source centralisée alimentant des luminaires de sécurité (LSC).

Repenser l'installation d'éclairage de sécurité en tant que système complet et non plus en tant qu'éléments dissociés raccordés entre eux, permet de bénéficier de technologies innovantes et très économes en énergie.

Les sources centralisées dédiées à l'éclairage de sécurité permettent désormais d'atteindre des rendements très élevés.

Les performances en termes de dissipation des nouveaux appareils sont de huit à dix fois supérieures à celles des anciennes générations, avec une conséquence directe sur la facture énergétique.

A titre d'exemple, l'éclairage de sécurité d'une salle de spectacle telle que le Zénith peut être constituée de 300 luminaires d'évacuation et de 60 luminaires d'anti-panique, alimentés par une source centralisée.

Une telle installation réalisée il y a 5 ans consommait 7 200 W. Avec l'offre de qualité environnementale, la consommation aujourd'hui n'est plus que de 740 W.

Cette économie d'énergie suffit à rembourser intégralement le prix d'achat de la source centrale sur sa durée d'exploitation.

- △ Économie sur la facture énergétique.
- △ Économie sur la facture de maintenance (ex : moins de « relamping »).
- △ Meilleures fiabilité et durabilité des systèmes d'éclairage de sécurité.

### **2.2.3 – Les technologies adressables et télédiagnostic.**

Enfin, les solutions adressables et le télédiagnostic constituent une source importante d'économies d'exploitation et participent à la réduction de la pollution.

Ces solutions permettent l'automatisation des opérations courantes de maintenance et centralisent les données de sécurité de l'installation.

En prenant l'exemple de 3 groupes scolaires d'une même commune et équipés d'une vingtaine de points lumineux de sécurité chacun, la dépense en temps/homme pour effectuer les opérations courantes et obligatoires peut être estimée à une centaine d'heures par an pour un intervenant.

Les solutions adressables et de télédiagnostic permettent de réduire ces contrôles à moins d'1h par an.

Elles contribuent aussi à optimiser les temps d'intervention en connaissant par avance l'origine d'un problème et entraînent la réduction des gaz à effet de serre en limitant les déplacements des agents de maintenance aux seules pannes qualifiées.

Elles assurent aux collectivités non seulement de réaliser un retour sur investissement rapide mais aussi d'augmenter la sécurité globale des établissements par l'automatisation des actions de contrôle. Elles garantissent ainsi aux chefs d'établissement d'être en règle avec les exigences de vérification réglementaires :

- économie sur la facture de maintenance (ex : optimisation des temps d'intervention) ;
- réduction des pollutions générées par le déplacement des agents de maintenance ;

- augmentation de la sécurité des établissements et de la fiabilité des systèmes ;
- conformité aux exigences de vérification réglementaires facilitée.

## **2.3 – Certification.**

### **2.3.1 – Un système de contrôle automatique pour faciliter et sécuriser la maintenance.**

Pour permettre aux responsables d'établissement de satisfaire facilement à leurs obligations réglementaires de contrôle régulier du bon état de fonctionnement de leur système d'éclairage de sécurité, les constructeurs ont développé des blocs à contrôle automatique, certifiés par tierce partie, et sanctionnée par la marque « NF-AEAS-Performance SATI » (Système Automatique de Test Intégré).

### **2.3.2 - « NF Environnement », signe officiel pour distinguer les produits écologiques certifiés.**

La marque NF-environnement pour l'éclairage de sécurité distingue les produits offrant une plus-value environnementale avérée et certifiée par un organisme indépendant.

Institué avec le soutien des pouvoirs publics, cet écolabel se fonde sur un référentiel sélectif qui garantit aux clients le meilleur choix de solutions d'éclairage de sécurité, en termes de qualité environnementale et de performance énergétique, qui génère autant de sources d'économies.

Cette démarche d'excellence environnementale constitue une première dans le monde de la construction électrique et suscite un intérêt croissant en Europe.

### **– Certificats d'économie d'énergie (CEE).**

Ces certificats sont les suivants :

- BAR-EQ-05 : Bloc autonome d'éclairage à faible consommation pour parties communes ;
- BAT-EQ-10 : Bloc autonome d'éclairage de sécurité à faible consommation ;
- BAT-EQ-13 : Système de mise au repos automatique des blocs autonomes d'éclairage de sécurité ;
- en cours : mise à l'arrêt automatique d'un LSC (Luminaire par Source Centrale) ;
- en cours : installation/remplacement d'un LSC classique par LSC faible consommation ;
- en cours : installation d'un dispositif anti-panique automatique pour système d'éclairage de sécurité par source centrale.

## **FICHE 5 – CHAUFFAGE.**

### **1 – BONNE PRATIQUE TERTIAIRE : LE CHAUFFAGE.**

Lors de l'installation ou du renouvellement d'un système de chauffage et/ou de production d'eau chaude sanitaire, il est impératif de privilégier les équipements à haute performance. Dans tous les cas, un bâtiment économe en énergie nécessitera un appareil de chauffage moins puissant et des émetteurs adaptés. La qualité du dimensionnement d'une installation sera décisive pour garantir la performance annoncée par le constructeur.

#### **1.1 – *Veiller à un dimensionnement adéquat.***

Dans un bâtiment économe, une attention particulière doit être portée au dimensionnement des installations qui sont de moindre puissance.

#### **1.2 – *Utiliser les sources d'énergies renouvelables.***

L'association avec des systèmes solaires ou une pompe à chaleur permet d'optimiser la performance globale du système de chauffage ou de production d'eau chaude.

#### **1.3 – *Privilégier les équipements à haute performance.***

Le rendement utile d'un système de chauffage est un critère de choix prépondérant : plus le rendement est élevé, plus l'économie d'énergie sera importante. L'efficacité énergétique des installations dépend directement des équipements qui les composent.

La directive européenne 2009/125/CE du 21 octobre 2009 *Energy Related Products* établit un règlement pour les équipements de chauffage afin d'améliorer leur efficacité énergétique et limiter leurs impacts sur l'environnement.

### **2 – CHAUDIERE (GAZ/FIOUL) A CONDENSATION.**

Afin de répondre aux impératifs d'économie et d'écologie, les fabricants ont développé les chaudières à condensation, qui offrent des rendements supérieurs et sont considérablement plus propres que les chaudières classiques, grâce à leur faible taux de rejets polluants.

Les équipements les plus performants sont définis comme étant de type à condensation ou basse température selon la directive rendement 92/42 CE.

#### **2.1 – *Présentation et mise en œuvre de la solution.***

L'énergie contenue dans le combustible est utilisée au maximum, car, en plus des calories traditionnellement récupérées par la combustion de l'énergie, les fumées dégagées sont transformées en vapeur d'eau (condensation). La quasi-totalité de la chaleur produite est ainsi restituée de manière utile dans l'installation pour obtenir le meilleur rendement possible (proche de 100%). Avec moins d'énergie consommée et plus de chaleur restituée, on obtient donc un très haut rendement qui se traduit par des économies d'énergie.

Les chaudières à condensation sont équipées d'une régulation intelligente qui, en fonction de la température extérieure, permet d'adapter la consommation à la demande (absences, gestion horaire et par zone, etc.).

Ce type de chaudière peut assurer simultanément la fonction chauffage et production d'eau chaude sanitaire avec des performances équivalentes.



Les chaudières à condensation, peuvent être raccordées :

- à des conduits individuels ou collectifs à tirage naturel ou à pression positive ( $\leq 100$  Pa) – type B ;
- à des conduits étanches – type C.

### 2.2 – *Exemple d'application.*

Dans sa catégorie, la chaudière à condensation est la solution incontournable en construction neuve. En rénovation, pour l'amélioration de la performance énergétique de la chaufferie existante, on pourra adjoindre un condenseur à chaudière en place.

#### > *Couplage avec les systèmes énergies renouvelables*

L'association avec des systèmes solaires ou une pompe à chaleur permet d'optimiser la performance globale du système de chauffage ou de production d'eau chaude.

### 2.3 – *Gains potentiels.*

La chaudière à condensation engendre une économie d'énergie d'au moins 30% par rapport à une chaudière de plus de 15 ans. Elle peut s'adapter dans tous les types de bâtiments.

### 2.4 – *Certification.*

Ces équipements bénéficient d'un marquage CE de haut niveau incluant des essais effectués par des laboratoires accrédités (ou autorisés) et des contrôles de fabrication effectués par une tierce partie.

### 2.5 – *Certificats d'économie d'énergie (CEE).*

Ces certificats sont les suivants :

- BAT-TH-02 : chaudière de type Condensation ;
- BAT-TH-02-GT : chaudière de type Condensation dans un bâtiment de grande taille ;
- BAT-TH-10 : récupérateur de chaleur à condensation ;
- BAT-TH-10-GT : récupérateur de chaleur à condensation dans bâtiment de grande taille.



### **3 – CHAUDIERE (GAZ/FIOUL) BASSE TEMPERATURE.**

Ces chaudières fonctionnent également à basse température et leur rendement est de 90%.

Les équipements les plus performants sont définis comme étant de type à condensation ou basse température selon la directive rendement 92/42 CE.

#### **3.1 – *Présentation et mise en œuvre de la solution.***

Capable en cas de répondre de grand froid, ce type de chaudière est conçu pour pouvoir fonctionner à des températures de l' eau du circuit variant entre 30 et 75° C, acceptant des retours froids pouvant descendre jusqu'à des 35 °C : les émetteurs (radiateurs et/ou plancher chauffant) diffusent alors une chaleur douce et confortable.

Les chaudières « basse température » sont équipées d'une régulation intelligente qui, en fonction de la température extérieure, permet d'adapter la consommation à la demande (absences, gestion horaire et par zone, etc.). Ce type de chaudière peut assurer simultanément la fonction chauffage et production d'eau chaude sanitaire avec des performances équivalentes ;

Les chaudières « basse température » peuvent être raccordées :

- à des conduits individuels ou collectifs à tirage naturel ou à pression positive ( $\leq 100\text{Pa}$ )-Appareil de type B ;
- à des conduits étanches – Appareils de type C.

#### **3.2 – *Exemple d'application.***

La chaudière « basse température » est la solution idéale si, pour des raisons techniques et économiques, on ne peut pas installer une chaudière à condensation.

#### **> *Couplage avec les systèmes énergies renouvelables.***

L'association avec des systèmes solaires ou une pompe à chaleur permet d'optimiser la performance globale du système de chauffage ou de production d'eau chaude.

#### **3.3 – *Gains potentiels.***

La chaudière « basse température » engendre une économie d'énergie d'au moins 15% à 20% par rapport à une chaudière de plus de 15 ans.

Elle peut s'adapter dans tous les types de bâtiments.

#### **3.4 – *Certification.***

Ces équipements bénéficient d'un marquage CE exigeant des essais effectués par des laboratoires accrédités (ou autorisés) et des contrôles de fabrication effectués par une tierce partie.

#### **3.5 – *Certificats d'économie d'énergie (CEE).***

Ces certificats sont les suivants :

- BAT-TH-01 : chaudière Basse température ;
- BAT-TH-01-GT : chaudière de type Basse température dans un bâtiment de grande taille.

### **4 – Chauffage biomasse (Bois).**

L'utilisation du bois répond à des préoccupations d'ordre à la fois éthique et économique. Tant que le volume de bois prélevé ne dépasse pas l'accroissement naturel de la forêt, la ressource est préservée.

Le bois est ainsi considéré comme une énergie renouvelable.

Il existe quatre grandes familles de combustibles biomasses :

- le bois sous forme de bûches est principalement destiné au marché du domestique ;
- le granulé de bois (tout type d'application) ;
- le bois déchiqueté plutôt destiné aux chaufferies importantes ;
- les céréales.

Dans le domaine tertiaire, il faut distinguer deux technologies :

- les chaufferies collectives bois énergie ;
- les réseaux de chaleur.
- 

#### 4.1 – *Présentation et mise en œuvre des solutions.*

##### 4.1.1 – Les chaufferies collectives bois énergie.

Une chaufferie bois énergie est un local (bâtiment) dédié comportant une chaudière bois/biomasse et un silo de stockage du combustible bois (plaquettes, granulés). Sous ces formes particulières, le bois a la faculté d'être transporté jusqu'au foyer de la chaudière de façon automatique et régulée. Les chaudières généralement mises en œuvre dans des chaufferies au bois sont alimentées avec de la plaquette forestière ou des granulés. D'autres combustibles peuvent être utilisés selon les ressources locales. Ces chaudières fonctionnent de manière entièrement automatique. La chaufferie est adossée à un silo de stockage de combustible permettant au moyen d'un dispositif mécanique (vis sans fin) ou pneumatique d'alimenter la chaudière.



Le système de régulation gère, selon la température extérieure, l'alimentation en combustible et le débit d'air comburant maintenant ainsi des rendements élevés de 80 à 95%. Un ballon tampon à eau chaude permet d'associer toutes les énergies et notamment le solaire thermique pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire (hôtellerie en particulier).

##### 4.1.2 – Le réseau de chaleur.

Le réseau de chaleur est constitué d'une chaufferie, d'un réseau de canalisations généralement enterrés et d'émetteurs de chauffage (radiateurs ou plancher chauffant).

#### 4.2 - *Exemple d'application.*

Tout bâtiment tertiaire.

#### 4.3 - *Gains potentiels.*

Ces gains sont les suivants :

- des appareils présentant des performances élevées ;
- un bilan carbone équilibré ;
- faible coût du combustible.

#### ***4.4 - Certification.***

Les chaudières de puissance inférieure ou égale à 70 kW peuvent bénéficier du label Flamme Verte, marque volontaire. Elle valorise les produits sur le rendement et ses émissions.

#### ***4.5 - Certificats d'économie d'énergie (CEE).***

Ces certificats sont les suivants :

- BAT-TH-07 : chaufferie biomasse ;
- BAT- TH-27 : raccordement d'un bâtiment tertiaire à un réseau de chaleur alimenté par des énergies renouvelables.

## **FICHE 6 – EAU CHAUDE SANITAIRE**

### **1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES : L'EAU CHAUDE SANITAIRE TERTIAIRE.**

Les besoins des bâtiments tertiaires en eau chaude sanitaire sont variables et dépendent de l'usage du bâtiment (bureaux, hébergement, locaux sportifs...).

Les équipements de production d'eau chaude sanitaire sont donc variés pour répondre aux différentes attentes et contraintes technico-économiques.

L'évaluation des besoins doit être la plus réaliste possible et l'installation doit être de qualité.

#### ***1.1 – Veiller à un dimensionnement adéquat.***

L'installation de production/distribution d'eau chaude sanitaire et les choix des composants sont directement liés au type de bâtiment, à son architecture et aux besoins des occupants.

La conception de l'installation doit permettre d'éviter le risque de légionelle à l'intérieur des réseaux de distribution notamment en limitant les « bras d'eau morte ».

#### ***1.2 – Utiliser les sources d'énergies renouvelables.***

Les bâtiments à occupation continue peuvent bénéficier tout particulièrement d'installation utilisant les énergies renouvelables (soleil, air, sol et bois) et exploiter les systèmes de stockage d'énergie.

La gestion de l'appoint et son emplacement permettent, selon les scénarii de puisage, de garantir le débit et la température au point de puisage.

#### ***1.3 – Privilégier les équipements à haute performance.***

L'isolation des ballons de stockage et une bonne régulation du système en fonction des besoins sont des critères de choix prépondérants.

La directive européenne 2009/125/CE Energy Related Products établit un règlement pour les équipements de production d'eau chaude sanitaire afin d'améliorer leur efficacité énergétique et limiter leurs impacts sur l'environnement.

Pour aider les usagers à sélectionner les équipements les plus performants, un règlement prévoit, dans certains cas, un étiquetage énergétique comme il en existe sur les équipements ménagers (réfrigérateur par exemple).

### **2 – CHAUFFE-EAU THERMODYNAMIQUE AUTONOME.**

Un chauffe-eau thermodynamique puise la chaleur d'un milieu naturel appelé « source froide » ; celle-ci assure ainsi la production d'eau chaude sanitaire.

#### ***2.1 – Présentation et mise en œuvre de la solution.***

La chaleur peut être captée dans différents milieux :

- l'air (aérothermie) ;

- l'eau et le sol (géothermie).

L'appoint électrique ne prend le relais automatiquement que si la pompe à chaleur ne suffit pas à assurer la chauffe : en cas de températures extérieures ou d'un besoin d'eau chaude exceptionnel.

## **2.2 – Exemple d'application.**

Le chauffe-eau thermodynamique autonome est bien adapté au petit tertiaire et notamment aux bâtiments à forts besoins d'eau chaude sanitaire : commerces (exemple : salon de coiffure).

## **2.3 – Gains potentiels.**

En couvrant jusqu'à 70% des besoins d'eau chaude sanitaire, la solution chauffe-eau thermodynamique permet de diminuer la facture énergétique de 50% par rapport à une solution classique.

Les appareils fonctionnant sur air ambiant induisent un effet déshumidificateur du local qui les accueille.

## **2.4 – Certification.**

Les chauffe-eau thermodynamiques d'une capacité de 75 à 400 litres (non compris) peuvent être certifiés selon le cahier des charges de la marque NF Electricité Performance.

## **2.5 – Certificats d'économie d'énergie (CEE).**

Une fiche d'opération standardisée concernant les chauffe-eau autonomes thermodynamiques est en cours d'élaboration.

# **3 – CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL (CESI) ET EAU CHAUDE COLLECTIVE.**

Un système solaire permet à partir de capteurs de produire de l'eau chaude sanitaire et de couvrir 50 à 70% des besoins. Le reste étant produit par une énergie traditionnelle venant en appoint.

En général, l'appoint peut être arrêté en été et en mi-saison (selon le lieu et les conditions climatiques).

## **3.1 – Présentation et mise en œuvre de la solution.**

Il est généralement composé des principaux éléments suivants :

- des capteurs solaires ;
- un ou plusieurs réservoirs de stockage d'eau ;
- un groupe de transfert ;
- l'ensemble géré par une régulation.

Les capteurs solaires ont pour rôle de récupérer l'énergie solaire.

Les surfaces généralement constatées dans le petit tertiaire sont de l'ordre de 2 à 6 m<sup>2</sup> selon l'ensoleillement, l'orientation et le lieu sur lequel le système est implanté.

Dans le cas de système de chauffage et eau chaude sanitaire, les surfaces varient entre 10 et 15 m<sup>2</sup>.

Les réservoirs de stockage ont pour rôle de stocker l'eau chaude sanitaire ou de chauffage qui aura été chauffée par l'énergie récupérée par le capteur. Ce ballon de stockage intègre en général l'appoint traditionnel (échangeur pour appoint avec une chaudière gaz, fioul ou biomasse ou une résistance électrique pour les chauffe-eau dits électro-solaires).

La taille du stockage est déterminée en fonction des besoins et est de l'ordre de 200 à 500 litres pour les faibles besoins, 500 à 1000 litres pour un système solaire combiné (SSC).

Pour assurer le transfert de l'énergie entre les capteurs et le réservoir de stockage, un groupe de transfert assure la circulation d'un fluide de travail qui se charge en énergie dans les capteurs et la restitue au ballon de stockage.

### **3.2 – Exemple d'application.**

Le CESI est opérationnel dans tout le secteur tertiaire : hôtellerie, piscine publique...

Pour répondre à des besoins plus importants et/ou alimenter en eau chaude des bâtiments de grande taille (tertiaire, hôpitaux, salles de sport...), le même principe que celui du chauffe-eau solaire individuel est étendu : on parle de chauffe eau solaire collectif. Différentes techniques, notamment en matière de gestion de l'appoint, cohabitent selon les besoins et les souhaits des gestionnaires de patrimoine.

### **3.3 – Gains potentiels.**

Les gains et avantages sont les suivants :

- 50 à 70% des besoins couverts par l'énergie solaire ;
- recours à une énergie propre, gratuite et inépuisable ;
- adaptable à toute sorte d'énergie traditionnelle.

### **3.4 – Certification.**

Les capteurs sont généralement couverts par une certification CSTBAT sur la base d'un avis technique du CSTB ou SolarKeymark.

Les deux dispositifs sont basés sur les mêmes normes européennes.

### **3.5 – Certificats d'économie d'énergie (CEE).**

Ces certificats sont les suivants :

- BAT – TH – 11 : chauffe-eau solaire ;
- BAT – TH – 21 : chauffe-eau solaire collectif (DOM).

## **FICHE 7 – SOLUTIONS REVERSIBLES (CHAUFFAGE/CONFORT D'ETE)**

### **1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES : LES SOLUTIONS REVERSIBLES.**

Les pompes à chaleur (PAC) sont des systèmes thermodynamiques qui permettent de récupérer l'énergie de l'air, de l'eau ou du sol pour assurer le chauffage en hiver ou le rafraîchissement en été.

Puisque les pompes à chaleur consomment moins d'énergie qu'elles n'en restituent, elles sont toutes considérées comme des énergies renouvelables au titre de la directive européenne RES 2009/28/CE du 23 avril 2009 (Renewable Energy Sources).

Il est également possible de récupérer tout ou une partie des calories rejetées par la pompe à chaleur pour produire de l'eau chaude sanitaire « gratuite ».

### **2 – POMPE A CHALEUR AEROTHERMIQUE.**

#### ***2.1 – Présentation et mise en œuvre de la solution.***

Les pompes à chaleur aérothermiques prélèvent l'énergie de l'air pour produire de la chaleur ou du froid restitués soit par des émetteurs à eau (radiateur ou plancher) ou à air (split).

Les performances sont caractérisées par un rendement en chaud (COP) et en froid (EER). Pour 1 kW de puissance électrique consommé, la pompe à chaleur peut restituer au moins 3 kW de puissance calorifique ou frigorifique.

Cet équipement se prête particulièrement à l'installation d'une régulation intelligente qui permet d'optimiser le bien être des occupants tout en respectant les objectifs de réduction de consommation d'énergie.

Une pompe à chaleur peut être couplée à une chaudière ce qui lui permettra d'assurer le chauffage principal en hiver et d'être aidée par la chaudière pour les jours les plus froids.

Elle peut également être couplée à des capteurs solaires thermiques pour augmenter les performances du système en production d'eau chaude sanitaire.

#### ***2.2 – Exemple d'application.***

Tout bâtiment tertiaire.

#### ***2.3 – Gains potentiels.***

Ces gains et avantages sont les suivants :

- économie d'énergie d'au moins 30% par rapport à une installation de chauffage classique ;
- assure le confort d'été du fait de sa réversibilité ;
- technologie maîtrisée ;
- adaptabilité à tous les types de bâtiments.

#### ***2.4 – Certification.***

Les produits sont couverts par la marque NF – 414 dite NF – PAC. Cette marque certifie les performances thermiques et la puissance acoustique des gammes de produits.

Ils peuvent également bénéficier de la certification volontaire Eurovent.



## **2.5 – Certificats d'économie d'énergie (CEE).**

Ces certificats sont les suivants :

- BAT – TH – 14 : pompe à chaleur de type air/eau ;
- BAT – TH – 14 – GT : pompe à chaleur de type air/eau sur bâtiment de grande taille ;
- BAT – TH – 15 : climatiseur de classe A (DOM) ;
- BAT – TH – 20 : remplacement d'un climatiseur existant par un climatiseur fixe de classe A (DOM).

## **3 – POMPE A CHALEUR GEOTHERMIQUE.**

### **3.1 – Présentation et mise en œuvre des solutions.**

#### **3.1.1 – Présentation.**

Les pompes à chaleur géothermiques prélèvent l'énergie du sol ou de l'eau pour produire de la chaleur ou du froid restitués par des émetteurs à eau (radiateur ou plancher).

Les performances sont caractérisées par un rendement en chaud (COP) et en froid (EER). Pour 1 kW de puissance électrique consommé, la pompe à chaleur peut restituer au moins 3 kW de puissance calorifique ou frigorifique.

Cet équipement se prête particulièrement à l'installation de régulation intelligente qui permet d'optimiser le bien être des occupants tout en respectant les objectifs de réduction de consommation d'énergie.

#### **3.1.2 – Mise en œuvre des solutions.**

Pour chauffer des bâtiments, il existe diverses solutions recourant à la géothermie.

##### **> Forage ou sondes géothermiques verticales.**

Cela consiste à installer une série de sondes géothermiques verticales afin de disposer d'un plus grand potentiel de chaleur terrestre.

Pour un champ de sondes, les sondes géothermiques peuvent être installées à des profondeurs variant de 30 à 300 mètres et à intervalles réguliers.

Les sondes sont rassemblées dans les conduites et raccordées à une ou plusieurs pompes à chaleur.

##### **> Les pompes à chaleur sur eau de nappe.**

Les PAC sur eau de nappe (également appelées hydrothermiques) puisent la chaleur contenue dans l'eau. Le plus souvent, dans les nappes phréatiques où l'on trouve une eau à température suffisante (7 à 12° C) et constante. Il est également possible d'utiliser l'eau d'une rivière ou d'un lac.

Les PAC sur eau de nappe nécessitent un ou deux forages. Ce type de captage est réglementé et doit faire l'objet d'une déclaration préalable.

##### **> Fondation thermoactives (ou pieux géothermiques).**

Certains grands bâtiments nécessitent pour des raisons de portance d'être construits avec des fondations sur pieux en béton.

Il est possible d'équiper ces pieux de capteurs (tubes de polyéthylène placés au cœur du pieu) et de connecter ce système de captage à une pompe à chaleur pour capter l'énergie du sol et fournir de la chaleur ou du froid au bâtiment.

### ***3.2 – Exemple d'application.***

Tout bâtiment tertiaire.

### ***3.3 – Gains potentiels.***

Ces gains et avantages sont les suivants :

- économie d'énergie d'au moins 30% par rapport à une installation de chauffage classique.
- Assure le confort d'été du fait de sa réversibilité ;
- technologie maîtrisée ;
- adaptabilité à tous les types de bâtiments.

### ***3.4 – Certification.***

Les produits sont couverts par la marque NF-414 dite NF – PAC. Cette marque certifie les performances thermiques et la puissance acoustique des gammes de produits. Ils peuvent également bénéficier de la certification volontaire Eurovent.

### ***3.5 – Certificats d'économie d'énergie (CEE).***

Ces certificats sont les suivants :

- BAT – TH – 13 : pompe à chaleur de type eau/eau ;
- BAT – TH – GT : pompe à chaleur de type eau/eau sur bâtiment de grande taille.

## **FICHE 8 – SOLUTIONS CENTRALISEES DE CLIMATISATION.**

### **1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES : LES SOLUTIONS CENTRALISEES DE CLIMATISATION.**

Pour les bâtiments ayant d'importants besoins de climatisation, les solutions centralisées de climatisation offrent la meilleure efficacité énergétique.

L'eau glacée nécessaire à la climatisation est produite par un seul groupe puis distribuée en fonction des besoins.

Par ailleurs, lorsque la température extérieure est suffisamment basse, les groupes d'eau glacée peuvent fonctionner en « free cooling » c'est-à-dire qu'ils peuvent produire du froid sans utiliser la compression électrique : les gains énergétiques sont alors conséquents.

Plusieurs réseaux de froid sont en exploitation en France (grandes agglomérations) : ces réseaux, appelés réseaux urbains frigorifiques, sont constitués d'équipements collectifs de production et de distribution d'eau glacée.

Pour augmenter leur efficacité, des réseaux sont souvent associés à des systèmes de stockage de glace, qui présentent l'avantage de faire fonctionner les centrales de production durant les heures creuses et une meilleure gestion des besoins.

### **2 – SYSTEME CENTRALISE DE CLIMATISATION.**

#### ***2.1 – Présentation et mise en œuvre de la solution.***

Un groupe de production d'eau glacée, appelé communément « Chillers », permet de rafraîchir les bâtiments.

La gamme de puissance s'étend de 25 à 1800 kW pour répondre aux différentes typologies de bâtiment.

Les groupes de production d'eau glacée sont équipés d'échangeurs haut rendement et de régulations performantes des compresseurs.

Cet équipement se prête particulièrement à l'installation de régulation intelligente qui permet d'optimiser le bien être des occupants (par exemple : dans les bureaux) tout en respectant les objectifs de réduction de consommation d'énergie.

#### ***2.2 – Exemple d'application.***

Les groupes de production d'eau glacée sont indiqués dans le grand tertiaire et notamment les bâtiments à fort besoin d'eau glacée : hôpitaux, cliniques, bureaux.

Le confinement et la réduction de la quantité de fluide frigorigène dans l'équipement permettent de limiter l'impact environnemental et de contribuer aux économies d'énergie.

#### ***2.3 – Gains potentiels.***

La performance de ces équipements thermodynamiques est caractérisée par leur efficacité, l'indice ESEER (European Seasonal Energy Efficiency Ratio).

Pour 1 kW de puissance électrique consommé par le compresseur, cet équipement fournira entre 3 et 4 kW de puissance frigorifique restituée.

De plus, il est possible de récupérer la chaleur issue du cycle thermodynamique pour assurer la production d'eau chaude sanitaire.

#### **2.4 – Certification.**

Ces équipements peuvent bénéficier d'une certification européenne (classification d'efficacité énergétique). Les équipements de classe A sont ainsi les plus performants.

Ces équipements utilisent l'air extérieur comme source d'énergie et sont considérés en conséquence comme des énergies renouvelables au titre de la directive européenne RES (Renewable Energy Sources).

#### **2.5 – Certificats d'économie d'énergie (CEE).**

Ces certificats sont les suivants :

- BAT – TH – 30 : récupération de chaleur sur groupe de production de froid pour le préchauffage d'eau chaude sanitaire ;
- BAT – TH – 32 : groupe de production d'eau glacée avec condenseur sur eau (DOM) ;
- BAT – EQ – 17 : installation frigorifique négative de type cascade utilisant le CO<sub>2</sub> ;
- BAT – EQ – 18 : sous-refroidissement du liquide d'une installation de production de froid négatif.



## FICHE 9 – VENTILATION.

### 1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES : LA VENTILATION.

La ventilation est l'action qui consiste à créer un renouvellement de l'air des lieux clos. La ventilation assure donc plusieurs fonctions :

- renouveler l'air ambiant ;
- assainir et dépoussiérer l'air (filtration) ;
- réguler le taux d'hygrométrie (humidité des locaux) ;
- gérer la pression atmosphérique d'un lieu clos (en surpression ou en dépression) ;
- contrôler la concentration en CO<sub>2</sub> ou de divers polluants ;
- assurer le confort des occupants dans le local lorsqu'elle est couplée aux équipements de chauffage ou de refroidissement.

La ventilation et l'assainissement des locaux de travail concernent tous les lieux où le personnel doit intervenir et où il existe un risque lié à la qualité de l'air.

Pour les bâtiments tertiaires, les solutions de ventilation performantes sont : la ventilation modulée et les centrales de traitement d'air (CTA).

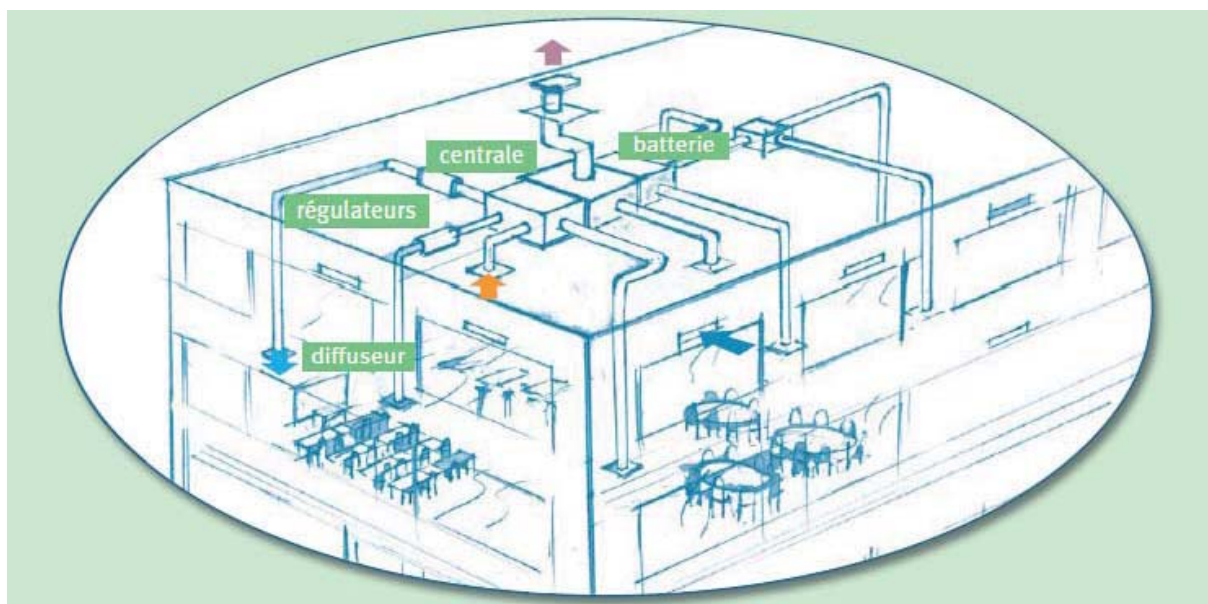
Les meilleurs rendements énergétiques pourront être obtenus en récupérant la chaleur sur l'air extrait du local par les systèmes de ventilation centralisée.

### 2 – VENTILATION MODULEE.

#### 2.1 – Présentation et mise en œuvre de la solution.

Les systèmes de ventilation à modulation de débits permettent de renouveler automatiquement l'air des locaux tertiaires en fonction de leur occupation (présence, taux de CO<sub>2</sub> ou d'humidité...).

Le ou les ventilateurs sont asservis à des capteurs présents dans les locaux pour adapter les débits d'air en fonction des besoins.



La régulation du système permet une gestion intelligente du renouvellement d'air des locaux en alliant confort des occupants, qualité d'air intérieur et économie d'énergie.

### ***2.2 – Exemple d'application.***

La ventilation modulée est recommandée pour les locaux tertiaires à occupation variable : bureaux, salles de réunion, écoles, cinémas.

### ***2.3 – Gains potentiels.***

La ventilation modulée offre une économie d'énergie de 20% à 70% pour les solutions les plus performantes par rapport à une ventilation classique.

### ***2.4 – Certification.***

Les systèmes sont couverts par Avis Technique du CSTB pour garantir notamment leurs performances aérauliques et énergétiques.

### ***2.5 – Certificats d'économie d'énergie (CEE).***

Ces certificats sont les suivants :

- BAT – TH – 23 : ventilation mécanique modulée proportionnelle ;
- BAT – TH – 23 – GT : ventilation mécanique modulée proportionnelle dans un bâtiment de grande taille ;
- BAT – TH – 24 : ventilation mécanique modulée à détection de présence ;
- BAT – TH – 24 – GT : ventilation mécanique modulée à détection de présence dans un bâtiment de grande taille.

## **3 – CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR (CTA).**

### ***3.1 – Présentation et mise en œuvre de la solution.***

Une centrale de traitement d'air permet de chauffer, rafraîchir, humidifier, assécher ou bien encore filtrer l'air introduit dans les locaux.

Pour assurer ces fonctions, la centrale se compose de différentes batteries sélectionnées en fonction des besoins, de filtres et de ventilateurs pour le soufflage et/ou l'extraction de l'air.

Différents types de centrales existent : modulaires ou compactes pour une intégration facile au bâtiment et assurer le débit ou la pression d'air voulu quelles que soient les pertes de charge du réseau.

Les CTA sont également utilisées pour le renouvellement d'air des locaux sensibles comme les salles blanches, les salles d'opération.

La régulation électronique et les sondes intégrées au système permettent une gestion intelligente des débits en fonction des besoins de confort des occupants et de qualité d'air intérieur.

La centrale de traitement d'air peut-être reliée à un puit canadien pour assurer le préchauffage ou le rafraîchissement de l'air introduit.

### ***3.2 – Exemple d'application.***

Les CTA sont adaptées aux locaux tertiaires (bureaux, hôpitaux, ...) ou aux cuisines professionnelles.

### **3.3 – Gains potentiels.**

Les CTA garantissent le traitement efficace de l'air introduit pour le confort des occupants et une économie d'énergie d'au moins 20% par rapport à un équipement de ventilation classique.

Ce système permet la gestion automatique et centralisée de la ventilation du bâtiment (maintien automatique de la qualité de l'air).

### **3.4 – Certification.**

Les centrales de traitement d'air peuvent bénéficier de la certification volontaire Eurovent.

### **3.5 – Certificats d'économie d'énergie (CEE).**

Ces certificats sont les suivants :

- BAT – TH – 26 : ventilation mécanique contrôlée double flux avec échangeur ;
- BAT – TH – 26 – GT : ventilation mécanique contrôlée double flux avec échangeur dans bâtiment de grande taille ;
- BAT – TH – 31 : unité autonome de traitement d'air en toiture à haute performance énergétique.

## **4 – RECUPERATION DE CHALEUR SUR CTA.**

### **4.1- Présentation et mise en œuvre de la solution.**

Les centrales de traitement d'air ou les caissons double flux (insufflation et extraction d'air) peuvent être équipés de récupérateur de chaleur sur l'air extrait des locaux afin de préchauffer l'air introduit venant de l'extérieur.

Des échangeurs air/air à plaques ou à roue permettent de récupérer de 50% à 80% des calories de l'air extrait et de limiter ainsi l'impact énergétique lié au renouvellement d'air.

### **4.2 – Exemple d'application.**

La récupération de chaleur sur centrale de traitement d'air est conseillée pour tous les locaux tertiaires : bureaux, commerces, établissements scolaires, etc.

### **4.3 – Gains potentiels.**

La récupération de chaleur permet de récupérer jusqu'à 80% des calories de l'air extrait du local par renouvellement d'air.

Le gain d'énergie apparaît sur la facture énergétique puisque l'énergie récupérée est réintroduite dans le local.

### **4.4 – Certification.**

Les échangeurs peuvent bénéficier de la certification volontaire Eurovent.

### **4.5 – Certificat d'économie d'énergie (CEE).**

Il s'agit du certificat suivant :

- BAT – TH – 33 : échangeur air neuf/air extrait sur centrale de traitement d'air (DOM).

## **FICHE 10 – GESTION DU BÂTIMENT.**

### **1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES : LA GESTION DU BATIMENT.**

La facture énergétique d'un bâtiment provient de différents usages (production et distribution d'énergie, éclairage, chauffage, ventilation, climatisation, etc.).

La régulation des systèmes associés à ces usages est primordiale pour réduire les coûts tout en respectant le confort des occupants.

Les équipements techniques installés dans un bâtiment sont nombreux, complexes et de nature différente. Ils nécessitent d'être régulés et coordonnés dans la perspective d'une optimisation globale.

### **2 – REGULATION ET GESTION TECHNIQUE DU BATIMENT ;**

La régulation permet de ne consommer que ce qui est nécessaire, quand et où cela est nécessaire. Au-delà de cet objectif de régulation, la Gestion Technique du Bâtiment (GTB) permet de choisir comment décider de traiter les problèmes de consommation d'énergie dans les bâtiments dans un souci de satisfaction de confort des usagers.

La GTB est donc un ensemble de services qui permet à l'utilisateur de devenir le véritable pilote de son installation pour répondre à ce double objectif d'économies d'énergie et de confort. Elle lui fournit des outils d'optimisation d'exploitation, de gestion et maintenance tout en recherchant le confort de l'usager et un rendement énergétique optimal.

La GTB connecte notamment les automates de régulation entre eux pour optimiser leur fonctionnement, remonte les informations vers le gestionnaire qui peut les analyser, contrôler et agir sur ces systèmes de régulation.

Elle évite les surconsommations et pallie automatiquement les négligences des occupants (par exemple : fenêtre ouverte et chauffage allumé).

Pour certaines applications, elle améliore la durée de vie des équipements.

Il est possible de réaliser sur 70% de la consommation finale, jusqu'à 30% d'économies d'énergie par la mise en place de systèmes de régulation et GTB.

#### ***2.1 – Présentation et mise en œuvre des solutions.***

##### **2.1.1 – Solution de régulation.**

La régulation assure le bon fonctionnement d'un équipement ou d'un système. En tenant compte de son environnement immédiat et des données extérieures, elle permet d'optimiser les gains énergétiques sur chaque équipement ou système du type.

##### ***> Réseaux de distribution d'eau chaude pour chauffage statique.***

- Régulation de base : courbe de chauffage (adaptation de la température de départ en fonction de la température extérieure).
- Optimisation : intégrer la température ambiante des locaux chauffés pour mettre en place une optimisation à l'enclenchement/déclenchement du système en fonction des horaires d'occupation.



### > *Contrôle des générateurs d'énergie.*

Contrôle des générateurs d'énergie en fonction des demandes provenant des utilisateurs (régulation de zone, centrale de traitement d'air).

### > *Centrale d'air tout air neuf avec batterie chaude et froide.*

- Régulation de base : maintenir une température constante au soufflage ;
- Optimisation : intégrer la température extérieure et/ou la température ambiante en mi-saison et/ou la qualité de l'air pour une action sur le débit du système.

### > *Équilibrage hydraulique de l'installation.*

- Équilibrage hydraulique des colonnes de distribution ;
- Équilibrage hydraulique des terminaux (radiateurs, ventilo-convecteurs, CTA, etc.).

### > *Éclairage.*

- Régulation de base : manuelle.
- Optimisation : détection de présence intégrant l'occupation du local concerné, gradation de l'intensité lumineuse, zoning pour mieux gérer des horaires d'occupation différents.

## **2.1.2 – Solutions de gestion technique du bâtiment (GTB) : intégration des fonctions techniques principales d'un bâtiment.**

La GTB permet une optimisation de l'ensemble des fonctions techniques du bâtiment (au-delà de l'optimisation de la régulation).

Ces fonctions peuvent se classer en six catégories principales :

- régulation : maintenir une grandeur réglée à une valeur prescrite ;
- programmation : modifier en fonction du temps le niveau de réglage d'une grandeur ;
- optimisation : calculer une commande en fonction de plusieurs contraintes pour assurer un moindre coût ;
- délestage : mettre un équipement à l'arrêt au moment où son fonctionnement entraînerait un surcoût ;
- sécurité : agir pour ne pas risquer de préjudices aux équipements, aux biens ou aux personnes ;
- comptage : comptabiliser l'énergie ou les fluides pour suivre les consommations et les facturer, si nécessaire ;
- répartition : affecter une part des charges globales d'un service collectif à chacun des usagers, au prorata des relevés de compteurs ou de dispositifs spécifiques.

Ces fonctions principales décrites ci-dessus sont intégrées dans des systèmes communicants de GTB et permettent ainsi :

- l'utilisation et la maintenance rationnelle des installations du bâtiment ;
- le pilotage et la coordination des charges optimisées en fonction des scénarii d'usage ;
- la supervision et le suivi des performances.

### > *Gains potentiels.*

Les gains attendus par la mise en place d'une Gestion Technique du Bâtiment représentent une économie d'environ 10 à 30% de la consommation énergétique.

### **> Normalisation – réglementation.**

La norme européenne EN 15232 (juillet 2007) sur la « Performance énergétique des bâtiments : impact de l'automatisation de la régulation et de la gestion technique du bâtiment » est élaborée par le Comité Technique CEN/TC 247 « Contrôle-commande des installations techniques des bâtiments » dans le cadre de la directive européenne 2002/91/UE du 16 décembre 2002 dite EPBD (Directive Européenne de la Performance Énergétique des Bâtiments).

Elle est applicable pour les bâtiments existant et pour la conception des bâtiments neufs ou rénovés.

Cette norme européenne a pour but d'établir des conventions et des méthodes destinées à estimer l'impact des systèmes d'automatisation, de régulation et de GTB sur la performance et les besoins énergétiques des bâtiments.

La RT 2012 prend en compte les automatismes de régulation de chauffage, refroidissement et ventilation, notamment dans le moteur de calcul THCE – BCE 2012 notifiée auprès de la Commission Européenne en avril 2011.

### **> Certificats d'économie d'énergie (CEE).**

Ces certificats sont les suivants :

- BAT – TH – 16 : système de gestion technique du bâtiment pour un chauffage électrique ;
- BAT – TH – 16 – GT : système de gestion technique du bâtiment pour un chauffage électrique dans bâtiment de grande taille ;
- BAT – TH – 08 : programmeur d'intermittence pour un chauffage central à combustible ;
- BAT – TH – 08 – GT : programmeur d'intermittence sur une chaudière existante pour un chauffage central à combustible dans bâtiment de grande taille ;
- BAT – TH – 17 : programmeur d'intermittence pour un chauffage électrique existant ;
- BAT – TH – 17 – GT : programmeur d'intermittence pour un chauffage électrique dans bâtiment de grande taille ;
- BAT – TH – 22 : programmeur d'intermittence pour la climatisation (DOM).

## **3 – GESTION DES PROTECTIONS SOLAIRES.**

### **3.1 – L'optimisation énergétique d'un bâtiment.**

L'optimisation énergétique d'un bâtiment peut se faire à deux niveaux :

- celui des équipements (chauffage, refroidissement, éclairage, etc.) et de leur régulation ;
- celui de l'enveloppe du bâtiment, notamment des baies vitrées dont on peut adapter de manière dynamique les caractéristiques en fonction des besoins des occupants (présence/absence, occupation/inoccupation) en tenant compte des conditions météorologiques et de qualité thermique du bâtiment.

### **3.2 – L'optimisation des protections solaires.**

L'optimisation des protections solaires permet de minimiser la consommation énergétique du bâtiment tout en procurant des conditions de travail et de vie optimum.

Elle passe par :

- la modulation du facteur solaire des parois vitrées pour réduire le besoin en refroidissement (dimensionnement et consommation), voire le supprimer, en bloquant les apports solaires indésirables, tout en apportant un maximum de lumière naturelle sans éblouir les occupants ;

- la diminution du coefficient de transmission thermique des baies vitrées et la réduction des pertes énergétiques au travers de la façade.

### **3.3 – Présentation et mise en œuvre de la solution.**

Une station météorologique mesure en permanence les conditions environnantes, orientation par orientation. En période d'occupation, les protections solaires sur les orientations ensoleillées sont positionnées de manière à bloquer le rayonnement solaire direct à l'intérieur du bâtiment tout en laissant pénétrer un maximum de lumière naturelle. Leur position est régulièrement ajustée pour tenir compte des mouvements du soleil dans le ciel (fonction suntracking). Les occupants ont la possibilité de déroger au fonctionnement automatique pour adapter les apports de lumière en fonction de leurs besoins immédiats. En période d'inoccupation, les protections solaires sont gérées en fonction des besoins en énergie du bâtiment : ouvertes pour profiter des gains thermiques gratuits, fermées pour éviter l'échauffement ou les déperditions.

La CTB peut interférer avec le système pour forcer les protections solaires dans une position déterminée pour retarder la mise en route du chauffage ou d'un groupe froid.

### **3.4 - Gains potentiels.**

Une étude de l'European Solar Shading Association ([www.es-so.com](http://www.es-so.com)) montre qu'on peut économiser jusqu'à 40 kWh/m<sup>2</sup>/an sur la consommation de refroidissement avec des protections solaires fixes ou automatisées.

Le logiciel Luxys (développé par le CSTB, l'ENTPE et Somfy) montre les gains suivants, en fonction du type de protection solaire automatisé et de la localisation du bâtiment :

- diminution de la consommation de refroidissement : de 20 à 60% ;
- diminution de la puissance crête de refroidissement : de 10 à 50% ;
- diminution du nombre d'heure avec température intérieure supérieure à 25°C en absence de refroidissement de 10 à 40%.

### **3.5 - Réglementation (RT 2005).**

La Réglementation Thermique 2005 impose les paramètres suivants :

- garantir simultanément  $C_{ep} < C_{ep-ref}$  et  $T_{ic} < T_{ic-ref}$  ;
- solutions techniques ST 2007-001 et ST 2007 – 002.

## **FICHE 11 – PRODUCTION D'ELECTRICITE RENOUELABLE.**

### **1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES: PRODUCTION D'ENERGIE RENOUELABLE.**

D'ici 2020, la France devra avoir au moins doublé la part des énergies renouvelables dans sa consommation d'énergie. Le « paquet Énergie-Climat » adopté par l'Union Européenne l'y oblige. Ce texte prévoit d'ici 2020, au moins 20% de l'énergie consommée par les pays de l'UE devra avoir été produite à partir d'énergies renouvelables.

Pour la France, cela signifie qu'il faut passer de 10,5% (en 2007) à 23% en 2020. Le recours aux énergies renouvelables sera d'autant plus nécessaire que le Grenelle de l'Environnement propose de réaliser :

- dès 2012, des constructions neuves qui répondront aux exigences réglementaires du label Bâtiment Basse Consommation (BBC), c'est-à-dire qu'elles ne devront pas consommer plus de 50 kWh d'énergie primaire par m<sup>2</sup> et par an, contre 240 kWh pour l'ensemble du parc existant aujourd'hui ;
- dès 2020, des nouveaux bâtiments, dits BEPOS, qui devront être à « énergie positive », c'est-à-dire qu'ils produiront plus d'énergie qu'ils n'en consommeront.

### **2 – PANNEAUX SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES.**

Les panneaux solaires photovoltaïques possèdent la propriété de générer de l'électricité quand ils reçoivent la lumière du soleil. L'énergie solaire est inépuisable et surabondante : en une heure, le soleil délivre autant d'énergie qu'une année de consommation d'électricité dans le monde.

#### ***2.1 – Présentation et mise en œuvre de la solution.***

Une cellule photovoltaïque est un composant électronique qui, exposé à la lumière, génère de l'électricité. Elle peut être utilisée seule (calculatrice, montre...) mais, la plupart du temps, les cellules sont regroupées dans des modules ou des panneaux photovoltaïques.

Il existe plusieurs familles de cellules photovoltaïques. Actuellement, les plus répandues sur le marché sont les cellules en silicium cristallin et les cellules en couches minces.

D'autres en sont au stade de la Recherche et Développement.



#### ***2.2 – Exemple d'application.***

Sur le bâti, il existe un potentiel très important de surfaces pouvant accueillir l'énergie photovoltaïque et, dans la plupart des pays, les panneaux photovoltaïques sont installés en toiture.

### **2.3 – Gains potentiels.**

La pose de panneaux ouvre, sous certaines conditions, le droit à un tarif d'achat par EDF.

### **2.4 – Certification.**

Ces produits sont couverts par le Pass'Innovation délivré par le CSTB ou encore par l'Avis Technique (ATec) ou l'Avis Technique Expérimental (ATex).

### **2.5 – Certificats d'économie d'énergie (CEE).**

Il n'y a pas de certificats d'économie d'énergie.

## **3 – EOLIENNES.**

Les aérogénérateurs, communément appelés éoliennes, transforment l'énergie mécanique du vent en énergie électrique.

La France possède le deuxième potentiel éolien d'Europe. L'impact de ces équipements sur l'environnement peut cependant en freiner l'installation.

### **3.1 – Présentation et mise en œuvre de la solution.**

Dans le domaine tertiaire, les aérogénérateurs sont des machines de petite ou moyenne puissance (0,1 à 20 kW) qui comportent deux ou trois pales.

Les mâts mesurent entre 10 et 30 mètres selon modèle.

Les aérogénérateurs peuvent être raccordés au réseau ou alimenter une habitation en site isolé.

Un onduleur permet d'obtenir un courant aux qualités constantes malgré les variations du vent, utilisable par les appareils électriques ou réinjectable dans le réseau de distribution.

En site isolé, des batteries permettent de stocker le courant excédentaire.

Il est toutefois indispensable de disposer d'un générateur d'appoint (installation photovoltaïque ou petit moteur diesel) pour compenser d'éventuelles longues périodes sans vent, au cours desquelles l'énergie stockée dans les batteries pourrait s'avérer insuffisante.

### **3.2 – Exemples d'application.**

#### **3.2.1 – Les éoliennes à axe horizontal.**

Les éoliennes les plus courantes, à axe horizontal, fonctionnent mal dans les zones urbaines où les turbulences sont importantes.

Elles conviennent en revanche dans les secteurs ruraux, en particulier dans les sites isolés non raccordés au réseau, si le potentiel éolien y est intéressant.

#### **3.2.2 – Les éoliennes dites urbaines.**

Les éoliennes dites urbaines sont des éoliennes développées pour l'environnement urbain, généralement de petite ou de moyenne puissance (jusqu'à 6 kWh).

Les éoliennes urbaines à axe vertical doivent être plus résistantes aux vents variables sans exiger de dispositif d'orientation du vent.

### ***3.3 – Gains potentiels.***

La fourniture du matériel et son installation par un professionnel représente un investissement pouvant aller de 25 000 € à 40 000 €, y compris les batteries, mais peut varier dans des proportions assez importantes en fonction de la puissance précise de l'aérogénérateur, du type de technologie proposée, etc.

La DRIRE instruit les demandes de Zone de Développement de l'Éolien (ZDE) en partenariat avec les autres services de l'État.

La rentabilité d'un projet de petit éolien est assurée dans les ZDE. Elle est fortement conditionnée par la vitesse du vent.

Le temps de retour sur investissement est en général supérieur à 10 ans. La durée de vie d'un aérogénérateur est d'environ 20 ans.

### ***3.4 – Certification.***

Il n'y a pas de label ou de certification.

### ***3.5 – Certificats d'économie d'énergie (CEE).***

Il n'y a pas de certificat d'économie d'énergie.

## **5 - CONTEXTE REGLEMENTAIRE**

### **5.1 - Les exigences européennes**

Le paquet Energie-Climat désigne le plan d'action qui définit la politique énergétique européenne. Il a été adopté en décembre 2008, sous la Présidence française de l'Union Européenne.

#### **5.1.1 - Les exigences nationales**

La réglementation relative aux bâtiments neufs : la Réglementation Thermique 2012 (RT 2012) :

La Réglementation Thermique 2012 (RT 2012) a pour objectif, comme les réglementations thermiques précédentes, de limiter les consommations énergétiques des bâtiments neufs qu'ils soient pour de l'habitation (résidentiel) ou pour tout autre usage (tertiaire y compris bâtiments d'enseignement).

Par rapport à la réglementation précédente, ne changent pas :

- les exigences à respecter : exigences de performances globales (consommation d'énergie et confort d'été) et exigences minimales de moyens,
- l'articulation autour de cinq usages énergétiques : chauffage, climatisation, production d'eau chaude sanitaire, éclairage et auxiliaires (ventilation, pompes, etc.).

Par contre :

- les exigences de performance énergétique globales sont uniquement exprimées en valeur absolue de consommation pour plus de clarté : niveau moyen à 50 kWh/m<sup>2</sup>/an (et non plus en valeur relative par rapport à une consommation de référence recalculée en fonction du projet). Pour mémoire, la consommation moyenne d'énergie primaire avec la RT 2005 était d'environ 150 kWh/m<sup>2</sup>/an,
- une exigence d'efficacité énergétique du bâti pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage artificiel est introduite. Cette exigence prend en compte l'isolation thermique et permet de promouvoir la conception bioclimatique d'un bâtiment,
- de nouvelles exigences minimales traduisant des volontés publiques fortes sont introduites : obligation de recours aux énergies renouvelables, obligation de traitement des ponts thermiques (fuites de chaleur), obligation de traitement de la perméabilité à l'air des logements neufs...

Ces changements et les exigences plus élevées qu'impose la RT 2012 doivent contribuer à l'atteinte des objectifs du Grenelle de l'environnement.

Pour plus d'information consulter le site : [www.rt-batiment.fr](http://www.rt-batiment.fr)

### **5.2 - Conséquences pour les établissements scolaires**

#### **5.2.1 - Les responsabilités nouvelles des différentes parties prenantes**

L'article L.421-1 du code de l'éducation fixe que « les collèges, les lycées et les établissements d'éducation spéciale sont des établissements publics locaux d'enseignement (EPL). » Etablissements publics, ils disposent de la personnalité juridique, de l'autonomie administrative et financière, d'un patrimoine propre. Ils sont toutefois soumis à la tutelle de l'Etat et de la collectivité locale de rattachement (le département pour les collèges, la région pour les lycées et les lycées professionnels). Ils sont l'échelon local de la mise en œuvre des missions de service public d'éducation, dans la limite des compétences exercées par l'Etat et par la collectivité.

L'article L.211-1 fixe les compétences de l'Etat. Dans la mesure où celles-ci n'intéressent pas l'objet de l'étude, on ne citera cet article que pour mémoire.

En revanche, les articles L.213-2 et L. 214-6 fixent les compétences, respectivement, du département et de la région. On pourra retenir de ces articles, dans le contexte qui nous intéresse, que la collectivité « assure (...) l'équipement et le fonctionnement (...) ainsi que l'entretien général et technique ». La collectivité est propriétaire des locaux (articles L. 213-3, département, et L.214-7, région).

L'article L.421-23 II précise les conditions d'exercice des compétences des collectivités : « le président du conseil général ou régional s'adresse directement au chef d'établissement. Il lui fait connaître les objectifs fixés par la collectivité de rattachement et les moyens que celle-ci alloue à cet effet à l'établissement. Le chef d'établissement est chargé de mettre en œuvre ces objectifs et de rendre compte de l'utilisation des moyens ».

Ces articles, issus des lois de décentralisation de 1982 et 2004, précisent donc le champ d'intervention de la collectivité et de l'EPL (principalement du gestionnaire, en charge de la gestion matérielle) : construction, reconstruction, extension, rénovation, « travaux du propriétaire » sont de maîtrise d'ouvrage de la collectivité, tandis que les travaux d'« entretien courant et les menues réparations consécutifs à l'usage normal des locaux et équipements » (1) seraient de la responsabilité de l'EPL. Il convient en effet d'être prudent sur cette séparation, dans la mesure où elle est ici décrite par assimilation à un texte qui ne s'applique pas expressément aux EPL, mais dont on pourra s'inspirer en l'absence de référence réglementaire spécifique. Toutefois, selon la politique de la collectivité de rattachement, son intervention directe pourra être plus ou moins importante. Cette intervention sera cependant limitée par le caractère d'établissement public autonome de l'EPL : les dépenses de fonctionnement de ses services devront être retracées au sein de son budget propre, mais, surtout, son conseil d'administration devra approuver tout marché ou contrat qui y aurait trait.

Schématiquement, on pourra retenir que les interventions seront de la compétence de l'EPL pour l'entretien et la première maintenance. Ces opérations seront financées sur le budget de l'EPL. Si ce dernier n'est pas suffisant, une subvention spécifique, éventuellement d'urgence, pourra lui être accordée par la collectivité.

Les opérations de maintenance lourde, les grosses réparations, la rénovation ou l'extension sont instruites, menées et financées directement par la collectivité. Cette dernière peut pour ce faire passer des marchés à bons de commande, des marchés spécifiques en maîtrise d'ouvrage directe ou par le biais d'une convention de mandat, qui formalise la délégation de la conduite de l'opération à un prestataire sélectionné à l'issue d'une procédure de marché.

Ces éléments de réglementation peuvent être illustrés dans le domaine de l'énergie.

Tout d'abord, au quotidien, c'est l'EPL qui est client des fournisseurs des différents fluides (eau, gaz, électricité, combustibles divers ...) : le contrat est établi entre l'EPL et le fournisseur. Ce dernier adresse les factures à l'EPL, qui les honore. La collectivité ne peut imposer aux EPL de se fournir auprès d'un prestataire unique retenu par elle, sans consultation des conseils d'administration (2).

Le gestionnaire sera particulièrement attentif à la maîtrise des consommations : il fera procéder à des relevés de compteurs réguliers et préviendra toute dérive liée à une surconsommation ou une rupture de canalisation. Dans le cadre des « travaux du locataire », il pourra, sous l'autorité du chef d'établissement, lancer des programmes de diminution des consommations par l'installation de dispositifs économes (éclairage, mousseurs sur les robinets etc.). Le gestionnaire jouera pleinement son rôle d'interlocuteur privilégié de la collectivité pour les questions techniques (article R.421-13 du code de l'éducation) en l'informant régulièrement de l'état des bâtiments et installations, des travaux à envisager, voire en les suscitant, notamment lorsque par leur ampleur, ils ne relèvent plus des « travaux du locataire » mais de ceux du propriétaire.

C'est ainsi par exemple que le gestionnaire, sous l'autorité du chef d'établissement, pourra engager une campagne de remplacement des ampoules par des modèles basse tension sur les moyens de l'établissement, voire solliciter l'octroi d'une subvention exceptionnelle de la part de la collectivité si cela est nécessaire, mais que l'EPL ne pourra pas procéder au remplacement d'un poste de livraison. Le gestionnaire reste toutefois bien sûr l'interlocuteur privilégié des différents intervenants mandatés par la collectivité (entreprise titulaire d'un marché à bons de commande, d'un marché spécifique, bureau d'étude, architecte, bureau de contrôle, coordonnateur planificateur, mandataire ...).

Le gestionnaire devra également apporter une attention particulière à la conduite des installations de chauffage de l'EPL : si elle est réalisée par une entreprise extérieure, le cahier des charges sera très précisément établi, notamment sur les points touchant à la température des locaux, aux périodes de chauffe, aux dispositions relatives à la maîtrise des consommations (de nombreux modèles existent, sur les sites des collectivités. Il pourra être recherché un intéressement du titulaire du marché à la maîtrise des consommations en volume). L'EPL pourra procéder à des remplacements de radiateurs, mais celui d'une chaudière requerra l'intervention de la collectivité.



Au-delà de ces aspects techniques, il est un domaine dans lequel l'EPLE a une légitimité propre et un champ d'intervention complémentaire non négligeable : le projet éducatif. Les personnels enseignants y concourent, naturellement, mais, comme le souligne l'article L.913-1 du code de l'éducation, il concerne également les personnels administratifs, techniques, ouvriers, sociaux, de santé et de service qui « sont membres de la communauté éducative » et « jouent un rôle éducatif en liaison avec les enseignants. » A l'initiative de l'équipe de direction, et plus particulièrement du gestionnaire, on pourra lancer une campagne de sensibilisation des personnels et des élèves (extinction des lumières dans les espaces inutilisés, réduction des consommations d'eau dans les sanitaires et en cuisine, fermeture des portes et fenêtres en période de chauffe ...). Cela permettra de dépasser les clivages entre catégories de personnels, mais aussi, dans une certaine mesure ceux décrits plus haut, issus de la séparation des compétences, en inscrivant les actions menées à chaque niveau dans une perspective cohérente et un but commun. Plusieurs collectivités encouragent ou accompagnent ces projets en faveur de la maîtrise des consommations d'énergie, et plus largement, du développement durable. Enfin, les effets d'un tel projet pourront en être bien plus importants qu'envisagé initialement : les consommations de fluide de l'EPLE pourront sans doute en être réduites, mais encore il est probable que les uns et les autres adoptent un comportement plus responsable également dans le cercle privé, et que l'exemplarité de ce comportement des élèves en famille conduise à une modification de celui des adultes

### 5.2.2 - Les établissements du secondaire

Les établissements d'enseignement présentent les caractéristiques suivantes :

- une durée d'usage annuelle limitée compris entre 140 et 170 jours par an,
- une intermittence d'usage journalière et hebdomadaire importante,
- une intensité d'usage des m<sup>2</sup> à disposition faible exemple les locaux de la ½ pension : 3h par jour ce qui représente moins de 20% du temps d'ouverture de l'établissement,
- des locaux sans usage sur la période des mois de juillet et d'août,
- une concentration d'effectif dans des locaux sur des temps réduits.

A travers cette caractérisation d'usage il semble indispensable de situer les bonnes pratiques à acquérir pour diviser par quatre la consommation énergétique des locaux.

Les collectivités locales Conseils Généraux et Conseils Régionaux assurent la construction, la viabilisation et la maintenance des établissements par la mise en œuvre de moyens financiers important. La gestion du quotidien est assurée par les utilisateurs.

#### Présentation du fonctionnement des établissements scolaires :

L'année scolaire se déroule de septembre à fin juin avec quatre interruptions sur des périodes de 1 à 2 semaines dont deux en période de chauffage. Les établissements scolaires sont calibrés pour accueillir un nombre d'élève par exemple les collèges 400, 600, 800, avec une correspondance à un nombre de divisions. Les effectifs sont sujets à variation chaque année ce que les structures acceptent avec un taux de tolérance de 10 à 15%. Les locaux scolaires peuvent être divisés en 7 grandes catégories :

- administration, locaux de bureaux,
- pédagogique,
- ateliers,
- Centres de Documentation et d'Information (CDI),
- vestiaires et salle de sports,
- Demi-pension.
- internat.

#### Usage et intensité :

L'exploitation des sites scolaire doit faire l'objet lors de chaque rentrée d'une vérification au niveau de la définition des emplois du temps de mesurer l'**intensité d'usage des locaux**. En effet des locaux qui sont occupés moins de 60% du temps scolaire sont à mettre en service uniquement dans des cas exceptionnel. Une rotation des salles d'enseignement général comprise entre 80 et 90% se justifie tant

du point de vue viabilisation que maintenance des locaux. Tous les établissements devraient s'attacher de vérifier cette donnée essentielle qui est une **source d'économie très importante** en termes d'électricité, de chauffage, de produits de nettoyage et de temps de personnel. Ceci implique uniquement de repenser son mode de fonctionnement. L'usage non rationnel des espaces sur un site est une source de gaspillage qui peut se chiffrer jusqu'à 50% du surcoût annuel en terme d'exploitation.

De ce constat il convient de tirer plusieurs enseignements

- nécessité de réaliser uniquement des établissements présentant un taux d'usage et de remplissage suffisant qui permette d'**optimiser les surfaces** de chaque local et en corollaires les besoins énergétiques,
- mutualiser les locaux pour répondre aux besoins de la population et ne plus destiner ces locaux à un usage unique,
- repenser les surfaces des circulations, des escaliers, des dépôts en les reportant sur l'extérieur pour éviter de devoir les viabiliser

Chaque mètre carré doit présenter le meilleur rendement ce qui est une source d'économie avec la mutualisation des moyens et permet de mieux maîtriser les moyens financiers.

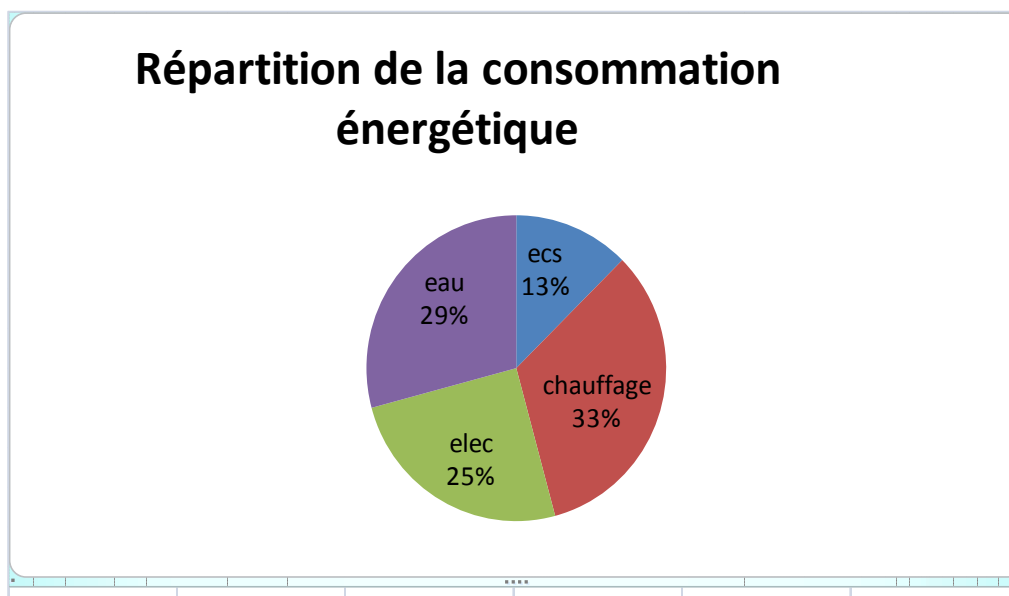
L'efficacité énergétique dans les établissements scolaires :

L'efficacité énergétique ne peut s'obtenir que par une meilleure évaluation des besoins qui passe par une maîtrise des consommations.

Exemple de fausses bonnes solutions :

- remplacer une chaudière sans analyser la capacité thermique du bâti (isolation, inertie, étanchéité à l'air),
- isoler le bâtiment sans hiérarchisation des besoins et absence de création de ventilation mécanique contrôlée,
- remplacer les émetteurs (radiateurs, ventiloconvecteurs) sans tenir compte de l'hydraulique de l'installation, de son équilibrage et de la nature des locaux,
- refaire une étanchéité de toiture sans imposer un « R » supérieur à 7,
- ravalier une façade sans prendre en compte l'isolation et l'étanchéité à l'air du bâtiment,
- produire l'Eau Chaude Sanitaire (ECS) par des panneaux solaires sans tenir compte des périodes d'usage et du dimensionnement de l'installation.

La consommation sur un établissement scolaire se répartit globalement de la manière suivante entre les différentes sources consommatrices :



## Electricité :

Les principales sources de consommation sont :

- l'éclairage,
- le matériel de cuisine,
- les équipements informatiques et les machines des ateliers (très variable),
- les moteurs auxiliaires (CTA, pompe, etc.).

## Exemples d'actions d'économie et d'optimisation consommation électrique :

### Eclairage :

Favoriser l'éclairage naturel par une optimisation des ouvertures et le nettoyage des vitrages.

Mettre en conformité de l'éclairage artificiel sur le plan de travail selon les recommandations de l'AFE qui doivent être amendées car générateur de surconsommation pour un inconfort de la vision.

Choisir d'un matériel performant : exemple remplacement des luminaires par des luminaires à ballast électronique du type T5 ou par des leds.

Remplacer les interrupteurs par des détecteurs de présence couplés à un interrupteur crépusculaire dans chaque local.

Poser des horloges pour les éclairages extérieurs avec couplage d'un interrupteur crépusculaire

### Matériel de cuisine :

Chambre froide et banque de self moteur : choix des puissances et type. Mise à l'arrêt de l'installation au-delà de 2 semaines d'inutilisation.

Four : bien choisir les capacités, optimiser l'usage des fours

Mise en place de délesteurs.

### Equipement informatique et atelier :

L'alimentation doit être coupée au niveau du général car les appareils maintenus branchés continue à consommer ce qui peut représenter une quantité importante d'énergie en fonction du parc informatique dont dispose l'établissement

### Les moteurs auxiliaires :

Entretien régulier du matériel (nettoyage des filtres mensuellement, des gaines annuellement, vérification des rendements, tension des courroies etc.).

Remplacement du matériel par des matériels équipés à la bonne puissance avec des variateurs électroniques.

Mise en place systématique d'une GTC, complétée d'une GTB couplée à une télégestion doit aussi être étudiée avec le plus grand soin.

### Chauffage :

Les chaudières, circuit hydraulique :

- dimensionner le matériel au plus juste, aucune surcapacité ne doit être mis en œuvre,
- vérifier les rendements des matériels existants,
- équilibrer l'installation,
- irrigation des circuits.

Les centrales de traitement d'air :

- positionnement des groupes pour obtenir des réseaux les plus courts possible et diminuer les pertes de charge,
- choix des moteurs et des qualités de filtre.

### La production ECS :

- réduire les volumes d'eau inutilement soutirés,
- réduire les déperditions au niveau de la production,
- réduire les déperditions au niveau de la distribution,

- réduire les consommations électriques des pompes de distribution,
- exploitation les possibilités de récupération d'énergie.

Les énergies renouvelables :

Le recours aux énergies renouvelables doit intervenir uniquement après vérification de tous les postes de consommation et optimisation de la totalité des équipements.

En fonction des sites, différentes solutions devront être étudiées avec un bilan énergétique. Les énergies renouvelables présentent la particularité de produire d'une manière intermittente dans le temps avec une possibilité restreinte de stocker ce qui limite le recours à certaine technologie. Cependant le mixte énergétique doit être mis en œuvre pour permettre de tendre vers des bâtiments à énergie positive.

Les établissements scolaires doivent être des lieux de démonstration et d'information sur toutes les énergies.

### **5.2.3. - Le pilotage et ses évolutions**

La mise en place d'un système de management pour la maîtrise de la consommation énergétique conforme à la norme ISO 50001 (voir en annexe), appuyé sur des mesures et la quantification d'indicateurs de suivi (coût, empreinte environnementale, consommation énergétique par secteurs, etc.), est une bonne méthode.

### **5.2.4. – La formation des personnels**

De très nombreuses formations existent et il est impossible de toutes les répertorier dans ce document. L'ADEME, le Syndicat des Energies Renouvelables, les Fédérations professionnelles du secteur mais aussi le réseau des GRETA de l'Education nationale peuvent être contactés.

## ANNEXES

### **Annexe 1 : La norme NF EN 16001- ISO 50001 « Systèmes de management de l'énergie »**

La maîtrise des consommations énergétiques est un enjeu significatif pour les entreprises, à double titre puisque la loi dite de Grenelle leur impose de définir une politique globale de maîtrise de l'énergie, celle perdue dans les locaux (isolation) comme celle utilisée pour la production. Une nouvelle norme est parue pour les y aider.

La prise en compte du concept de développement durable, en particulier de la nécessité de préserver l'environnement et de maîtriser notre consommation énergétique, constitue désormais un objectif prioritaire et stratégique des entreprises, et plus généralement de tous les organismes, privés comme publics. Ces enjeux s'ajoutent, sans les remplacer, aux objectifs de performance, de qualité et de maîtrise des coûts déjà présents dans les cahiers des charges définissant les attentes pour la création de produits, de services, voire d'organisations. Ils impliquent de définir des critères de mesure d'impact, de créer de nouveaux outils méthodologiques ou d'enrichir ceux existants (l'éco-conception en est un exemple).

Dans ce contexte, la normalisation doit prendre toute sa place. La norme NF EN 16001 « Système de management de l'énergie – Exigences et recommandations de mise en œuvre » a été publiée le 1er juillet 2009. Destinée à tous les organismes, quels que soient leur domaine d'activité ou leur taille, elle a pour objectif de les aider à développer une gestion méthodique de l'énergie et à améliorer ainsi leur efficacité énergétique, ce qui aura pour effet de réduire aussi bien leurs frais que les émissions de gaz à effet de serre liées à leurs activités. Cette norme européenne inspire d'ores et déjà la future norme internationale ISO 50001 prévue à la mi-2011.

La norme NF EN 16001 définit les exigences du système de management de l'énergie, et les accompagne de recommandations de mise en œuvre. Pour être conforme à la norme, l'organisme définira une politique énergétique adaptée à ses usages. À partir d'un diagnostic initial (à l'aide du référentiel de bonnes pratiques Afnor BP X30-120 Diagnostic énergétique dans l'industrie), il identifiera des cibles énergétiques cohérentes avec sa politique et ses engagements d'amélioration de l'efficacité énergétique. En s'appuyant sur les compétences d'un responsable « énergie », il établira un programme de suivi et de mesurage de la performance énergétique, lequel reposera sur un plan de comptage énergétique.

Cette norme européenne est donc un outil pragmatique qui promeut la comptabilité effective de l'énergie dans les entreprises. Celles qui souhaitent s'engager devront s'équiper de capteurs qui surveilleront les consommations d'énergie ; l'installation permanente de multiples points de mesure nécessitera d'utiliser des logiciels de suivi des consommations. Eau, gaz, électricité, vapeur, air comprimé, etc., tous les postes sont concernés et devront atteindre des objectifs chiffrés.

En respectant ces exigences, les organismes pourront régulièrement évaluer et réviser leur système de management de l'énergie afin d'identifier les potentiels d'économie et adapter leur politique énergétique.

L'organisme qui répond aux exigences de la norme NF EN 16001 sera en mesure de démontrer sa « conformité » à la politique énergétique qu'il a déterminée, soit par une autoévaluation soit par la certification d'une tierce partie.

La NF EN 16001 est fondée sur la boucle d'amélioration continue « planifier, faire, vérifier, agir » (PDCA) ce qui la rend compatible avec les autres normes de système de management, notamment l'ISO 14001 de management environnemental ou l'ISO 9001 de management de la qualité :

- Planifier : établir les objectifs et les processus nécessaires pour fournir des résultats correspondant à la politique énergétique de l'organisme.
- Faire : mettre en œuvre les processus.
- Vérifier : surveiller et mesurer les processus en fonction de la politique énergétique, des objectifs, des cibles, des obligations légales et des autres exigences auxquelles l'organisme souscrit, et rendre compte des résultats.
- Agir : entreprendre les actions pour améliorer en permanence la performance du système de management de l'énergie.

Avec la publication de la NF EN 16001, l'Europe dispose d'une longueur d'avance sur la norme internationale ISO 50001 « Systèmes de management de l'énergie », dont la publication est prévue en fin d'année. En appliquant la norme NF EN 16001, les organismes en France et dans toute l'Europe anticipent les exigences de la norme internationale que pourrait leur imposer le marché. Selon l'AIE (Agence Internationale de l'Énergie), la pratique du management de l'énergie en entreprise est un outil efficace pour réduire les émissions de gaz à effet de serre liées aux activités industrielles et respecter les objectifs globaux. De même, pour l'ISO, la future norme 50001 pourrait avoir un impact sur 60 % de la consommation mondiale d'énergie.

## Annexe 2 : L'adaptation des formations

L'analyse de l'évolution du secteur économique lié au développement durable montre une dynamique de croissance importante et pourvoyeuse d'emplois. Les bâtiments résidentiels et les énergies renouvelables devraient représenter à eux seuls un marché de 46 milliards d'euros et de 335 000 emplois en 2012 (Ademe, 2008).

Plusieurs Régions et académies accompagnent cette évolution en créant des plates-formes technologique assurant des actions de diffusion technologique et de formation.

Mais c'est la question de l'introduction de compétences et de connaissances spécifiques à la maîtrise de l'énergie et à l'efficacité énergétique dans les diplômes et référentiels qui se pose aujourd'hui avec une acuité particulière. L'analyse du panorama de la certification actuelle met en évidence que l'offre est en cours de structuration. Une étude, commandée par la DGESCO, a permis d'élaborer des préconisations pour l'évolution des référentiels des domaines du bâtiment et de l'électrotechnique. Il apparaît nécessaire que les diplômes intègrent à chaque niveau de qualification la préoccupation du développement d'une culture commune de l'approche globale du bâtiment. Celle-ci s'inscrit à la fois dans des problématiques d'efficacité énergétique, de qualité de l'air intérieur, d'accessibilité et de protection de l'environnement, concernée par la réglementation en matière d'énergie. Le développement de compétences spécifiques à certaines interventions peut s'opérer par la création de mentions complémentaires proposant des spécialisations, comme la mention complémentaire portant sur les énergies renouvelables (en encadré ci-dessous).

Les formations technologiques au lycée, elles devront bien entendu elles aussi suivre l'évolution. Si certains enseignants prennent d'ores et déjà des initiatives, les trois thèmes énergie renouvelables, efficacité énergétique et éco-conception, sont au programme du nouveau bac technologique STI2D.

### **Mention Complémentaire « Technicien en énergies renouvelables » :**

Le titulaire de la Mention Complémentaire de niveau IV « Technicien en énergies renouvelables » est un spécialiste de la mise en œuvre d'équipements fonctionnant avec des énergies renouvelables et permettant d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments.

Les énergies renouvelables principalement concernées sont :

Pour l'option « énergie électrique » :

- le solaire photovoltaïque,
- l'énergie éolienne,
- le transfert d'énergie.

Pour l'option « énergie thermique » :

- le solaire thermique,
- la biomasse (notamment le bois énergie),
- le transfert d'énergie.

Il est capable de :

- identifier les besoins du client,
- vérifier les faisabilités de l'installation dimensionnée par le bureau d'étude,
- répartir les activités au sein d'une petite équipe et assurer l'interface avec les autres corps d'état,
- installer les équipements,
- raccorder l'installation aux réseaux,
- faire les réglages, les tests nécessaires et la mise en service de l'installation,
- présenter le fonctionnement et l'utilisation de l'installation au client,
- assurer la maintenance préventive et correctrice de l'installation.

## **Annexe 3 : Etablissements impliqués dans une démarche développement durable et amélioration de l'efficacité énergétique**

### **Cité scolaire de Fécamp : un exemple d'intégration des Energies Renouvelables et du Développement Durable ...**

La cité scolaire de Fécamp est intégrée dans l'agenda 21 de la ville de Fécamp et au projet de développement économique du territoire, notamment sur l'Eolien.

### **Les lycées de Fécamp : un outil au service du territoire ...**

Vaste cité scolaire composée de deux entités administratives, les lycées Descartes et Maupassant accueillent une population de près de 2000 élèves. De part sa taille mais aussi et surtout en raison des choix de pilotage qui sont affirmés, notre établissement a clairement affiché son désir d'être au carrefour des besoins de son territoire.

De là est née une collaboration fructueuse avec les collectivités territoriales qui nous a permis d'avancer sur de nombreux chantiers, notamment la labellisation d'une Plateforme technologique « Production d'énergies électriques à sources multiples pour sites autonomes » et l'ouverture vers l'enseignement supérieur en lien avec l'Université du Havre.

Deux pistes ont été travaillées ces dernières années avec :

- ✓ la mise en place de Cordées de la Réussite dans le cadre du dispositif Envie de Réussir mes Etudes dans le SUPérieur (EDRESUP) qui permet à nos élèves de moins souffrir du relatif enclavement de la ville de Fécamp ;
- ✓ la dynamisation de la Plate-Forme technologique qui s'impose progressivement à l'échelle académique comme tête d'un réseau d'établissements qui ont vocation à former les élèves aux métiers en lien avec les énergies.

Fer de lance de notre politique d'établissement en termes d'ouverture vers les deux grands sujets que sont la formation vers les métiers en lien avec le DD et la réussite des élèves vers le post-bac.. la PFT adossée aux lycées est aussi appelée à devenir la porte d'entrée vers les relations internationales, autres grand sujet pour les années à venir.

Un seul exemple pour illustrer ce propos : Une réponse quasi-immédiate à la proposition du 16 novembre 2011 de l'Office Franco-allemand de la Jeunesse relayée par le rectorat de Rouen demandant la participation à un forum des sciences franco-allemand à l'occasion de l'énergie durable pour tous. 3 professeurs dont 2 enseignants de Sciences de l'ingénieur et un germaniste accompagneront 4 élèves à Berlin du 24 au 28 janvier prochains. Leur projet consiste à présenter la conception d'une maison à énergie positive.

Dépassant la simple et habituelle obligation qui est désormais faite aux EPLE de développer un axe DD, nous souhaitons faire de la connaissance et de la mise en œuvre des énergies renouvelables l'un des moteurs principaux de l'ambition et de la réussite de nos élèves mais aussi susciter des vocations pour la recherche. En renforçant la composante « développement durable » de nos diplômés, en travaillant avec les collectivités, avec les soutiens des services académiques et en appui sur l'Université, il semble que nous soyons en capacité d'y parvenir.

Ce sera le socle du projet d'établissement retravaillé pour les années 2012 à 2015.

### **Etablissement du Développement Durable : un lieu de vie ...**

Les lycées Maupassant et Descartes de Fécamp sont engagés dans la démarche « Etablissements du développement durable ». Les lieux portent l'empreinte de cet attachement au développement durable : une « cafet' » repeinte par les élèves de 3e DP6 en peinture bio, un patio/jardin aromatique, des arbres plantés par les élèves et les enseignants pour restituer un voyage « développement durable », des liens avec une EMAP et des sources de production d'énergie renouvelables sur le site e l'établissement (éoliennes, installation solaire, éclairage autonome des parkings).

Le groupe de pilotage au sein de la Cité scolaire se mobilise autour de la réduction de consommation de papier, de la réduction des dépenses énergétiques, d'une communication verte fondée sur le numérique et la réalisation d'un bilan carbone.



Le lycée Maupassant s'attache aujourd'hui à intégrer cette démarche citoyenne à une réflexion sur ses formations et à créer des interactions avec la pédagogie. Le thème des énergies renouvelables s'intègre désormais à l'accompagnement personnalisé en seconde, aux travaux personnels encadrés en première, à la filière STI2D ainsi que dans les enseignements d'exploration (MPS, SI, CIT) et la section européenne. Il prend également place au sein de la dimension culturelle et patrimoniale que porte notre établissement, lors de la fête de la science notamment et surtout au travers des partenariats tissés au fil des ans sur le territoire avec la Maison du Patrimoine et le Pays des Hautes Falaises.

### **Un exemple de formation : la licence PRO SERA ...**

La licence professionnelle (SERA) « Systèmes à Energies Renouvelables et Alternatives » permet aux étudiants d'acquérir en un an de larges compétences dans les nombreux domaines d'activité relevant des énergies renouvelables et alternatives.

Les enseignements sont assurés principalement par les acteurs du monde professionnel et s'appuient sur les ressources et compétences des trois partenaires que sont l'Université du Havre, le lycée Maupassant et la Plate-Forme Technologique de Fécamp.

Sur Fécamp, les équipements des plateaux techniques dédiés ENR constituent des outils et supports pédagogiques reconnus de très grande qualité permettant aux étudiants de consolider, d'approfondir et de valider les connaissances théoriques acquises.

Pour répondre à des problématiques rencontrées par les industriels les projets tuteurés sont un moyen efficace de partenariat. Ils permettent alors aux étudiants d'être directement confrontés à des enjeux professionnels et environnementaux concrets et d'être force de proposition pour une réalisation ou l'amélioration d'un existant.

Dès lors, cette proximité avec le monde industriel favorise l'insertion des étudiants sur des postes de : Chargé d'affaire, Agent technique de développement ; Gestionnaire de projets ; Agent de bureau d'études.

### **La Plateforme Technologique Nationale de Fécamp : Mixer les énergies ... et les talents**

La Plateforme Technologique (PFT) de Fécamp, spécialisée dans la production d'énergies électriques à sources multiples pour sites autonomes, est un outil régional permettant la synergie entre les PME / PMI, les centres de recherche et de formation universitaire et du secondaire de la Région Haute-Normandie dans le domaine des énergies renouvelables.

Elle est un outil de démonstration de l'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique et l'efficacité énergétique, ouvert à l'ensemble des acteurs socio-économiques : entreprises, collectivités, établissements scolaires et universitaires.

Cette structure propose une solution optimisée de production d'énergie électrique et d'optimisation des consommations par le couplage de plusieurs sources via l'utilisation d'un démonstrateur implanté à Fécamp.

Les activités menées avec les universités, les grandes écoles de l'enseignement supérieur et du secondaire de la Région Haute-Normandie, et avec l'expertise et la responsabilité scientifique du laboratoire GREAH, permettent les actions suivantes :

- ✓ Accompagnement des PME/PMI :
  - par des prestations de transfert technologique
  - par des projets tuteurés avec les étudiants de la Région
- ✓ Mise à disposition des équipements pour des essais de produit spécifiques
- ✓ Mise à disposition des équipements pour des formations spécifiques de niveaux variés
- ✓ Mise à disposition des enregistrements de production et de gisements
- ✓ Organisation de journées techniques et de séminaires
- ✓ Participation à la semaine du Développement Durable et à la fête de la science
- ✓ Formation pour les formateurs
- ✓ Intervention dans les établissements : conférence, démonstration, atelier scientifique
- ✓ Visite des installations de la PFT

Elle est un centre de ressources et de perfectionnement de niveau national reconnu par le Ministère de l'Éducation Nationale et de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche sous la forme du label national PFT.

Structure de partenariat entre différents réseaux son administration en Groupement d'Intérêt Public assure une gestion souple de la collaboration entre les différents partenaires.

### **La Formation continue : Tout au long de la vie ...**

Le GRETA propose en collaboration avec la PFT :

- ✓ des sessions de formation de trois jours dans le domaine de « l'installation Photovoltaïque QUALI PV ELEC et QUALIPV BAT » destinées aux entreprises d'électricité et de couverture ;
- ✓ une formation au « petit Eolien » à travers deux modules de 2 jours destinée aux artisans et salariés électriciens ;
- ✓ de même, une action en réseau avec le Lycée des métiers de l'habitat A. Perret du Havre pour la mise en place de la mention complémentaire « Technicien en Energies Renouvelables ».

Dans toutes les formations bâtiment un module aux économies d'énergies est intégré, il s'agit dans ce cadre d'apprendre aux stagiaires à identifier en permanence les risques liés à l'exercice de l'activité professionnelle ; de les sensibiliser aux enjeux du développement durable dans le bâtiment : notamment sur l'importance de l'isolation dans l'habitat, l'importance des matériaux écologiques (propres) et le tri sélectif sur les chantiers.

Avec plus de 25 ans d'expérience en termes d'accueil de public en flux permanent, le Greta antenne de Fécamp offre des formations diversifiées, des compétences reconnues, un ancrage et une présence territoriale forte, des équipes pédagogiques stables et pérennes.

**Pour plus d'informations, le site du lycée, peut être sollicité :**

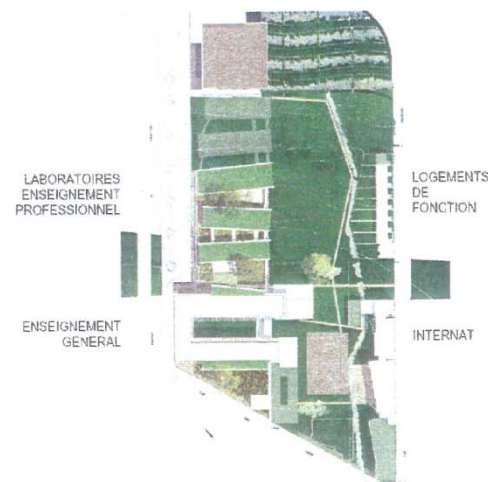
<http://lycees.ac-rouen.fr/maupassant/site2/>

## Le lycée professionnel Kyoto de Poitiers :

### Le premier lycée de l'après-pétrole, 100% énergies propres

#### Repères :

- Premier lycée « **100% énergies propres** » en Europe, le lycée régional Kyoto est un établissement exemplaire en matière d'**excellence environnementale**. Kyoto ne fait appel à aucune énergie fossile et contribue ainsi à l'effort de la Région pour réduire les gaz à effet de serre (GES) : **400 tonnes évitées chaque année**. De plus, le lycée consommera **13 fois moins de chauffage et 22 fois moins d'électricité** qu'un lycée en conformité avec la réglementation thermique en vigueur au moment de sa conception.
- Avec une superficie de 16 500 m<sup>2</sup>, le lycée professionnel Kyoto constitue un nouveau point d'ancrage au sein du quartier Saint-Eloi, à Poitiers. Les anciens lycées hôtelier de Poitiers et agricole du Grand Pont à Chasseneuil-du-Poitou, réunis administrativement depuis septembre 2008, sont désormais un seul et même établissement. Un phare éducatif dont la particularité est de regrouper **deux établissements autour des métiers de la restauration, de la transformation et de la qualité alimentaires, des services** (500 élèves et apprentis chaque année).
- **Pourquoi Kyoto ?** En 2005, Ségolène Royal, Présidente de Région, réoriente le projet en décidant d'en faire le premier lycée écologique d'Europe et décide de l'appeler « Kyoto » en référence au protocole désormais bien connu.

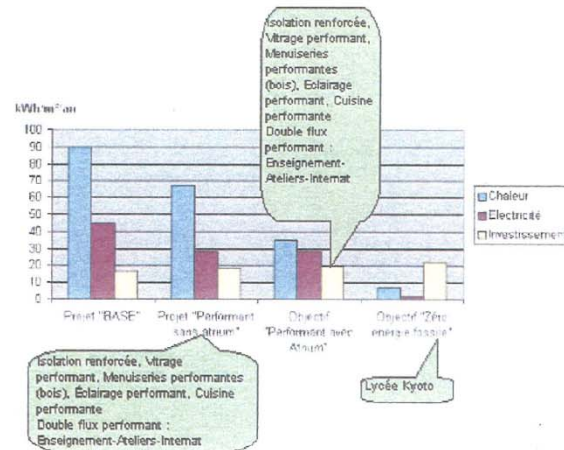


## Une démarche de qualité environnementale exemplaire

L'objectif « zéro énergie fossile » et l'ensemble de l'approche environnementale sont complètement intégrés et indissociables de l'architecture du projet. Pour faire les meilleurs choix en terme de qualité environnementale, l'usage des lieux et leurs configurations ont été parfaitement étudiés dès la conception pour éviter les mauvaises surprises...

### de dépenses d'énergies

- Conception bioclimatique, avec création d'un atrium
- Isolation et inertie thermiques renforcées
- Stockage issu du réseau de chaleur urbain
- Éclairage optimisé dans tous les locaux du lycée
- Ventilation et équipements de cuisine avec récupération d'énergie

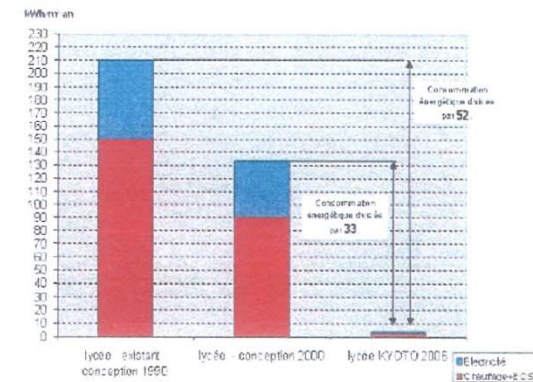


### d'énergies renouvelables et locales

- Raccordement au réseau de chaleur urbain (essentiellement en été afin de valoriser et stocker la chaleur produite par l'unité de valorisation énergétique)
- Production de chaleur et d'électricité par deux micro-cogénérations fonctionnant à l'huile végétale de colza
- Production d'électricité d'origine solaire sur site (près de 1000 m² de panneaux photovoltaïques)

### Réduction des gaz à effet de serre (GES)

- Un lycée encore plus économe en énergie qu'un lycée performant
- 13 fois moins de chauffage
- 22 fois moins d'électricité
- 400 tonnes équivalent CO<sub>2</sub> évitées



9



## Quelques chiffres à retenir, en résumé...

**400.** C'est le nombre de tonnes de CO<sub>2</sub> évitées chaque année par le lycée.

**13** fois moins de chauffage et **22** fois moins d'électricité qu'un lycée en conformité avec la réglementation thermique au moment de sa conception.

**16 500.** En m<sup>2</sup>, il s'agit de la superficie du lycée regroupant 2 établissements autour des métiers de la restauration, de l'alimentation et du service, situé au coeur du quartier de Saint-Eloi à Poitiers, sur un terrain de 3,5 ha.

**500.** Soit le nombre d'élèves et d'apprentis venant se former au lycée Kyoto à partir de la rentrée scolaire 2009.

**32.** En million d'euros HT, il s'agit du budget travaux de l'opération de construction, dimensionné à partir d'une approche en coût global.

**3.** En kilowatt-heure par mètre carré et par an, il s'agit de la consommation de chauffage du lycée Kyoto (après compensation par énergies renouvelables). À titre de comparaison, la "norme" s'élève aujourd'hui à 90 kWh par m<sup>2</sup> et par an. La réduction des consommations électriques est encore plus spectaculaire avec un passage de 45 à 1 kWh par m<sup>2</sup> et par an.

**861.** Soit le nombre de m<sup>2</sup> de capteurs solaires photovoltaïques installés sur la toiture terrasse de l'externat et participant activement à l'objectif 100% énergies propres.

**440.** En tonnes, il s'agit du poids de déchets de chantier qui ont trouvé une nouvelle vie après le chantier, en étant ensuite soit

recyclés soit valorisés. En moins de deux ans (janvier 2008-août 2009), le chantier du lycée Kyoto a généré 538 tonnes de déchets au total qui ont été quotidiennement triés par les entreprises dans onze bennes différentes, ce qui a permis de valoriser ou de recycler plus de 80% de ces déchets.

**230.** Soit le nombre d'ouvriers réunis au plus fort de la construction du lycée, à savoir dans les dernières semaines.

**11 000.** Soit le nombre d'heures consacrées à l'insertion des demandeurs d'emploi ou bénéficiaires du RMI sur le chantier Kyoto.



27

(Source lycée professionnel KYOTO)

## Annexe 4 : Les solutions techniques et leur gain

### Collectivités territoriales : Contrat de Partenariat de Performance Energétique

CPPE de La Manche (50)



#### Chiffres-clés

**38% d'économies**  
d'énergie

**58%** de CO<sub>2</sub> en moins

**15 ans d'engagement**  
de résultat

*Rénovation énergétique de 20 collèges,  
3 musées et du siège social du Conseil Général*

#### ATTENTES DE LA COLLECTIVITÉ :

- Réduire les consommations énergétiques et l'empreinte carbone
- Garantir les résultats
- Réaliser les travaux rapidement, sans gêne pour les usagers
- Améliorer le confort des usagers

#### L'UNION DE DEUX ACTEURS DE RÉFÉRENCE

Pour répondre aux attentes de la collectivité, deux acteurs de référence en éco-efficacité énergétique – EDF Optimal Solutions et Dalkia – ont constitué la société de projet Eddal EcoManche.

EDF Optimal Solutions assure la conception et la réalisation des solutions énergétiques pour les bâtiments à rénover

Dalkia assure l'exploitation et la maintenance des installations, et la fourniture de la biomasse

#### UN PROGRAMME DE TRAVAUX SUR-MESURE :

EDF Optimal Solutions a proposé une action simultanée sur les plus importants postes de dépense énergétique moyennant des solutions innovantes et des énergies renouvelables :

- Isolation des bâtiments pour éviter les déperditions d'énergie
- Chauffage des locaux avec l'énergie bois (14 chaufferies bois)
- Ventilation avec récupération d'énergie
- Eclairage à économie d'énergie
- Outils de télégestion permettant de suivre et piloter les consommations de bâtiments
- Actions de sensibilisation aux économies d'énergie (éco-gestes au quotidien) en direction des occupants des collèges (élaboré par une association spécialisée)

**FIN DES TRAVAUX : FIN JANVIER 2013**

## Annexe 5 : Opération « Sensibiliser aux économies d'énergie » dans une école.



# SENSIBILISEZ VOS ELEVES AUX ECONOMIES D'ENERGIE



EDF, en relation avec votre Mairie peut vous accompagner dans une démarche de sensibilisation aux économies d'énergie auprès de vos élèves.

### Les + de la démarche «Sensibilisez» :

- Sensibiliser vos élèves sur la consommation d'énergie de manière ludique et concrète.
- Impliquer vos élèves dans une démarche d'économie d'énergie.

## Une démarche d'économie d'énergie efficace en 3 étapes :

### 1 Préparation

Dans le cadre de la démarche «Sensibilisez»:

- EDF réalise une mesure de la consommation électrique sur votre école pendant 3 semaines.

**Cette mesure permettra d'organiser des phases éducatives avec vos élèves.**

- EDF met à disposition des supports adaptés d'exercices pour animer un cours sur l'énergie auprès de vos élèves.

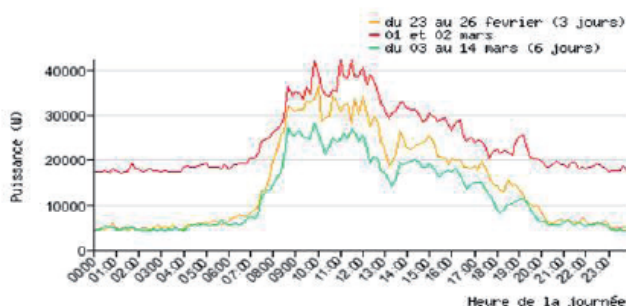


### 2 Sensibilisation

L'animation dans l'école est réalisée pendant la période de mesure (21 jours au total) selon 3 phases :

- Une période « témoin » avec une consommation normale : état des lieux de l'établissement scolaire qui reflète les habitudes de consommation du site.
- Une période « peu exemplaire » où les élèves sont incités à provoquer des consommations intensives.
- Une période « exemplaire » avec une utilisation rationnelle de l'énergie : les élèves sont sensibilisés aux éco-gestes et doivent rester vigilants.

Durée?  
**4 semaines**  
Qui participe ?  
**Les élèves et les enseignants**  
Où?  
**Dans votre école!**



### 3 Bilan

EDF remet un rapport dans lequel les données de consommation sur les différentes périodes sont comparées afin de démontrer les économies qui peuvent être générées par le changement de comportement. Ces résultats sont illustrés d'exemples et de calculs simples que vous partagerez avec vos élèves.



## Annexe 6 : Formation

### EDF Collectivités Ile-de-France forme les responsables de maintenance des collèges du Val-d'Oise

Les 28, 29 et 30 mars derniers, EDF, via sa Direction Collectivités Territoires Solidarité Ile-de-France, a proposé aux responsables de maintenance des collèges du Val-d'Oise une formation sur la Maitrise de la Demande d'Énergie.



EDF Collectivités accompagne le Conseil Général du Val-d'Oise dans sa démarche de développement durable et de Maitrise de Demande d'Énergie depuis déjà quelques années. Aussi, lorsque cette collectivité territoriale a exprimé un besoin de formation aux économies d'énergies pour ses responsables de maintenance, EDF Collectivités a naturellement répondu présent. Des formations de sensibilisation sur l'efficacité énergétique ont ainsi été dispensées fin mars. Une centaine d'agents a été formée.

Afin de mieux connaître leurs attentes, les matinées ont commencé par une présentation de chacun des participants. Cela a permis de rentrer concrètement dans le sujet par des échanges d'expériences et d'aborder les situations rencontrées par les responsables de maintenance.

La formation s'articulait autour de trois points : le contexte énergétique et la réglementation thermique ; la Maitrise de la Demande d'Énergie et les énergies renouvelables pour les bâtiments ; la sensibilisation aux éco gestes.

Enfin la matinée s'est terminée par des échanges entre les participants, les intervenants et les élus : Daniel DESSE, Vice Président en charge de l'Environnement et Marie-Christine CAVECCHI Vice Présidente, en charge de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (photos), qui ont souligné leur volonté d'accompagner le personnel des collèges du Val-d'Oise.



Les multiples échanges tout au long de la formation révèlent l'intérêt des responsables de maintenance des collèges pour la Maîtrise de la Demande d'Énergie. Ainsi sur les trois jours, 95% des participants se sont estimés satisfaits de la formation.

EDF Collectivités, grâce à son engagement auprès des collectivités d'Ile-de-France, est proche de leur problématique de MDE et de développement durable et leur apporte des réponses adaptées.

(Source EDF)



## **Annexe 7 : Petit lexique des énergies renouvelables**

Énergie fossile : Elle vient de l'exploitation de gisements souterrains (charbon, pétrole, gaz), formés au cours d'un long processus, à partir de plantes mortes qui ont mis des millions d'années à se transformer. Très nombreux sur Terre, ces gisements ne sont pas renouvelables.

Solaire thermique : L'énergie solaire est directement convertie en chaleur grâce à des capteurs solaires thermiques. Les applications principales sont le chauffe-eau solaire ainsi que le chauffage de l'habitat ou des piscines.

Solaire thermodynamique : L'électricité s'obtient à partir de l'énergie solaire convertie en chaleur. Sa concentration par des capteurs fait atteindre des températures élevées, à partir desquelles un système thermodynamique producteur d'électricité fonctionne.

Biomasse (bioénergie) : Les végétaux contiennent des éléments carbonés capables de produire de l'énergie par combustion. C'est le cas du bois, le meilleur exemple ; son impact sur l'effet de serre est nul. D'autres filières existent, comme les biocarburants et le biogaz.

Biocarburants : Ils sont obtenus à partir d'une matière première végétale. Canne à sucre, betterave, blé, maïs ou pomme de terre pour l'éthanol ; colza, tournesol ou soja pour les huiles végétales.

Biogaz : Il résulte d'une transformation anaérobie des déchets végétaux, animaux ou urbains. Cette source d'énergie limite l'effet de serre et fait réaliser une économie d'émission de gaz à effet de serre.

Énergie hydraulique : Le mouvement de l'eau transporte de l'énergie, grâce à la vitesse et l'énergie potentielle liée au dénivelé. Ces deux formes d'énergies peuvent être converties en énergie mécanique, par le biais de roues (moulins à eau), d'écluses ou de barrages.

Géothermie : C'est l'exploitation de la chaleur stockée dans le sous-sol, la terre, des nappes d'eau ou encore dans des roches profondes.

Pompe à chaleur géothermale : Suivant le même principe qu'un réfrigérateur, une pompe à chaleur produit de la chaleur à haute température si elle dispose d'une source de chaleur « gratuite », à basse température, ici dans le sous-sol.

Solaire photovoltaïque : L'énergie solaire se transforme directement en électricité grâce à l'effet photovoltaïque.

Énergie éolienne : L'énergie cinétique contenue dans le vent se convertit en force motrice (voilier), en énergie mécanique (pompage de l'eau) ou en électricité. L'éolienne est comme un ventilateur qui fonctionnerait à l'envers.

Extrait de Francis MEUNIER, Les Énergies renouvelables, éd. Le Cavalier bleu, coll. Idées reçues



Nous remercions vivement les participants occasionnels à notre groupe de travail dont vous trouverez ci-joint les identités électroniques :

[fabrice.bicego@conergy.fr](mailto:fabrice.bicego@conergy.fr)

[c.boudra@conergy.fr](mailto:c.boudra@conergy.fr)

[alain.zenou@ac-poitiers.fr](mailto:alain.zenou@ac-poitiers.fr)

[gest.00330081j@ac-bordeaux.fr](mailto:gest.00330081j@ac-bordeaux.fr)

[b.milland@cg33.fr](mailto:b.milland@cg33.fr)

[philippe.laperna@aquitaine.fr](mailto:philippe.laperna@aquitaine.fr)

[serge.aguilera@education.gouv.fr](mailto:serge.aguilera@education.gouv.fr)

[jean-francois.lampin@ac.dijon.fr](mailto:jean-francois.lampin@ac.dijon.fr)

[sace.conseil@ac-lyon.fr](mailto:sace.conseil@ac-lyon.fr)

[jean-claude.bonnevie@finances.gouv.fr](mailto:jean-claude.bonnevie@finances.gouv.fr)

[fernand.kremer@wanadoo.fr](mailto:fernand.kremer@wanadoo.fr)

[mathieu.hourcq@education.gouv.fr](mailto:mathieu.hourcq@education.gouv.fr)

[philippe.GAZEILLES@education.gouv.fr](mailto:philippe.GAZEILLES@education.gouv.fr)

[sylvie.mouler@edf.fr](mailto:sylvie.mouler@edf.fr)

[christine.COCHE@ac-bordeaux.fr](mailto:christine.COCHE@ac-bordeaux.fr)

[thierry.chevillard@edf.fr](mailto:thierry.chevillard@edf.fr)

[veronique.BODILIS@ac-dijon.fr](mailto:veronique.BODILIS@ac-dijon.fr),

# TABLE DES MATIERES

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 - ENJEUX DU DEVELOPPEMENT DURABLE, OBJECTIFS ENERGETIQUES .....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1- Contexte .....  | 1         |
| 1.2 - Développement durable et perspectives énergétiques .....   | 3         |
| 1.2.1 - Situation énergétique.....   | 3         |
| <b>2 – CULTURE TECHNIQUE MINIMALE A MAITRISER SUR CES ENJEUX ET OBJECTIFS.....</b>   | <b>5</b>  |
| 2.1 - Définitions .....  | 5         |
| 2.2 - L'efficacité énergétique (« Vers un bâtiment durable : les équipements et solutions d'efficacité énergétique, FIEEC »).....                        | 6         |
| <b>3 - LE DIAGNOSTIC DE PERFORMANCE ENERGETIQUE (« VERS UN BATIMENT DURABLE : LES EQUIPEMENTS ET SOLUTIONS D'EFFICACITE ENERGETIQUE - FIEEC ») .....</b> | <b>9</b>  |
| 3.1 - Le descriptif.....   | 9         |
| 3.2 Les étiquettes.....  | 9         |
| 3.3 - Les recommandations.....   | 10        |
| 3.4 - Modèles de diagnostic.....   | 10        |
| 3.5 - L'audit énergétique.....   | 10        |
| <b>4 - LES SOLUTIONS TECHNIQUES ET LEUR GAIN (« VERS UN BATIMENT DURABLE : LES EQUIPEMENTS ET SOLUTIONS D'EFFICACITE ENERGETIQUE, FIEEC ») .....</b>     | <b>11</b> |
| FICHE 1 – MESURE DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE .....   | 11        |
| 1 – PRESENTATION ET MISE EN ŒUVRE DE LA SOLUTION.....  | 11        |
| 2 – EXEMPLE D'APPLICATION (BATIMENT INDUSTRIEL).....   | 11        |
| 3 – GAINS POTENTIELS.....  | 11        |
| FICHE 2 – ETANCHEITE DU BÂTI.....  | 12        |
| 1 – BONNES PRATIQUES RESIDENTIELLES.....   | 12        |
| 2 – PRESENTATION ET MISE EN ŒUVRE DE LA SOLUTION.....  | 12        |
| 3 – EXEMPLE D'APPLICATION.....   | 13        |
| FICHE 3 – ÉCLAIRAGE .....  | 14        |
| 1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES : L'ÉCLAIRAGE.....   | 14        |
| 2 – SYSTEMES D'ECLAIRAGE TERTIAIRE.....  | 15        |
| FICHE 4 – LES SYSTEMES D'ECLAIRAGE DE SECURITE .....   | 19        |
| 1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES ; L'ECLAIRAGE DE SECURITE.....   | 19        |
| 2 – SYSTEME D'ECLAIRAGE DE SECURITE.....   | 19        |
| 2.3 – Certification.....   | 21        |
| – Certificats d'économie d'énergie (CEE).....  | 21        |
| FICHE 5 – CHAUFFAGE.....   | 22        |
| 1 – BONNE PRATIQUE TERTIAIRE : LE CHAUFFAGE.....   | 22        |
| 2 – CHAUDIERE (GAZ/FIOUL) A CONDENSATION.....  | 22        |
| 3 – CHAUDIERE (GAZ/FIOUL) BASSE TEMPERATURE.....   | 24        |
| 4 – Chauffage biomasse (Bois).....   | 24        |
| FICHE 6 – EAU CHAUDE SANITAIRE .....   | 27        |
| 1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES : L'EAU CHAUDE SANITAIRE TERTIAIRE.....  | 27        |
| 2 – CHAUFFE-EAU THERMODYNAMIQUE AUTONOME.....  | 27        |
| 3 – CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL (CESI) ET EAU CHAUDE COLLECTIVE... ..   | 28        |
| FICHE 7 – SOLUTIONS REVERSIBLES (CHAUFFAGE/CONFORT D'ETE) .....  | 30        |
| 1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES : LES SOLUTIONS REVERSIBLES.....   | 30        |
| 2 – POMPE A CHALEUR AEROTHERMIQUE.....   | 30        |
| 3 – POMPE A CHALEUR GEOTHERMIQUE.....  | 31        |
| FICHE 8 – SOLUTIONS CENTRALISEES DE CLIMATISATION.....   | 33        |
| 1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES : LES SOLUTIONS CENTRALISEES DE CLIMATISATION.....   | 33        |
| 2 – SYSTEME CENTRALISE DE CLIMATISATION.....   | 33        |

|  |           |
|--|-----------|
| FICHE 9 – VENTILATION .....  | 35        |
| 1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES : LA VENTILATION .....   | 35        |
| 2 – VENTILATION MODULEE .....  | 35        |
| 3 – CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR (CTA).....  | 36        |
| 4 – RECUPERATION DE CHALEUR SUR CTA .....  | 37        |
| FICHE 10 – GESTION DU BÂTIMENT.....  | 38        |
| 1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES : LA GESTION DU BATIMENT.....  | 38        |
| 2 – REGULATION ET GESTION TECHNIQUE DU BATIMENT ; .....  | 38        |
| 3 – GESTION DES PROTECTIONS SOLAIRES.....  | 40        |
| FICHE 11 – PRODUCTION D'ELECTRICITE RENOUVELABLE.....  | 42        |
| 1 – BONNES PRATIQUES TERTIAIRES: PRODUCTION D'ENERGIE RENOUVELABLE.....  | 42        |
| .....  | 42        |
| 2 – PANNEAUX SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES.....   | 42        |
| 3 – EOLIENNES.....   | 43        |
| <b>5 - CONTEXTE REGLEMENTAIRE .....</b>  | <b>45</b> |
| 5.1 - Les exigences européennes.....   | 45        |
| 5.1.1 - Les exigences nationales .....   | 45        |
| 5.2 - Conséquences pour les établissements scolaires .....   | 45        |
| 5.2.1 - Les responsabilités nouvelles des différentes parties prenantes .....  | 45        |
| 5.2.2 - Les établissements du secondaire.....  | 47        |
| Electricité : .....  | 49        |
| Exemples d'actions d'économie et d'optimisation consommation électrique : .....  | 49        |
| Eclairage : .....  | 49        |
| Matériel de cuisine : .....  | 49        |
| Equipement informatique et atelier : .....   | 49        |
| Les moteurs auxiliaires : .....  | 49        |
| Chauffage : .....  | 49        |
| Les centrales de traitement d'air : .....  | 49        |
| La production ECS : .....  | 49        |
| 5.2.3. - Le pilotage et ses évolutions .....   | 50        |
| 5.2.4. – La formation des personnels.....  | 50        |
| <b>ANNEXES.....</b>  | <b>51</b> |
| Annexe 1 : La norme NF EN 16001- ISO 50001 « Systèmes de management de l'énergie ».....                                      | 51        |
| Annexe 2 : L'adaptation des formations.....  | 53        |
| Annexe 3 : Etablissements impliqués dans une démarche développement durable et amélioration de l'efficacité énergétique..... | 54        |
| Annexe 4 : Les solutions techniques et leur gain.....  | 60        |
| Annexe 5 : Opération « Sensibiliser aux économies d'énergie » dans une école.....  | 61        |
| Annexe 6 : Formation .....   | 62        |
| (Source EDF) .....   | 62        |
| Annexe 7 : Petit lexique des énergies renouvelables .....  | 63        |
| Annexe 8 : composition du groupe d'étude de marché «équipement de bureau, enseignement et formation » (GEM/EF).....          | 64        |