



Intelligent Energy  Europe

**FORMATION SUR LA MAITRISE DE L'ENERGIE
DANS LE PATRIMOINE DES COLLECTIVITES TERRITORIALES**

RÉALISÉ PAR :



TRADUCTION : DOMINIQUE FOURTUNE - ADEME

A D E M E



Avril 2006

INTRODUCTION

Dans le but de mettre en place le poste de gestionnaire local d'énergie, ce document est destiné à fournir aux partenaires les concepts adaptés, leur permettant d'assurer la formation de ces gestionnaires dans leur champ d'intervention.

La structure du cours est basée sur 5 chapitres :

- **Politiques énergétiques** – Faire un tour d'horizon des stratégies nationales et internationales ainsi que des législations sur l'énergie, l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables, le changement climatique, etc.
- **Gestion des données** – Donner un savoir sur la création de bases de données comme point de départ de la gestion opérationnelle de l'énergie
- **Diagnostic énergétique** – Fournir une information adaptée pour la réalisation d'audits et de diagnostics, permettant d'avoir une connaissance détaillée des consommations d'énergie et des actions possibles d'économie
- **Actions** – Décrire les actions principales à mettre en oeuvre pour améliorer l'efficacité énergétique et utiliser les énergies renouvelables
- **Outils économiques** – Fournir les connaissances permettant l'évaluation économique des actions d'utilisation rationnelle de l'énergie et d'efficacité énergétique

Les chapitres décrits ci-dessus constituent une démarche pour développer une connaissance sur les principales étapes de la mise en place d'un système d'information sur l'énergie.

Chaque chapitre est divisé en trois sections :

- Objectifs principaux
- Contenu
- Sujets

Pour chaque chapitre, une séquence de temps est donnée, afin de diviser le cours en heures complètes. Le tableau suivant présente les 18 heures de formation :

Chapitre		Heures
Politiques énergétiques	1 – Politiques européennes	1
	2 – Politique française	1
Gestion des données	1 – Base de données sur l'énergie	3
	2 – Feuille de calcul pour la base de données	2
Diagnostic énergie	1 – Introduction	1
	2 – Méthodologie – collecte des données	2
	3 – Méthodologie – module de calculs	1
	4 – Outils pour les diagnostics énergétiques	1
Actions	1 – Sur les bâtiments	1
	2 – Sur les équipements	1
	3 – Production de chaleur et d'électricité	1
Outils économiques	1 – Analyse économique	1
	2 – Indicateurs économiques	1

CHAPITRE POLITIQUES ENERGETIQUES		N° 1
POLITIQUES EUROPÉENNES		DURÉE 1 H
OBJECTIFS PRINCIPAUX	CONTENU	
<ul style="list-style-type: none"> • Donner une vue d'ensemble sur la législation européenne qui concerne la gestion de l'énergie • Approfondir le sujet du changement climatique en relation avec les stratégies d'efficacité énergétique • Présenter la législation annexe nécessaire au savoir-faire des gestionnaires d'énergie responsables des bâtiments publics 	<ul style="list-style-type: none"> • Directives 2003/54/EC et 2003/55/EC sur les règles communes du marché intérieur de l'énergie, élargissant la Directive 96/92/EC • Le protocole de Kyoto et la Directive 2003/87/EC sur le marché des permis d'émission • La Directive 2001/77/CE qui traite de la production d'électricité par énergies renouvelables • La Directive 2002/91/CE sur la performance énergétique des bâtiments • La Directive 2004/8/EC sur la promotion de la cogénération • Les Directives 2004/17/CE – 2004/18/CE sur les actions d'achats publics « verts » 	

Les Directives 2003/54/EC et 2003/55/EC sur les règles communes du marché intérieur de l'énergie, élargissant la Directive 96/92/EC

Brève description de l'organisation prévue du marché libéralisée

- Explication de vocabulaire
- Commentaires : séparation de l'activité de transport/distribution dans les marchés du gaz et de l'électricité

Le protocole de Kyoto et la Directive 2003/87/EC sur le marché des permis d'émission

- obligations prévues et calendrier de réalisation
- objectifs mondiaux d'économie d'énergie aux niveaux européens et nationaux
- présentation de l'organisation du marché et des instruments économiques disponibles (ET, JI, CDM)
- Liste des secteurs industriels concernés (description de quelques industries)
- Brèves descriptions des procédures à suivre » pour atteindre les objectifs de la directive
- Etat membre de l'union et obligations des entreprises
- Plans nationaux d'allocations des quotas, certification des émissions, base de données des émissions
- Commentaires : promotion de l'efficacité énergétique comme un moyen clef d'atteindre les objectifs des entreprises

La Directive 2001/77/CE qui traite de la production d'électricité par énergies renouvelables

- Objectifs prévus pour la promotion des sources des énergies renouvelables dans l'union européenne
- Liste des SER et des technologies associées
- Approfondissement du sujet de la promotion des SER par les subventions
- Approfondissement des sujets des certificats verts et des achats d'électricité verte

La Directive 2002/91/CE sur la performance énergétique des bâtiments

- Introduction : certification de la performance énergétique des bâtiments
- Définition de l'efficacité énergétique d'un bâtiment
- Méthodologie pour le calcul de cette efficacité
- Recommandation pour l'amélioration d'efficacité énergétique des bâtiments (analyse, coûts, bénéfices)
- Certificat de performance énergétique

La Directive 2004/8/EC sur la promotion de la cogénération

- Obligation prévue et durée de réalisation
- Définition de l'efficacité de référence de la cogénération
- Analyse du potentiel diffusion de la cogénération
- Economie d'énergie primaire

Les Directives 2004/17/CE – 2004/18/CE sur les actions d'achats publics « verts »

Publication de la commission européenne "*Buying green. A handbook on environmental public procurement*": un instrument pour la promotion d'efficacité énergétique des bâtiments publics.

CHAPITRE POLITIQUES ENERGETIQUES		N° 2
POLITIQUE FRANCAISE		DUREE 1 H
OBJECTIFS PRINCIPAUX	CONTENU	
<ul style="list-style-type: none"> Donner un point de vue complet sur les principes de régulation national du secteur énergétique particulièrement en ce qui concerne les bâtiments. Une assistance particulière sera mise sur la transposition nationale des directives européennes concernant l'efficacité énergétique. 	Description des principes d'organisation nationale du secteur énergétique : <ul style="list-style-type: none"> Efficacité énergétique Gestion de l'énergie Promotion des SER 	

SUJETS

- Présentation générale secteur énergétique : fourniture d'énergie, production, consommation, disponibilité des sources d'énergies et des réserves, intensité énergétique

Marché de l'énergie

- Description détaillée des mécanismes nationaux de marché
- Acteurs responsables de l'organisation de l'administration et de la supervision des marchés du gaz et de l'électricité
- Discussion sur les incidences commerciales liées à la fourniture d'énergie aux clients finaux

Energie Thermique

- Principe de contrôle des observations de maintenance des équipements de production de chaleur pour le chauffage et la climatisation, l'eau chaude sanitaire
- Définition du vocabulaire technique requis (efficacité, puissance, énergie primaire, consommation)
- Discussion sur la méthodologie à utiliser pour définir et vérifier les conditions thermiques optimales dans les bâtiments publics
- Brèves descriptions des principales technologies utilisées pour : l'économie d'énergie, l'efficacité énergétique et l'amélioration du confort thermique dans les bâtiments.
- Etude de cas de la gestion thermique des bâtiments publics, en relation avec la législation nationale

Electricité

- Régulation du marché français d'électricité
- Description de la situation nationale : production consommation, puissance appelée
- Brèves descriptions des différents types de centrales de production française (cycle thermo - dynamique, efficacité en énergie primaire)
- Etude de cas sur les aspects critiques de la gestion d'électricité dans les bâtiments publics, en relation avec la législation nationale

Economie d'énergie – efficacité énergétique – sources d'énergie renouvelable

- Programmes nationaux pour la promotion de l'économie d'énergie et de l'efficacité énergétique
- Discussion sur les subventions et aides au public (subventions aux énergies renouvelables, crédits d'impôts,...)

Bâtiments

- Présentation des réglementations concernant l'énergie dans les bâtiments
- Analyse des méthodes de calcul de l'efficacité énergétique des bâtiments
- Introduction au concept de bâtiment solaire passif
- Discussion sur les éléments clefs et solution techniques qui déterminent l'efficacité énergétique (chaleur et électricité) des bâtiments

CHAPITRE – GESTION DES DONNES		N° 1
BASE DE DONNEES SUR L'ENERGIE		DUREE 3 H
PRINCIPAUX OBJECTIFS	CONTENU	
<ul style="list-style-type: none"> • Fournir la connaissance nécessaire à la création de base de données de gestion d'énergie. • Décrire comment identifier et stocker les données pour les bâtiments publics. • Fournir des exemples adaptés de base de données d'énergie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Principe de conception des bases de données sur l'énergie. • Description adaptée des bâtiments publics pour l'élaboration de la base de données énergétique. • Description des principales informations à inclure dans la base de données, plus particulièrement les indicateurs énergétiques. • Structure et organisation de la base de données. • Analyse de la base de données et détermination des indicateurs de performances des bâtiments publics. • Principaux enseignements à tirer de l'analyse de la base de données. • Définition des seuils de performances des bâtiments publics. 	

SUJETS

Principe de conception des bases de données sur l'énergie

(La première étape optionnelle de la formation pourrait être une courte discussion sur l'utilité d'une base de données expliquant pourquoi elle est utile ; exemple simple peuvent être utilisés à la compréhension générale)

Le travail simple de collecte de données sur l'énergie (direct ou indirecte, mesurée ou déduites) n'est pas suffisant pour évaluer la performance énergétique des bâtiments publics, une bonne base de données énergétique doit être basée sur une feuille de calcul pour traiter les données.

Une base de données énergétique, contenant un historique des consommations et les caractéristiques des bâtiments permet au responsable - gestionnaire de prendre des décisions, de mettre en place un système de contrôle des consommations d'énergies, il y aurait la gestion des bâtiments publics et de créer des indicateurs de référence de qualité.

Un des principaux objectifs d'une base de données énergétique est d'améliorer l'efficacité énergétique et d'assurer une bonne maintenance.

Description adaptée des bâtiments publics pour l'élaboration de la base de données énergétique

L'inventaire général des bâtiments gérés est nécessaire pour choisir les données collectées ; il est possible d'étendre le système de surveillance et de mesure à tous les bâtiments publics ou à seulement une partie.

La deuxième étape de cette procédure initiale est l'identification des sources d'informations existantes dans lesquelles les données utiles à l'énergie peuvent être trouvées (par exemple recherche dans la comptabilité publique)

Description des principales informations à inclure dans la base de données, plus particulièrement les indicateurs énergétiques.

Liste de toutes les informations nécessaires pour construire le projet de base de données énergétique ; il n'est pas suffisant de collecter des valeurs unitaires concernant telle ou telle situation ou bâtiments : le processus de collecte des informations doit être entendu dans le temps et doit inclure tous les bâtiments concernés. Il est important de prendre en compte que les gestionnaires de bâtiments publics ont l'habitude de traiter un nombre limité d'informations, dont ils ont connaissance dans leur processus de management.

Exemples

Les informations nécessaires peuvent être principalement divisées en 3 catégories :

1. Données relatives à la forme du bâtiment : ces données permettent le calcul des surfaces et volumes chauffés d'un bâtiment ; il est aussi recommandé d'estimer les surfaces des vitrages
 - Volume total du bâtiment
 - Périmètre et hauteur du bâtiment
 - Surface de toit
 - Surface chauffée
 - Surface extérieur du bâtiment
 - Surface des fenêtres
 - ratio surface/volume
2. Données relatives aux consommations réelles d'énergie et aux équipements de production d'énergie inclus dans les bâtiments. Les données concernant les chaudières (efficacité, puissance) sont fournis par les fabricants. Les données concernant la consommation d'énergie doit être fournies par l'économe/gestionnaire.

- Type de combustible
 - Chaudière : puissance, rendement,
 - Consommation réelle des années précédentes
3. Données relatives aux propriétés physiques des matériaux. Ces données peuvent être partiellement fournies par le gestionnaire. L'information manquante peut être obtenue grâce à une visite.
- Coefficient U des murs
 - Coefficient U du toit
 - Coefficient U du plancher
 - Coefficient U des fenêtres
4. Conditions d'utilisation et d'occupation du bâtiment
- nombre et type d'utilisateurs des bâtiments ou installations
 - leur activité
 - les périodes d'utilisation

On précisera aussi, pour chaque période temporelle définie en fonction de l'intermittence de l'utilisation, l'ensemble des besoins énergétiques : les températures de chauffage et de climatisation, les débits de ventilation, les besoins en eau chaude et les niveaux d'éclairage.

Structure et organisation de la base de données

La structure de la base de données peut être simple et facile d'utilisation ou au contraire plus détaillée. Le principal aspect à considérer dans la conception d'une base de données doit être la facilité de gestion des données.

Analyse de la base de données et détermination des indicateurs de performances des bâtiments publics

Quand toutes les données sont récupérées, mesurées, et calculées, et quand la base de données a été créée, l'étape suivante est d'analyser et d'évaluer les caractéristiques des bâtiments publics (signature énergétique). Dans une seconde étape, les principaux indicateurs et ratios d'énergie peuvent être utilisés pour comparer les bâtiments. Il est également possible d'élaborer des indicateurs et ratios spécifiques.

Exemples

consommation totale de chaleur du bâtiment
 Consommation spécifique du bâtiment pour tel et tel usage

Principaux enseignements à tirer de l'analyse de la base de données

L'opération finale est l'évaluation et la comparaison complète de tous les bâtiments gérés par le gestionnaire suivi par la détermination des principes de bonne maintenance des bâtiments et équipements.

Définition des seuils de performances des bâtiments publics

A partir d'indicateurs calculés d'efficacité énergétique, le gestionnaire peut construire un tableau de bord comparatif qui sera utilisé pour identifier quels bâtiments devront être prioritairement l'objet d'actions d'amélioration.

CHAPITRE GESTION DES DONNEES		N° 2
FEUILLE DE CALCUL POUR UNE BASE DE DONNEES	DUREE	2 H
PRINCIPAUX OBJECTIFS <ul style="list-style-type: none"> • Fournir une description complète d'une feuille de calcul sur les bases de données de consommation d'énergie. • Favoriser la compréhension d'une base de données sur l'énergie à partir de quelques exemples. 	CONTENU <ul style="list-style-type: none"> • Structuration de la feuille de calcul nécessaire à la construction d'un diagnostic énergétique. • Montrer un exemple de feuille de calcul dans le but de présenter sa structure générale et comment les indicateurs sont calculés. 	

SUJETS

Structuration de la feuille de calcul nécessaire à la construction d'un diagnostic énergétique.

La première étape pour créer une base de données sur l'énergie est de fixer sa structure et son mode de saisie des valeurs. Ces bases de données utilisent en général une structure à plusieurs niveaux dans laquelle chaque table contient des données mesurées ou les paramètres et les ratios.

Les index suivants peuvent être utilisés comme guide pour construire des tables plus détaillées:

Table 1

Entrées

Généralités descriptives du bâtiment (localisation, utilisation, âge)

Table 2

Entrées

Données concernant le climat, le volume (net et brut), la surface (nette et brute), l'irradiation solaire ($\text{kWh}/\text{m}^2 \text{ an}$), la température extérieure/intérieure, etc....

Table 3

Entrées

Données concernant les matériaux de construction du bâtiment (fenêtre, porte, toit, etc.) – coefficient U ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ K}^\circ$)

Table 4

Entrées

Données sur les systèmes thermiques (information sur les chaudières) type de combustible, nombre de chaudières, quantité de combustible, consommation de chaleur (kWh/m^3), puissance totale installées (kW), rendement énergétique ($\eta\%$), période de chauffe (jour), etc.

Table 5

Entrées

Données concernant la consommation d'électricité ($\text{kWh}_e/\text{m}^2 \text{ a}$) et autres indicateurs spécifiques pour les autres énergies

Sorties

Résultats des calculs des données globales : consommation spécifique d'énergie (kWh_t/m^2 et kWh_e/m^2) calculés à partir des données de consommation réelle et d'un modèle simple de calcul.

Table 7

Sorties

Analyse et comparaison pour chaque bâtiment des données mesurées avec les données standard ; ces analyses comporteront aussi des indicateurs financiers :

- Les informations devraient être présentées d'une manière Claire et simple (insérer un commentaire d'explication dans chaque table pour présenter les indicateurs et les valeurs.
- Les tables présentant les résultats doivent être séparées des tables présentant les données d'entrée
- Tout au long des résultats les valeurs numériques et logiques peuvent être utilisées.

Après une présentation générale, au cours de laquelle la structure de la base de données a été décrites, une brève expérience pratique peut être menée pour approfondir la compréhension par

les participants, ainsi la collecte des données, la structure de la table ainsi que la gestion des données pourront être mis en pratique.

La liste suivante contient quelques suggestions pour la création d'un exercice :

- Présenter une base de données brute et faire tout commentaire sur celle-ci,
- Fournir une base de données désassemblée et demander de la reconstruire,
- Donner quelques informations énergétiques sur un bâtiment et demander de les intégrer à la base de données.
- Simuler quelques bâtiments réels et construire, avec la contribution des participants, une base de données simple.

CHAPITRE DIAGNOSTIC ENERGIE DES BATIMENTS PUBLICS		N° 1
INTRODUCTION		DUREE 1 H
PRINCIPAUX OBJECTIFS	CONTENU	
<ul style="list-style-type: none"> • Donner une définition Claire du diagnostic énergétique. • Expliquer le but d'un diagnostic énergétique. • Adapter le diagnostic à différents bâtiments publics. 	<ul style="list-style-type: none"> • Définition et objectifs d'un diagnostic énergétique • Diagnostic énergétique dans différents bâtiments publics 	

SUJETS

Définition et objectifs d'un diagnostic énergétique :

- Définir à quoi sert un audit énergétique.
- Décrire brièvement comment réaliser ce diagnostic.
- Présenter la relation entre la base de données et le diagnostic énergie.

Exemple :

Le but du diagnostic énergie est de collecter l'information sur les besoins énergétiques et la consommation d'une série de bâtiments liés entre eux au point de vue énergie, puis d'identifier une série d'actions d'efficacité énergétique possible pour chacun de ces bâtiments. Sur la base d'une analyse détaillée du comportement du bâtiment, et de sa consommation réelle d'énergie, qui a été au préalable mesurée et saisie dans la base de données, des combinaisons à coût optimale d'actions d'URE et de SER sont présentées dans le but d'atteindre une économie maximale au plus faible coût.

Diagnostic énergétique dans différents bâtiments publics

- Présenter l'influence du type de bâtiment sur la consommation d'énergie.
- Décrire les différents types de bâtiments publics.

Exemple pour une école

Principales caractéristiques :

En général fermée l'été et ouverte pour une partie limitée de la journée.

Consommation d'énergie importante pour l'éclairage.

Actions possibles:

Un pilotage précis de la chaudière peut amener des économies très importantes

L'isolation des murs est recommandée par le facteur d'intermittence important de la chaudière

Des systèmes d'éclairages à haute efficacité peuvent apporter d'importantes économies.

Exemple d'un gymnase

Principales caractéristiques :

Une bonne qualité de l'air intérieure nécessite un renouvellement d'air important

Consommation d'eau chaude sanitaire très élevée

Actions possibles:

Système de ventilation à haute efficacité

Production d'eau chaude solaire

Exemple de bureau

Principales caractéristiques :

La climatisation est utilisée de plus en plus fréquemment

Les consommations sont très importantes pour l'éclairage et la bureautique

Le niveau de confort doit être élevé

Actions possibles:

L'utilisation de technologies des matériels à haute efficacité peut diminuer la consommation de combustible jusqu'à 40 % et diminuer les valeurs d'électricité jusqu'à 30 %.

CHAPITRE DIAGNOSTIC ENERGIE DES BATIMENTS PUBLICS		N° 2
METHODOLOGIE ET COLLECTE DES DONNEES	DUREE	2 H
PRINCIPAUX OBJECTIFS <ul style="list-style-type: none"> • Définir quelles données doivent être collectées pour réaliser un diagnostic énergie. • Donner des conseils sur la collecte des données 	CONTENU <ul style="list-style-type: none"> • Données concernant l'énergie thermique • Données concernant l'énergie électrique • Conseils 	

SUJETS

Description des informations nécessaires pour la réalisation d'un diagnostic, incluant les indicateurs d'énergie.

Données concernant l'énergie thermique

Exemple

- Emplacement du bâtiment, données climatiques (nombre de degrés-jours, température ambiante moyenne mensuelle, température minimum d'usage, rayonnement solaire)
- Age du bâtiment, année de construction
- Type de bâtiments (bureaux, bâtiments sportifs et scolaires, etc.)
- Nombre de bâtiments
- Nombre d'habitants
- Implantation du bâtiment et ombre portée par le voisinage (autres bâtiments, arbres etc.)
- Plans du bâtiment, plan de masse, plan en coupe du bâtiment, vues des façades).
- Propriétés géométriques:
 1. Surface au sol, surface chauffée, surface de toit, surface de plancher
 2. Volume total
 3. Pente du toit
 4. Hauteur du bâtiment,
 5. Surface extérieure des murs et des fenêtres
- Propriétés thermiques des composants du bâtiment
 1. Coefficient U des éléments extérieurs (murs, plancher bas, toiture)
 2. Capacité thermique des composants du bâtiment
 3. Propriété thermique des composants transparents du bâtiment (coefficients U et g des vitrages)
- Système de ventilation
 1. Taux de renouvellement d'air, type de ventilation, récupération de chaleur,
 2. Puissance des ventilateurs du système de ventilation,
 3. Durée quotidienne d'utilisation de la ventilation (tenir compte des différences saisonnières),
 4. Mesures ponctuelles des consommations d'électricité du système de ventilation (utiliser des appareils de mesures courant-tension sur les câbles d'alimentation électriques du système de ventilation)
- Chaudières et schémas des systèmes de production –distribution des chaleur et froid

Données concernant les chaudières

1. Température intérieure de chauffage, température de fonctionnement nominale de la chaudière
2. Type de système de distribution de chaleur (radiateurs, plancher chauffant, etc.)
3. Système de contrôle commande des chaudières (zonage et intermittence)

Données concernant la production de chaleur

1. Production centralisée/décentralisée
2. Type de génération de chaleur
3. Mode de chauffage de l'eau chaude sanitaire (ECS) (si un chauffe-eau électrique est utilisé, voir les analyses de consommation électrique)
4. Rendement de la production de chaleur (moyen, moyen pour production d'ECS)
5. Systèmes de régulation de la production de chaleur (selon températures ambiantes, coupures de nuit, etc.)

6. Données techniques sur les composants de la production de chaleur (pompes, échangeurs, etc.)

Données concernant la production de froid

- Type de climatisation (système centralisé ou réparti)
 1. Période d'utilisation dans l'année
 2. Durée et période quotidiennes d'utilisation
 3. Puissance nominale de chaque unité de climatisation
- Mesures ponctuelles de consommation d'électricité des systèmes de climatisation (si le système est centralisé, utiliser des appareils de mesures courant-tension sur les câbles d'alimentation électriques, sinon utiliser des appareils de mesure de la consommation placés directement sur l'alimentation de l'appareil)

Données concernant les sources de chaleur intérieures (voir paragraphe suivant au sujet de la collecte des données de consommation d'électricité)

Données concernant l'énergie électrique

Exemples

Données concernant les systèmes d'éclairage pour chaque espace qui peut être identifié avec un usage différent ou un nombre d'heure d'utilisation différent

- Type de support (lampe de table, lampe posée au sol, fixée au mur, suspendue) et estimation de l'efficacité du luminaire
- Type de source (incandescence, fluorescent linéaire, fluorescent compact, halogène, mercure haute pression, sodium haute pression, sodium basse pression, iodures métalliques)
- Nombre de lampes pour chaque luminaire et puissance requise pour chaque lampe (W)
- Type de ballast et puissance nécessaire (W)
- Nombre d'heure d'utilisation dans la journée et la semaine en prenant en compte les variations saisonnières,
- Chaque luminaire est-il commandé par un interrupteur ?
- Le système d'éclairage est-il doté d'un système de contrôle (capteur de présence, système de variation ?
- Mesures des niveaux d'éclairage fourni par le système d'éclairage avec et sans pénétration de la lumière naturelle (utiliser un Luxmètre)
- Mesures ponctuelles de consommation d'électricité du système d'éclairage (utiliser des appareils de mesures courant-tension sur les câbles d'alimentation électriques du système d'éclairage)
- Année de dernier remplacement du système d'éclairage

Données concernant la production d'eau chaude sanitaire

- Modèle, capacité (L), puissance (W)
- Nombre d'heure pendant lequel l'appareil est en marche même s'il ne consomme pas en permanence (1 heure, toute la journée, etc.)
- Un programmateur est-il installé ?
- Mesures ponctuelles de la consommation électrique de l'appareil (si possible utiliser des appareils de mesures courant-tension sur les câbles d'alimentation électriques, sinon utiliser des appareils de mesure de la consommation placés directement sur l'alimentation de l'appareil)

Données concernant la bureautique

- Type d'équipement (ordinateur, imprimante, fax, modem)
- Modèle et nombre d'unité installée
- Puissance en fonctionnement normal (W)
- Puissance en mode veille (W)
- Puissance en mode éteint (W)
- Nombre d'heure d'utilisation en mode normal et veille pour chaque jour de la semaine (prendre en compte les périodes spécifiques de l'année pendant lesquelles l'utilisation peut être différente – congés)
- Mesures ponctuelles de consommation d'électricité de chaque appareil (utiliser des mesureurs placés directement entre l'alimentation et l'appareil ; mesurer la consommation au moins deux fois par jour, en début et fin de journée ; une mesure d'une semaine est souhaitable)

Données concernant les lave linge

- modèle
- Capacité
- Consommation fournie par l'étiquette
- L'appareil est-il branché à une production d'eau chaude séparée ?
- Nombre de cycle par semaine pour les différents cycles de lavage (préciser le nombre de lavage pour chaque température et prendre en compte les variations saisonnières)
- Mesures ponctuelles de consommation d'électricité de l'appareil (utiliser des mesureurs placés directement entre l'alimentation et l'appareil ; faire au moins une mesure pour les cycles de lavage standard)

Données concernant les lave vaisselle

- modèle
- Capacité
- Consommation fournie par l'étiquette
- L'appareil est-il branché à une production d'eau chaude séparée ?
- Nombre de cycle par semaine pour les différents cycles de lavage (préciser le nombre de lavage pour chaque température et prendre en compte les variations saisonnières)
- Mesures ponctuelles de consommation d'électricité de l'appareil (utiliser des mesureurs placés directement entre l'alimentation et l'appareil ; faire au moins une mesure pour les cycles de lavage standard)

Autres appareils

- Type d'appareil (moteurs, appareils ménagers, etc.)
- Puissance électrique nécessaire
- Nombre d'heures d'utilisation chaque jour de la semaine (sans oublier les périodes de l'année particulières)
- Mesures ponctuelles de consommation d'électricité de l'appareil (utiliser des mesureurs placés directement entre l'alimentation et l'appareil ; faire au moins une mesure)

Conseils

Donner des conseils généraux pour la bonne collecte de données

Exemples

Si le diagnostic doit être réalisé dans un bâtiment d'habitation, la collaboration avec les occupants doit être bien préparée. Un questionnaire puis des mesures à l'intérieur des maisons peuvent être des bonnes étapes pour réaliser un bon diagnostic énergie en secteur domestique.

Pour caler le modèle de comportement énergétique d'un bâtiment et pour évaluer l'intérêt coût-bénéfice de possibles actions, il est impératif de collecter les données réelles de consommation et de tarif à partir des factures d'énergie, pour au moins l'année précédente.

Si les factures ne sont pas fournies mensuellement ou si la consommation n'est pas toujours mesurées à des dates fixes dans l'année, il est nécessaire de modifier les données de factures pour recalculer les consommations chaque mois de l'année (cela peut-être fait en calculant la consommation moyenne quotidienne pour chaque facture puis additionner ces consommations quotidiennes pour chaque jour de chaque mois, il faut également prendre en compte que dans le cas d'un immeuble d'habitation, plusieurs factures doivent être collectées pour toute les familles, ces données doivent être consolidées. La consommation doit être additionnées pour tous les consommateurs et les tarifs doivent être calculés par une moyenne pondérée selon la consommation et les tarifs des différents consommateurs).

CHAPITRE DIAGNOSTIC ENERGIE DES BATIMENTS PUBLICS		N° 3
METHODOLOGIE DES CALCULS	DUREE	1 H
PRINCIPAUX OBJECTIFS	CONTENU	
<ul style="list-style-type: none"> • Définir les indicateurs à utiliser pour l'évaluation de l'efficacité énergétique actuelle des investissements. • Définir les informations de sortie d'un diagnostic énergie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calcul des données de besoins d'énergie • Calcul des émissions de gaz à effet de serre • Calcul des temps de retour des investissements • Construction des scénarios de mesure d'efficacité énergétique 	

SUJETS

Calcul des données de besoins d'énergie

- Définir quels indicateurs d'énergie thermique doivent être calculés.
- Définir quels indicateurs d'énergie électrique doivent être calculés.
- Expliquer comment calculer chaque Indicateur (prenant en compte les Directives, règlements et standards)

Exemple

La demande annuelle de chaleur des bâtiments sera calculée selon la norme EN 832 concernant la performance énergétique des bâtiments.

La demande d'énergie pour l'eau chaude sanitaire doit être déterminée en utilisant les valeurs moyennes des standard nationaux et si possible les données de consommation collectées au préalable.

A titre d'exemple, le besoin total d'énergie de chauffage par m² chauffé comprend non seulement le besoin de chaleur mais aussi le besoin total d'électricité et de combustible pour les besoin de chauffage (prenant en compte aussi l'efficacité des chaudières). Les données de consommation réelles précédemment collectées seront utilisées pour valider le modèle de calcul.

La demande annuelle d'électricité du bâtiment sera calculée en prenant en compte les consommations des puissances de chaque équipement/matériel (selon leurs différents modes de fonctionnement) qui seront multipliés par les durées de fonctionnement adapté (cela est évalué pendant la phase de collecte des données, comme déjà précisé précédemment). Une consommation quotidienne, hebdomadaire, mensuelle et annuelle est ainsi évaluée prenant en compte les variations saisonnières. Tous les usages finaux seront additionnés et comparés avec la consommation réelle déduite des factures d'énergie. Si le modèle correspond, alors le processus est terminé, sinon une modification des temps d'utilisation doit être faite (en particulier ceux qui ne peuvent pas être facilement mesuré).

Les temps d'utilisation peuvent aussi fournir un bon moyen de vérifier les puissances horaires appelées, cela peut-être utilement utilisé comme une courbe de charge moyenne ainsi qu'une vérification que des erreurs n'ont pas été faites en sur ou sous-estimant les puissances appelées pour les différents systèmes et appareils.

L'évaluation de l'efficacité réelle des différents usages finaux de l'électricité est réalisée par le calcul de quelques indicateurs d'efficacité énergétique :

- Puissance installée spécifique (W/m²) pour chaque usage final
- Consommation spécifique (kWh/ m²) pour chaque usage final

Après validation du modèle, toutes les actions d'URE et de SER viendront modifier la consommation totale du bâtiment ; cela sera fait en utilisant la méthode de calcul donnée pour l'évaluation de la situation actuelle (normes EN 832 pour les usages thermiques et analyse "puissance + temps" des usages électriques.

Calcul des émissions de gaz à effet de serre :

- Définir un modèle de calcul à utiliser pour le calcul des émissions des gaz à effet de serre.

Exemple

Les émissions de gaz à effet de serre en équivalent CO₂ seront calculées en incluant non seulement les émissions dues à la production d'énergie mais aussi le processus complet d'approvisionnement en énergie et le système de production des entreprises de distribution (source EDF/ADEME).

L'indicateur de comparaison standard est le total annuel des émissions de gaz à effet de serre dû au chauffage et à la consommation d'électricité par m² de surface chauffée.

Calcul des temps de retour des investissements

- Définir quels indicateurs doivent être calculés.
- Décrire comment calculer chaque indicateur

Exemple

Pour une analyse économique des actions prévues d'URE et de SER, les indicateurs suivants de comparaison seront calculés pour chaque mesure prise individuellement ou combinés à d'autres.

- *Coût d'investissement supplémentaire par m² chauffé [EURO/m²]*: ce chiffre donne une idée de l'investissement supplémentaire, en référence à un standard de rénovation des bâtiments et leurs équipements qui a été défini par ailleurs.
- *Coût d'investissement par kWh économisé annuellement [EURO/kWh]*: Une première indication du ratio coût-bénéfice est donnée par la relation de l'investissement initial ramené à l'énergie économisée annuellement.
- *Coût total annuel par m² de surface chauffée [EURO/(m²*a)]*: étant donné que différentes actions d'URE et de SER (par exemple isolation du bâtiment et installation solaire) seront comparées, le total annuel des coûts de chauffage et d'électricité est calculé comme un indicateur de comparaison. Le coût total annuel comprend l'amortissement des équipements, selon leur durée de vie technique, les coûts d'entretien et de maintenance ainsi que le coût total de consommation d'énergie. En cas de production locale d'électricité (par exemple cogénération ou photovoltaïque) la rémunération de l'électricité vendue sera déduite du coût total annuel.

$$\begin{aligned} & \text{Coût total annuel} \\ & = \text{amortissement} \\ & + \text{coût de fonctionnement} \\ & \quad + \text{maintenance} \\ & \quad + \text{consommation} \\ & (- \text{gain par la vente d'électricité}) \end{aligned}$$

On doit garder à l'esprit que les coûts de fonctionnement de maintenance et d'énergie sont une donnée locale et peuvent grandement varier d'un consommateur à l'autre (utilisateur domestique, communes, etc.). Les paramètres qui seront utilisés pour l'analyse économique doivent être spécifiés.

- *Coût total annuel relatif aux diminution annuelle d'émission [EURO/t]*: Ce chiffre est le plus important ratio-bénéfice car tous les coûts mais aussi le montant total des réductions d'émissions sont prises en compte. Plus ce chiffre est petit, plus est efficace la mesure ou la combinaison de mesures.
- *Coût annuel supplémentaire ramené à l'économie annuelle de combustible fossile et à la diminution annuelle des émissions de GES [EURO/kWh, EURO/t]* (coût des combustibles fossiles et de la réduction des émissions): Pour ce chiffre le coût annuel comparé au coût annuel dans l'état actuel se fait en référence aux économies annuelles d'énergie fossile et aux économies annuelles d'émissions de GES.

Définition et usage du Temps de Retour Brut

Construction des scénarios de mesure d'efficacité énergétique

- Décrire ce que fournit un diagnostic énergétique.

- Décrire comment les scénarios doivent être construits selon les conditions limites.

Exemple

Sur la base de l'analyse d'actions individuelles d'URE et de SER, des scénarios doivent être construits dans le but d'atteindre les combinaisons les plus économiquement efficaces. Deux approches sont possibles :

- Un pourcentage d'économie d'énergie ou d'émission (par exemple 50 %) est défini comme un but et la combinaison d'actions qui a le meilleur coût-bénéfice est construite pour atteindre cet objectif.
- Un montant maximum d'investissements est établi et la combinaison d'actions qui a la plus haute efficacité en réduction d'émission énergie et construite dans le cadre de cet investissement maximum.

Dans tous les cas, les conditions techniques d'installation et les préférences des gestionnaires de bâtiments sur les technologies possibles doivent être considérées avec attention afin de mettre en place des solutions réalistes quant à leurs conditions futures d'utilisation.

CHAPITRE DIAGNOSTIC ENERGIE DES BATIMENTS PUBLICS		N° 4
OUTILS POUR LES DIAGNOSTICS ENERGETIQUES	DUREE	1 H
PRINCIPAUX OBJECTIFS <ul style="list-style-type: none"> • Lister et donner une brève description des principaux outils logiciels disponibles sur le marché. • Lister et donner une brève description des principaux outils matériels (appareils de mesure disponibles sur le marché). 	CONTENU <ul style="list-style-type: none"> • Description des outils logiciels • Description des outils matériels 	

SUJETS

Description des outils logiciels

- Donner la liste des principaux outils de simulation qui peuvent aider le gestionnaire d'énergie à réaliser un diagnostic énergétique.
- Décrire pour chaque logiciel quelles données d'entrée sont nécessaires et quelles données de sortie sont fournies.
- Décrire brièvement sur quel modèle de calcul est basé chaque logiciel.
- Faire une comparaison simple entre les différents outils.

Exemples

- TRNSYS:
Simulation dynamique des bâtiments et unités de production. Les besoins énergétiques d'hiver et d'été sont pris en compte.
www.trnsys.com
- Energy Plus:
Simulation dynamique des bâtiments et unités de production. Les besoins énergétiques d'hiver et d'été sont pris en compte.
www.eere.energy.gov/buildings/energyplus
- Edilclima
Bilan thermique d'hiver d'un bâtiment et calcul thermique réglementaire pour l'Italie
www.edilportale.com
- Lesosai
Bilan énergétique des consommations d'hiver des bâtiments et calcul thermique réglementaire selon les lois suisse. Un module pour le confort d'été est également disponible.
http://lesowww.epfl.ch/e/transfer_software.html
- PHPP:
Bilan thermique et ventilation des maisons passives. Les besoins d'été et d'hiver sont pris en compte, les données climatiques sont disponibles pour l'Allemagne.
www.passiv.de/07_eng/phpp/PHPP2004.htm
- Archpass
Programme de simulation de bâtiment conçu selon les besoins annuels de chaleur des bâtiments pour respecter la loi allemande ; calcul des gradients de température pour des jours de référence en été (avec TRNSYS).
www.trnsys.de/ts/english/softeng/archeng/archeng.htm

CHAPITRE ACTIONS		N° 1
SUR LES BATIMENTS		DUREE 1 H
PRINCIPAUX OBJECTIFS	CONTENU	
<ul style="list-style-type: none"> Description des actions principales qui peuvent être mises en œuvre dans les bâtiments publics et explication de quand elles peuvent être mises en place. Des exemples de potentiels d'économie d'énergie sont donnés. 	<ul style="list-style-type: none"> Description technique de chaque action Quantification des potentiels d'économies d'énergie pour les actions en question 	

SUJETS

ISOLATION DES MURS ET DES TOITS POUR LES BESOINS DE CHAUFFAGE

- application:

Décrire les situations les plus intéressantes

Exemples

Bâtiments d'habitation bureaux commerces école hôpitaux

- produits disponibles sur le marché:

Définir les produits les plus courants disponibles sur le marché
Décrire les caractéristiques thermiques principales pour chaque produit
Estimer les coûts de mise en œuvre de chaque produit

Exemples

Mousse de polyuréthane
 $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$
épaisseur = 5 cm
coût = 22 €/m²

- conditions de mise en œuvre :

P

présenter dans quels cas les produits peuvent être utilisés en fonction de leurs propriétés

Exemples

Recommander quand les travaux d'amélioration sont prévus
Recommander quand le grenier est inoccupé
En cas d'isolation par l'intérieur les problèmes de condensation de vapeur d'eau doivent être considérés
L'isolation par l'extérieur du toit est recommandée quand l'étanchéité du toit doit être refaite.

- potentiel d'économie d'énergie:

Estimer le total des économies d'énergie qui peut être atteint par chaque produit dans les bâtiments publics standards

Exemple pour l'Italie du nord (Milan, 2400 degrés-Jours)

Variable selon l'isolation existante avant l'action
habitation : 2,2 – 7,7 tep/(m² a)
Bureaux/écoles/commerces: 1,9 – 6,4 tep/(m² a)
hôpital: 3,8 – 13,1 tep/(m² a)

ISOLATION DES MURS ET DES TOITS POUR DES BESOINS DE RAFRAÎCHISSEMENT

- application:

Décrire les applications les plus adaptées

Exemples

Bâtiments d'habitation bureaux commerces écoles hôpitaux

- produits disponibles sur le marché:

Définir les produits standards disponibles sur le marché

Décrire les principales propriétés thermiques de chaque produit

Evaluer les coûts de chaque produit

Exemple

Panneaux de bois minéralisés

- conditions de mise en oeuvre:

Indiquer dans quels cas les produits peuvent être utilisés selon leurs propriétés

Exemple

Recommander quand une rénovation est prévue

Recommander quand le grenier n'est pas utilisé

En cas d'isolation par l'intérieur les problèmes de condensation de vapeur d'eau doivent être considérés

L'isolation par l'extérieur du toit est recommandée quand l'étanchéité du toit doit être refaite.

L'épaisseur et la densité du matériau provoquent une inertie thermique. Cela crée un retard entre la température extérieure de surface et la température intérieure de surface.

Cela est un élément très important pour la conception des systèmes actif et passif de chauffage et de rafraîchissement des bâtiments.

Pour être efficace, la masse thermique doit être en contact avec l'air et l'ambiance intérieurs. Pour cette raison, il est recommandé :

- de placer l'isolation de telle manière qu'une partie du mur soit placée entre l'isolation et l'air intérieur (cela peut être réalisé en plaçant l'isolation entre deux couches de maçonnerie ou à l'extérieur, le plus près de la couche de finition externe),
- d'éviter les faux plafonds et planchers qui créent une couche d'air entre la masse thermique et l'air intérieur et donc isole dans une grande mesure l'air intérieur de l'action de la masse thermique ; par exemple, cela rend impossible l'utilisation de la ventilation de nuit comme moyen de rafraîchissement passif d'un bâtiment.
- les masses thermiques qui sont conçues pour stocker l'énergie solaire entrant dans le bâtiment en hiver par les vitrages devraient avoir une surface avec un coefficient d'absorption élevé

- Potentiel d'économie d'énergie:

Décrire les potentiels moyens d'économies d'énergie qui peuvent être atteints grâce à chaque produit dans les bâtiments publics classiques

Exemple pour l'Italie du nord (Milan, 2400 degrés-Jours)

Variable selon l'isolation existante avant l'action

Habitation/bureaux/école/commerce/hôpital: 0,3 – 1 tep/(m² a)

REPLACEMENT DES FENÊTRES À VITRAGE SIMPLE PAR DES FENÊTRES À DOUBLE VITRAGE

- application:

Décrire les situations les plus intéressantes

Exemples

bâtiments d'habitation bureaux commerces école hôpitaux

- produits disponibles sur le marché:

Définir les produits les plus courants disponibles sur le marché
Décrire les caractéristiques thermiques principales pour chaque produit
Estimer les coûts de mise en œuvre de chaque produit
available products on the market:

Exemple fenêtre double vitrage (4 mm – 16 mm – 4 mm)

Coefficient $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$

Coefficient $G = 62,4 \%$

Résistance mécanique versus perméabilité à l'air

$A = 120 \text{ cm} \times 140 \text{ cm}$

Coût = 570 €

- conditions de mise en oeuvre:

Expliquer dans quels cas ces produits peuvent être utilisés en fonction de leurs propriétés

Exemples

Recommander si les fenêtres doivent être remplacées

Réduction des débits de ventilation

Les fenêtres avec un coefficient G faible, permettant de réduire les charges de climatisation d'été, sont disponibles

Economies d'énergie importantes

potentiels d'économie d'énergies:

Décrire les potentiels moyens d'économies d'énergie qui peuvent être atteints grâce à chaque produit dans les bâtiments publics classiques

Exemple pour l'Italie du nord (Milan, 2400 Degrés-Jours)

habitation: 15 tep/(m² a)

bureau/école/commerce: 13 tep/(m² a)

hôpitaux: 19 tep/(m² a)

CHAPITRE ACTION		N° 2
SUR LES EQUIPEMENTS ENERGETIQUES DU BATIMENT	DUREE	1 H
PRINCIPAUX OBJECTIFS <ul style="list-style-type: none"> • Décrire les principales actions possibles concernant les équipements de chauffage, de froid et d'éclairage des bâtiments publics et présenter quand chaque action doit être réalisée. Des exemples de potentiels d'économie d'énergie sont donnés 	CONTENU <ul style="list-style-type: none"> • Description technique de chaque action • Quantification des potentiels d'économies d'énergie pour les actions en question 	

SUJETS

INSTALLATION DE POMPES À CHALEUR EN REMPLACEMENT DE CHAUDIÈRES CLASSIQUES

Usage : Habitation

COP > 3,5 - petits systèmes disponibles (6 – 7 kW)

Conditions de mise en oeuvre à préciser

Exemple pour l'Italie centrale (Florence, 1821 Degrés-Jours)

Performance variable selon le COP et le rapport surface-volume du logement

Habitation: 0,023 – 0,257 tep/(appartement type a)

INSTALLATION DE SYSTÈMES DE RÉGULATION DU FLUX LUMINEUX POUR L'ÉCLAIRAGE INTÉRIEUR ET PUBLIC

Usage : tertiaire – éclairage public

Des systèmes de contrôle-commande de l'éclairage peuvent apporter des économies d'énergie importantes et peu coûteuses en réduisant les consommations d'éclairage de 30 à 50 %. Des temps de retour de 2 à 4 ans peuvent facilement être atteints. Les systèmes de contrôle et de régulation incluent :

- des interrupteur manuel correctement placés
- des détecteurs de présence
- des programmeurs

L'effet des commandes manuelles ou automatiques sur les lampes est négligeable. Cette effet est minime et est plus que compensé par les réductions de consommation associées. Le choix d'un système d'éclairage avec ballast électronique peut annuler cet effet.

Les systèmes de contrôle d'éclairage peuvent combiner plusieurs des stratégies définies ici. Des détecteurs de présence inclus dans chaque luminaire ou petit groupe de luminaires peuvent être associés à des capteurs de lumière du jour. Ce type de contrôle complet peut résoudre le problème d'espace particulier.

Il est important d'informer les occupants des espaces éclairés de l'existence de ces systèmes de contrôle, de leur fonctionnement. Ceci est particulièrement important dans le changement complet d'installation d'éclairage pour lequel la mise en place de nouveaux systèmes de contrôle peut heurter les occupants, s'ils ne sont pas pleinement informés.

Exemple – les valeurs dépendent de l'usage annuel et de la puissance des lampes

0,08 – 0,27 tep/(W a)

SUBSTITUTION DE LAMPES À VAPEUR DE MERCURE AVEC DES LAMPES À VAPEUR DE SODIUM

Usage : tertiaire – éclairage public

efficacité: 100 – 200 lm/W

puissance: 18 – 185 W

durée de vie : 12000 - 24000 heures

Le spectre produit par cette source est essentiellement de couleur jaune (indice de rendu couleurs). L'utilisation de cette source doit être adaptée pour les éclairages qui n'exigent pas une trop grande qualité ; elle est donc utilisée essentiellement pour l'éclairage routier et urbain.

Exemple – selon la puissance des lampes

0,04 – 0,24 tep/an

SUBSTITUTION DE LAMPES À INCANDESCENCE PAR DES LAMPES FLUOCOMPACTES

Usage : Domestique et éclairage intérieur et extérieur

tubes fluorescents : 26 mm (T8)

puissance: 10 - 58 Watt

efficacité: 80 - 100 lm/W

durée de vie : 8000 heures

Le T8 est la source fluorescente la plus efficace de toutes, en outre leur coût est maintenant plus bas que les lampes de type T12. L'excellente qualité de couleur de cette lampe la rend utilisable pour l'éclairage des commerces, musées... et toutes les applications où une excellente qualité d'éclairage est requise.

Exemple

0,0146 tep/an

INSTALLATION DE CLIMATISEURS INDIVIDUELS À HAUTE EFFICACITÉ

Usage : habitat - bureaux - commerces

- Climatiseur monobloc
Équipement tout en un installé dans le local à climatiser. Des gaines de ventilation permettent d'amener de l'air frais et donc de refroidir le condenseur. Le condenseur peut aussi être situé à l'extérieur ou être refroidi par eau. Le système peut gérer le renouvellement d'air en insufflant de l'air frais. L'apport d'air frais peut être dirigé.
- Système "fenêtre"
Petit équipement tout en un qui est installé "à travers" une fenêtre ou un mur (en allège). Le condenseur est en partie extérieur tandis que l'évaporateur est situé à l'intérieur. Certains équipements de ce type appelés "Rooftop" peuvent être installés sur le toit. La fourniture d'air est réalisée par des gaines. Dans la plupart des cas le condenseur est refroidi par l'air. Le système peut gérer le renouvellement d'air en insufflant de l'air frais.
- Split-system
L'installation est séparée entre une partie extérieure (compresseur et condenseur) et une ou plusieurs parties intérieures (évaporateur et ventilateur). Chaque partie intérieure est reliée à la partie extérieure par deux tubes cuivre et peut être gérée de manière séparée. Quelque fois il est associé à un AHU dans le but de gérer le renouvellement d'air
- VRF (Système à puissance variable)

C'est un split-system évolué qui permet des réseaux plus longs, plus d'équipements intérieurs et une récupération de chaleur par l'apport de réfrigérant sous forme liquide et son évaporation locale. Ainsi chaque système intérieur est alimenté en réfrigérant par une boucle

➤ **Rafrâichissement**

C'est un équipement de refroidissement par eau. En général l'eau froide est fournie à 6 ° et restitué à 12 ° dans une boucle. Il peut être utilisé soit localement par FCUs ou de manière centralisée par HAUs qui permettent de gérer le renouvellement d'air. Il peut utiliser un cycle à absorption.

➤ **Pompes à chaleur sur boucle d'eau**

Quelques petites pompes à chaleur réversibles sont installées dans chaque zone traitée et utilise une boucle d'eau. La température de la boucle est contrôlée par une source de chaleur (chaudière, échangeur) en hiver et un système de refroidissement (tour de refroidissement, système de rafraîchissement free cooling) en été.

➤ **Conception de bâtiments**

Une attention particulière doit être portée sur la réduction des expositions au soleil (en diminuant les surfaces vitrées ou en améliorant leur efficacité). L'augmentation de l'isolation thermique (augmentation de l'inertie thermique) et diminution du renouvellement d'air (réduction des charges thermiques).

➤ **Apports internes**

Les apports internes sont difficiles à traiter car la plupart des actions permettant de réduire les consommations de refroidissement en été ont des effets opposés sur la consommation de chauffage en hiver. Néanmoins il est important d'améliorer l'efficacité de l'éclairage et de la bureautique afin de réduire les apports, même s'ils sont utiles en hiver.

➤ **Dimensionnement de l'installation de climatisation**

Le rendement d'un système de climatisation à charge partielle est nécessairement inférieur à son rendement à charge nominale. Voilà pourquoi il est déconseillé de surdimensionner les systèmes.

➤ **Taille des réseaux et choix des auxiliaires**

Dans certains cas les consommations des auxiliaires en particulier ventilateurs, pompes, peuvent représenter une part importante (plus de la moitié) de la facture d'énergie. Ainsi il est important de dimensionner correctement les réseaux d'eau, d'air ou de réfrigérant afin de réduire les chutes de pression et donc les consommations des auxiliaires

Exemple pour l'Italie du Nord (Milan, 2400 Degrés-jours)

Habitat: 0,002 tep/(kWf a)

Tertiaire: 0,0034 tep/(kWf a)

SUBSTITUTION DE CHAUFFE-EAU EXISTANTS PAR DES CHAUFFE-EAU À HAUTE PERFORMANCE

Usage : habitat – préparation ECS

puissance nominale: 22 – 29 kW

Combustible : gaz naturel

Système recommandé quand la production d'eau chaude est décentralisée ou quand le remplacement d'un chauffe-eau est programmé.

Exemples

substitution de chauffe-eau au gaz : 0,063 tep/a

substitution de chauffe-eau électrique: 0,107 tep/a

SUBSTITUTION DE CHAUDIÈRES EXISTANTES PAR DES CHAUDIÈRES À HAUTE EFFICACITÉ

Usage : Habitat – chauffage et eau chaude sanitaire pour les maisons individuelles

puissance nominale : 20 – 55 kW
combustible : gaz naturel
efficacité énergétique (à charge maximum 95 %)

Recommandé en cas de chauffage central quand le changement de chaudière est prévu

Exemple pour l'Italie du Nord (Milan, 2400 Degrés-jours)

Chauffage seul : 57 tep/(flat a)
Chauffage et eau chaude sanitaire : 83 tep/(flat a)

REMPLACEMENT DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES DOMESTIQUES PAR DES PRODUITS EFFICACES

Usage : habitat

exemple : lave-linge

classe A si $C < 0,19$
classe B si $0,19 < C < 0,23$
classe C si $0,23 < C < 90$
classe D si $0,27 < C < 0,31$
classe E si $0,31 < C < 0,35$
classe F si $0,35 < C < 0,39$
classe G si $0,39 > C$

$C = \text{kWh par kg à } 60 \text{ }^\circ\text{C}$

Des laves linge à double entrée : eau chaude / eau froide sont disponibles sur le marché.

Exemple

réfrigérateur classe A+: 0,04 tep/a
lave-linge classe A: 0,008 tep/a
Lave vaisselle classe A: 0,009 tep/a

INSTALLATION DE POMMES DE DOUCHE À DÉBIT RÉDUIT

Usage : habitat - hôtellerie

pomme de douche à mélange air-eau

Exemple

chaudière gaz: 0,01 tep/a
ballon électrique : 0,02 tep/a

CHAPITRE ACTIONS		N° 3
PRODUCTION DE CHALEUR ET D'ELECTRICITE	DUREE	1 H
PRINCIPAUX OBJECTIFS <ul style="list-style-type: none"> • Décrire les principales actions possibles pour produire de la chaleur et de l'électricité dans les bâtiments publics et expliquer à quel moment réaliser chaque action. Des exemples de potentiels d'économie d'énergie sont donnés. 	CONTENU <ul style="list-style-type: none"> • Description technique de chaque action • Quantification des potentiels d'économie d'énergie pour les actions correspondantes 	

SUJETS

INSTALLATION DE CENTRALES PHOTOVOLTAÏQUES

Usage : habitat – bureaux - écoles

Modules silicium multicristallin – $\eta = 14 \%$

Modules silicium polychristallin– $\eta = 13 \%$

Modules silicium amorphe– $\eta = 6 \%$

Installations recommandées dans les bâtiments connectés au réseau ou hors réseau électrique. Les options de dimensionnement seront différentes dans les deux cas. Si les modules doivent être intégrés dans le toit d'un bâtiment, il faudra faire attention à l'étanchéité à l'eau.

Exemple

0,28 tep/(kWp e)

INSTALLATION DE CENTRALES SOLAIRES THERMIQUES

Usage : habitat - écoles - hôtellerie

Capteurs plans

"moquettes solaires" pour le chauffage des piscines

Recommandée quand une rénovation du toit est prévu

Recommandée quand un changement de chaudière est prévu

Si les capteurs doivent être intégrés dans le toit d'un bâtiment, il faudra faire attention à l'étanchéité à l'eau.

Exemple – capteurs plans

Si une chaudière gaz est remplacée : 0,061 tep/(m² a)

Si une chaudière électrique est remplacée: 0,122 tep/(m² a)

INSTALLATION DE PETITE COGÉNÉRATION POUR LE CHAUFFAGE ET RAFRAÎCHISSEMENT DES LOCAUX ET LA PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

Usage : habitat – bureaux – écoles - hôpitaux

Turbine à gaz : 500 kW – 100 MW, $\eta_{el} = 32 - 45 \%$, rendement global 45 – 90 %

Moteur à combustion interne: 20 kW – 15 MW, $\eta_{el} = 35 - 45 \%$, rendement global 45 – 90 %

Micro-turbine à gaz: 30 – 250 kW, $\eta_{el} = 25 - 32 \%$, rendement global 75 – 85 %

Les technologies d'utilisation de stockage de chaud et/ou de froid peuvent aider à réduire les coûts énergétiques. Par exemple, de l'eau rafraîchit peut être fabriquée en dehors des heures de pointes (quand la demande et les coûts sont faibles), et utilisée pendant les périodes de pointe de besoin de rafraîchissement. Cela permet de diminuer ou de remplacer les besoins d'eau froide fabriqués par le système électrique. De même les températures extérieures faibles permettent au système de refroidissement de rejeter la chaleur de manière plus efficace, ainsi un refroidisseur de plus petite capacité peut être utilisé. L'intérêt économique des systèmes de stockage de froid varie beaucoup selon la spécificité des applications.

Exemple

Avec une efficacité de 90 % du système de refroidissement, l'économie d'énergie peut être d'environ 25 %.

RÉSEAU DE CHALEUR URBAIN POUR CHAUFFAGE DES LOCAUX, CLIMATISATION ET PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE.

- Usage : habitat bureaux écoles hôpitaux

Un raccordement particulier au réseau de chaleur et de froid doit être réalisé, des échangeurs de chaleur sont nécessaires dans chaque bâtiment.

Un réseau de chaleur et de froid doit être disponible à proximité
Le besoin de chaleur doit être élevé et réparti tout au long de l'année

Exemple

L'économie d'énergie dépend totalement des conditions de raccordement au réseau

CHAPITRE OUTILS ECONOMIQUES		N° 1
ANALYSE ECONOMIQUE		DUREE 1 H
PRINCIPAUX OBJECTIFS	CONTENU	
<ul style="list-style-type: none"> • Fournir la connaissance nécessaire au calcul coût-bénéfice et à l'évaluation économique des projets d'efficacité énergétique. • Apporter une connaissance de base concernant les outils financiers et le support technique nécessaire à la promotion de l'efficacité énergétique. • Connaître les outils publics de soutien à l'efficacité énergétique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse de risque coût-bénéfice de nouveaux projets • Financements des projets d'efficacité énergétique. • Outils financiers pour aider au développement de l'efficacité énergétique. • Gestion des risques techniques et économiques. • Etudes de cas • Principes de construction d'un business plan. • Base de méthodologie financière permettant de résoudre les problèmes économiques de l'efficacité énergétique . 	

SUJETS

Analyse de risque coût-bénéfice de nouveaux projets

Un des problèmes essentiels dans la construction d'un nouveau projet est d'identifier et d'évaluer correctement les coûts directs et indirects ainsi que les bénéfices directs et indirects. Description de différentes méthodes d'estimation coût-bénéfice.

Financements des projets d'efficacité énergétique.

- Trouver les ressources internes
- Rechercher des banques ou des investisseurs privés
- Rechercher des aides publiques locales ou nationales ou européennes
- Rechercher des financements à partir de sociétés de services en efficacité énergétique (dans ce cas un support technique est possible)
- Négociations avec les fournisseurs d'énergie
- Mise en place de méthodes internes permettant une pleine coopération aux différents niveaux de la collectivité

Outils financiers pour aider au développement de l'efficacité énergétique

- Contrat de performance énergétique : le projet est réalisé avec les ressources propres du client qui tire bénéfice des réductions de consommation d'énergie. Pendant le contrat, l'opérateur qui mène le projet garantit un certain niveau d'économie (garantie de résultats).
- Contrat pour la gestion de l'énergie : l'investisseur lance le projet sur ces fonds propres. Après réalisation du projet l'investisseur propose des services d'efficacité énergétique prévus dans le contrat.
- D'autres types de contrat ou une combinaison de ceux-ci peut exister ; donner des exemples.

Gestion des risques techniques et économiques

Etude approfondie de l'environnement de l'opération : conditions de réalisation, revenu financier, programme d'investissement, gestion de la trésorerie, contraintes environnementales et législatives.

Base de méthodologie financière permettant de résoudre les problèmes économiques de l'efficacité énergétique.

Tour d'horizon des principes de montage de projet incluant les aides publiques en efficacité énergétique.

CHAPITRE OUTILS ECONOMIQUES		N° 2
INDICATEURS ECONOMIQUES		DUREE
		1 H
PRINCIPAUX OBJECTIFS	CONTENU	
<ul style="list-style-type: none"> • Fournir la connaissance économique adaptée à l'évaluation des projets d'efficacité énergétique • Fournir des exemples d'actions pilotes publiques dans le but d'évaluer différents projets et d'aider à leur choix. 	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode du cash flow • Indicateur de temps de retour • Le problème du temps • L'indicateur de la valeur actualisée net • Coût moyen d'accès au capital • Taux de rentabilité interne • IP (index de profitabilité) • Relations entre les précédents indicateurs • Analyse des scénarios • Présenter et commenter des exemples complets 	

SUJETS

Méthode du cash flow

Pour évaluer un investissement il est nécessaire de construire un cash flow réaliste (coût actuel connu – futur revenu estimé) ; une information sur ce sujet doit être fournie

Indicateur de temps de retour

Le temps de retour est l'indicateur le plus simple utilisé pour estimer à quel moment les coûts d'investissement initiaux sont remboursés par les futurs gains apportés par l'économie d'énergie. Il ne donne pas l'information précise sur l'intérêt d'un investissement mais il indique à quel moment l'investissement sera récupéré.

Le problème du temps

La méthode du cash flow et l'indicateur de temps de retour brut ne prennent pas en compte que l'argent perd de sa valeur dans le temps.

Ainsi, il est nécessaire d'expliquer le principe d'actualisation et les solutions économiques utilisées pour prendre en compte ce phénomène.

L'indicateur de la valeur actualisée net

Cet indicateur est le plus répandu pour évaluer l'intérêt économique d'un projet en tenant compte de l'actualisation. Présenter quelques exemples explicitant cet indicateur avec différents cash flow initiaux et différents taux d'intérêts.

Coût moyen d'accès au capital et taux de rentabilité interne

Avant de réaliser un investissement de maîtrise de l'énergie son intérêt économique doit être comparé à celui d'autres investissements. Le taux WACC prend en compte le taux d'intérêt normal utilisé pour l'actualisation ainsi que les taux utilisés dans d'autres projets financiers.

L'indicateur IRR est une méthode itérative pour évaluer à une période fixée l'intérêt économique d'un projet en incluant tous les paramètres déjà mentionnés. Si l'indicateur IRR est supérieur à WACC, le projet est déclaré intéressant et économiquement efficace.

IP (index de profitabilité)

Cet indicateur est utilisé pour comparer différents projets financiers. Il est très simple et très utile.

Analyse des scénarios

Un ensemble de conditions possibles doivent être prises en compte. Au moins trois scénarios doivent être étudiés : le pire, scénario raisonnable et meilleur scénario. Pour chacun de ces scénarios tous les indicateurs mentionnés ci-dessus peuvent être calculés.