

MAITRISE DE LA DEMANDE D'ENERGIE DANS LE BATIMENT (MDE)

LES FONDEMENTS

1. De quoi s'agit-il ?

Economies d'énergie, Utilisation Rationnelle de l'Energie (URE), Maîtrise de l'Energie (ME), Maîtrise de la Demande d'Energie (MDE)...

Chaque spécialiste de la question pourrait disserter sur la petite ou grande différence qui peut exister entre ces différents termes... Pour notre part, nous ne nous attarderons pas sur cette question de sémantique – même si elle peut être fondamentale – et nous contenterons d'utiliser indifféremment ces termes pour exprimer toute démarche qui vise, dans l'aménagement des espaces et le bâtiment, à la réduction des besoins et donc des consommations d'énergie et des puissances installées, sans mettre en péril (voire en améliorant) la qualité des ambiances, le confort, la sécurité, la santé, et bien sûr la qualité environnementale dans sa globalité.

Dans le domaine du bâtiment, les actions de MDE concernent un ensemble de choix :

- niveaux de confort d'ambiance et de confort d'usage,
- caractéristiques hygrothermiques et sanitaires des enveloppes et débits d'air neuf hygiéniques,
- performances énergétiques des équipements consommateurs d'énergie,
- modes de pilotage des équipements,
- modalités de maintenance et de gestion des équipements.

Une partie des choix est déterminée par le respect d'exigences réglementaires (réglementations sanitaires, sécurité des personnes et des biens, réglementations thermiques, etc.).

Une autre partie est déterminée par la volonté propre du maître d'ouvrage et des utilisateurs des bâtiments.

Enfin, les budgets d'investissement et de fonctionnement prévus par le maître d'ouvrage et/ou par le gestionnaire du bâtiment déterminent largement les choix de MDE envisageables.

La MDE peut concerner l'ensemble des énergies utilisées dans un bâtiment, mais on emploie souvent le terme de manière restrictive pour une approche centrée sur l'électricité (maîtrise de la demande d'électricité) et élargie à des usages autres que le bâtiment (éclairage public par exemple).

Pour l'électricité, difficile à stocker, les appels de puissance en période de forte demande (pointe hiver et été) posent des problèmes techniques, économiques et environnementaux aux gestionnaires de réseaux de transport et distribution. La MDE est alors un moyen de réduire les puissances appelées en pointe et d'éviter l'installation de nouvelles lignes électriques, de nouveaux moyens de production et les risques de rupture d'approvisionnement.

Toujours pour l'électricité, généralement la plus chère des formes d'énergie, les puissances installées (prime fixe) et les consommations (charges variables) coûtent cher à l'utilisateur ou au gestionnaire de bâtiment. La MDE en tant que moyen de réduire les puissances appelées, d'éviter les consommations au moment où elles coûtent le plus cher et de réduire globalement la consommation, est un facteur de maîtrise du coût global du bâtiment.

Il va de soi que les réponses techniques aux objectifs de MDE ne sont pas suffisantes, et qu'il convient de s'intéresser tout autant aux comportements, et aux modes de gestion et d'aménagement des espaces, des bâtiments et des équipements. Nous limiterons cependant nos travaux et nos sélections de ressources, dans l'ensemble de cette rubrique du Centre de Ressources de la Qualité Environnementale, à l'approche technique.

Il va également de soi que les réponses techniques concernent, au-delà des systèmes (et parfois très en amont de leur conception et mise en œuvre), l'intégration au territoire, la conception architecturale bioclimatique, les matériaux et procédés constructifs. Là encore, ces questions dépassent les contours de cette rubrique, qui

s'intéressera avant tout aux systèmes dits actifs, nécessitant des consommations d'énergie pour les services qu'ils rendent et pour leur bon fonctionnement.

Enfin, les systèmes utilisant des sources d'énergie renouvelable sont étudiés par ailleurs.

En conclusion, les articles publiés dans la rubrique « MDE » du CRQEB concerneront exclusivement les solutions techniques non renouvelables, actives, destinées à répondre à des besoins en chaleur et froid, en force motrice et enfin en usages spécifiques de l'électricité (éclairage, électronique, usages ménagers...). « L'angle d'attaque » consistera à répondre, autant que possible, au défi suivant : « répondre aux mêmes besoins, en mieux, tout en consommant moins », c'est-à-dire avec le plus possible d'efficacité énergétique, et le moins d'impact environnemental possible.

2. Pourquoi la MDE : « back to basics »

Les enjeux liés à la réduction des consommations d'énergie couvrent autant l'échelle globale, que locale, ou encore individuelle.

Du point de vue des enjeux globaux, on peut citer en particulier :

- ceux liés au changement climatique, puisque une part majeure des émissions de gaz à effet de serre est associée aux consommations d'énergies combustibles, et à la nécessité de réduire, à moyen terme, nos consommations d'un facteur 4 ;
- ceux liés au risque nucléaire sous toutes ses formes (prolifération nucléaire militaire ; risque d'accidents de centrales ; gestion des déchets radioactifs et du démantèlement des centrales ...) ;
- ceux associés à la préservation et à l'accès aux ressources naturelles non renouvelables, telles que les produits pétroliers, le charbon, l'uranium...

La maîtrise de l'énergie concerne également des enjeux de société tel que l'équité sociale et la solidarité, la paix, ou encore la démocratie et la liberté de chaque citoyen...

De nombreux ouvrages sur ces questions sont disponibles : une sélection de quelques « fondamentaux » est proposée en fin d'article, pour ceux qui souhaitent approfondir et réfléchir à cette question.

Du point de vue local, et notamment en région PACA, on peut citer quelques enjeux importants :

- l'impact paysager des infrastructures de production et de transport des énergies –une des meilleures illustrations actuelles est la contrainte électrique qui pèse sur l'Est PACA du fait de l'annulation récente du projet de doublement de la ligne électrique THT au dessus du Verdon (www.planecoenergie.org) ;
- la pollution atmosphérique potentielle associée à la production et la consommation d'énergies combustibles (SOx, NOx notamment) ;
- la très faible indépendance énergétique de la Région PACA, qui produit environ 10% de l'énergie qu'elle consomme.

Du point de vue du maître d'ouvrage, qu'il soit une collectivité ou un particulier, la maîtrise de l'énergie est avant une ressource financière non négligeable (économies en coûts d'exploitation). Une approche en coût global est nécessaire pour bien l'évaluer.

A propos d'économies de charges, la question de la précarité énergétique est fondamentale. Aujourd'hui encore, au moins 300 000 familles par an sollicitent les services sociaux pour une prise en charge de leur facture énergétique.

Enfin, contrairement à certaines idées reçues, **la MDE peut également profiter aux producteurs et distributeurs d'énergie, les « opérateurs »** :

- qui l'intègrent à leurs offres commerciales, qui s'élargissent à la notion de « services énergétiques » et non plus seulement à celle de fourniture d'énergie ;
- qui peuvent par ce biais décaler, voire annuler, des investissements non amortissables en unités de production et de distribution d'énergie (la MDE peut être plus rentable que de produire et vendre plus d'énergie...) ;
- qui répondent ainsi à leurs nouvelles obligations réglementaires en matière de certificats d'économie d'énergie.

3. Les données clés du secteur du bâtiment

Le seul secteur du bâtiment représente de l'ordre de 40% des consommations d'énergie de la France, et 20% des émissions de gaz à effet de serre (et 25% de celles de CO2).

Les tendances sont à la hausse depuis les trente dernières années (de l'ordre de 8% par an), que ce soit du fait de l'augmentation du parc de bâtiments et des surfaces, ou encore des usages, des besoins et des parcs d'équipement (c'est particulièrement vrai dans le cas des usages spécifiques de l'électricité, et des nouveaux besoins qui sont apparus).

Du point de vue des consommations unitaires, la consommation actuelle est de l'ordre de 400 kWh/m² d'énergie finale.

Réduire d'un facteur 4 les consommations représente un enjeu colossal sur le parc existant, où se situe bien évidemment le plus gros gisement d'économies.

Dans les projets neufs, on peut d'ores et déjà atteindre des niveaux de consommation de l'ordre de 50 kWh/m² d'énergie finale, pour la surface habitable (SHAB).

La répartition par usage des consommations, et son évolution depuis 40 ans, sont riches d'enseignement. Les chiffres clés et les bilans sont nombreux, et divergent légèrement d'une source à l'autre, mais les tendances restent les mêmes.

Le chauffage reste le poste le plus consommateur d'énergie, tant dans le tertiaire que dans l'habitat. Si la climatisation apparaît négligeable aujourd'hui dans le secteur résidentiel, et qu'elle ne représente que 5% des consommations d'énergie finale dans le tertiaire, on peut s'attendre à ce que ce poste évolue de manière importante d'ici 2030.

Les usages spécifiques de l'électricité, quant à eux, connaissent depuis 30 ans une tendance importante à la hausse. Ils représentent actuellement près de 26% des consommations dans le tertiaire, et 13% dans le résidentiel. Tous les scénarios prévisionnels prévoient une hausse importante de cette part dans les 20 prochaines années.

4. Les usages et les énergies mises en jeu

	Chauffage des locaux	Cuisson	Eau chaude sanitaire	Climatisation	Froid domestique	Force motrice (*)	Eclairage	Bureautique Electronique	Lavage séchage
Combustibles fossiles									
Bois									
Solaire									
Electricité									

(*) ascenseurs, monte-charges, escaliers et tapis roulants ; auxiliaires des systèmes de chauffage, ventilation, climatisation ; machines outils et moteurs divers

5. **Maîtrise de l'énergie et qualité environnementale du bâtiment**

La question de la MDE interagit bien évidemment avec d'autres paramètres environnementaux et de qualité des ambiances, qu'il est nécessaire de prendre en compte.

Le tableau 2 ci-dessous résume les principales interactions.

Dans une approche environnementale, la MDE est une composante indispensable des projets de construction neuve, de réhabilitation et de gestion des bâtiments. Elle peut être mise en œuvre à l'occasion d'un ensemble de choix. On trouvera une liste d'orientations en tableau 3.

Par ailleurs, pour tous ces usages, la question de l'entretien et de la maintenance est primordiale. Elle peut avoir un coût relativement important, et peut parfois dépasser les économies engendrées, si le choix d'équipements de MDE et des modalités d'entretien et maintenance ne sont pas optimisés.

Tableau 2

	Chauffage des locaux	Cuisson	Eau chaude sanitaire	Climatisation	Froid domestique	Force motrice (*)	Eclairage	Bureautique Electronique	Lavage séchage
Confort hygro-thermique	Lien direct	Apports internes		Lien direct	Apports internes	Apports internes / régulation adaptée aux besoins	Apports internes	Apports internes	Apports internes / humidité
Confort visuel							Lien direct		
Confort acoustique	Bruits des équipements			Bruits des équipements	Bruits des équipements		Bruits des équipements électroniques	Bruits des équipements	
Qualité de l'air intérieur	Emissions polluants liés à la combustion	Emissions polluants liés à la combustion /	Risque sanitaire : légionellose / autres polluants chimiques (notamment liés aux composants des conduites)	Risque sanitaire : légionellose / poussières				Emissions de polluants chimiques (ozone)	Emissions de polluants
Qualité de l'eau									
Autre impact sanitaire et environnemental		Exposition aux micro-ondes		Contribution au phénomène urbain de l'îlot de chaleur et amplification des canicules			Exposition aux UV et aux EM	Exposition aux ondes EM	
Effluents et déchets	Emissions CO2 et autres polluants de combustion (SOx, NOx, poussières) / déchets équipements en fin de vie / Cendres (chaufferie bois)	Déchets en fin de vie des équipements	Déchets en fin de vie des équipements Eaux usées	Fuites de fluides frigorigènes – Déchets en fin de vie des équipements	Fuites de fluides frigorigènes – Déchets en fin de vie des équipements	Déchets en fin de vie des équipements	Déchets en fin de vie des équipements	Déchets en fin de vie des équipements	Déchets en fin de vie des équipements Eaux usées

Tableau 3.

Catégorie de choix	Sous-catégorie de choix	Principes d'action
Niveaux de confort d'ambiance	Qualité sanitaire de l'air	Respecter les réglementations sanitaires et thermiques
	Confort visuel	Choisir des niveaux d'éclairage "raisonnables" en éclairage artificiel.
Niveaux de confort d'usage	Confort hygrothermique	Choisir des températures "raisonnables" pour le confort d'été.
	Equipements électriques	Choisir des débits de renouvellement d'air "raisonnables"
Caractéristiques des enveloppes	Zonage des bâtiments	Choisir un niveau d'équipement raisonnable
	Isolation thermique des parois	Créer des zones homogènes en fonction des usages et des rythmes d'occupation de manière à faciliter le choix de niveaux de confort raisonnables et le pilotage des équipements
Performances énergétiques des équipements	Etanchéité à l'air des parois	Choisir des niveaux d'isolation élevés de manière à réduire les puissances de chauffage et refroidissement, les équipements nécessaires et les consommations d'énergie
	Equipements de ventilation	Limiter les infiltrations d'air extérieur de manière à limiter les puissances de chauffage et rafraîchissement, la taille des équipements et les consommations d'énergie
Modes de pilotage des équipements	Equipements d'éclairage	Minimiser les fuites des réseaux d'air, minimiser les puissances nécessaires en minimisant les pertes de charge, maximiser les rendements. Récupérer la chaleur ou la fraîcheur perdues. Maximiser l'efficacité lumineuse des luminaires et des sources. Minimiser les puissances installées.
	Equipements de chauffage	Eviter à tout prix le chauffage électrique dont la chaîne de conversion d'énergie a un très faible rendement et de très forts impacts environnementaux. Préférer les systèmes qui peuvent accepter plusieurs sources d'énergie. Minimiser les pertes locales de conversion d'énergie, de transport de chaleur, de régulation et d'émission de la chaleur. Récupérer les pertes récupérables et la chaleur gratuite.
Modes de gestion et de maintenance	Equipements électriques divers	Choisir des appareils à haute efficacité énergétique
	Equipements de refroidissement	Lorsque c'est possible, éviter la climatisation dont le fonctionnement crée une amplification des besoins de froid et des risques accrus de pollution de l'air (locale et globale). Préférer les systèmes de refroidissement à faible consommation électrique et à fort indice d'efficacité énergétique (EER). Minimiser les pertes de transport de froid, de régulation et d'émission de froid. Utiliser les sources de fraîcheur gratuites.
Modes de gestion et de maintenance	Commande par les utilisateurs	Choisir des dispositifs de mise en marche et d'arrêt adaptés aux usages et aux utilisateurs Mettre en place des retours d'information et des "garde-fous"
	Commande automatique	Utiliser des dispositifs de mise en marche et d'arrêt automatique des équipements chaque fois que la commande par l'utilisateur est malaisée et que celui-ci ne connaît pas a priori l'environnement dans lequel il se trouve.
Modes de gestion et de maintenance	Programmation automatique	Utiliser des dispositifs automatiques de mise en marche et d'arrêt (ou de mise en régime normal et régime réduit) des équipements chaque fois que ceux-ci peuvent être arrêtés ou ralentis en dehors des horaires d'occupation des locaux (ventilation, chauffage, climatisation, ...).
	Régulation automatique	Utiliser des dispositifs automatiques de régulation ou de variation de puissance, chaque fois que le niveau de confort obtenu dépend de facteurs externes à l'équipement utilisé (chauffage, ventilation, climatisation, éclairage artificiel).
Modes de gestion et de maintenance		Prévoir des dispositifs de comptage et sous-comptage, suivi de fonctionnement et gestion technique adaptés au contexte et aux enjeux.
		Prévoir des bilans périodiques avec le personnel et avec les entreprises de maintenance. Mettre à jour la documentation et les tableaux de bord chaque fois que des modifications sont réalisées.

6. Quels sont les objectifs en matière de MDE que l'on peut se fixer lors d'une opération de rénovation ou de construction

Les objectifs de performance énergétique d'un bâtiment ou d'une zone d'aménagement sont fondamentalement liés à bien d'autres paramètres que ceux de la seule efficacité des systèmes : caractéristiques du site (micro climat, relief, hydrologie, végétation...), conception architecturale, plan masse et organisation des espaces, caractéristiques de l'enveloppe, comportements et modes de gestion...

Le principal indicateur de performance énergétique, pour le bâtiment dans son ensemble, ou pour un territoire, le plus couramment proposé – et désormais relayé par la RT2005 et les divers labels existants – est le ratio de consommation par la surface : le kWh/m².

Cependant, il faut signaler la confusion qui peut parfois subsister autour de la nature précise de la surface prise en compte (s'agit il de SHON, SHAB ou encore de la SU ?), et même des consommations prises en compte (quels usages précis ? quelle énergie : énergie primaire ou énergie finale ou encore énergie utile ?), et plus particulièrement des méthodes de calculs utilisées pour les évaluer.

Les méthodes utilisées sont principalement :

- la méthode réglementaire, dite « règle de calcul de Th C E » (basée sur un moteur réalisé par le CSTB, et qui est implémentée dans les logiciels réglementaires) ;
- les méthodes dites conventionnelles utilisées pour le diagnostic de performance énergétique (DPE), qui peuvent être soit simplifiées, soit basées sur une simulation thermique. On compte actuellement trois méthodes validées : 3CL-DPE, DEL6-DPE, Comfie-DPE.

Cependant, rien n'interdit d'utiliser une autre méthode de calcul (notamment dans le cadre de la démarche HQE®) dès lors qu'elle est explicitée.

Les ratios les plus fréquemment rencontrés aujourd'hui, en terme de kWh/m², pour des bâtiments considérés sont synthétisés dans le tableau suivant. Il peut s'agir d'objectifs dans le cas de labels et de démarches volontaires, ou de valeurs « garde fou » en ce qui concerne la RT2005 (consommation maximale à ne pas dépasser).

D'autres indicateurs de performance concernant plus directement les systèmes sont également utilisés, que l'on retrouve en partie dans la RT 2005 :

- des puissances maximales installées en fonction de divers paramètres (une surface, un débit par ex.) ;
- des rendements minimaux pour les équipements (rendement thermique, COP, EER par ex.) ;
- des consommations unitaires sur une période donnée (kWh/an ou /jour par ex.) ;
- des % de couverture des besoins en chauffage ou ECS par du solaire (actif ou passif).

Source	Bâtiment concerné	Objectif	Méthode
RT 2005	Neuf – habitat et tertiaire – chauffage combustibles	130 – 110 – 80 énergie primaire kWh/m ² (selon zone climatique H1 – H2 – H3) pour chauffage + refroidissement + ventilation + ECS + éclairage + auxiliaires CVC	Méthode réglementaire Règle Th C Nota : la production électrique photovoltaïque est déduite du bilan de consommation
RT 2005	Neuf – habitat et tertiaire – chauffage électrique	250 – 190 – 130 énergie primaire kWh/m ² (selon zone climatique H1 – H2 – H3) pour chauffage + refroidissement + ventilation + ECS + éclairage + auxiliaire CVC	Idem
Label HPE et THPE	Neuf – Habitat et tertiaire	Respectivement -10% et -20% par rapport aux consommations conventionnelles RT2005	Idem
Label Minergie Eco et Minergie P (Suisse) Quelques projets en cours en France	Neuf et ancien – Habitat et tertiaire	42 kWh/m ² pour le logement neuf De 25 (piscine) à 75 (hôpital) kWh/m ² pour le tertiaire neuf 80 kWh/m ² pour le logement existant De 50 à 110 kWh/m ² pour le tertiaire existant Chauffage+ventilation+ECS Pour Minergie P, les exigences sont renforcées (puissance installée max et consommation <20%)	Méthode Minergie – méthode de calcul basée sur la norme Suisse SIA 380/1 http://www.minergie.ch
Label PassivHaus	Neuf	15 kWh/m ² énergie finale pour le chauffage	Méthode passivhaus http://www.passivhaus.de
Appels à projets régionaux et européens (concerto par ex.)	Neuf	50 kWh/m ² énergie primaire pour le chauffage	Méthode conventionnelle ou autre

7. Quel est le cadre réglementaire existant

Le cadre européen : Directive sur la performance énergétique des bâtiments 2002/91/CE du 16 décembre 2002

Elle encadre désormais les réglementations nationales, et notamment la réglementation thermique.

Ces grands principes concernent :

- la mise en place d'une méthodologie de calcul des performances commune, mais adaptée aux conditions climatiques de chaque région de l'Europe, prenant non seulement en compte l'enveloppe, mais également certains systèmes (chauffage, ventilation, climatisation, éclairage intégré)

- des exigences minimales de performances à fixer pour les bâtiments neufs et les bâtiments de grande taille lourdement rénovés

- la certification des performances énergétiques et l'affichage des consommations

- le contrôle et l'entretien régulier et obligatoire des systèmes de chauffage (à partir de 20 kW) et de climatisation (supérieure à 12 kW), et le diagnostic technique pour des chaudières de plus de 15 ans.

Le cadre national : la Réglementation Thermique 2005 : arrêté du 24 mai 2006 (+ autres arrêtés attendus précisant les méthodes de calcul)

Il n'est pas question ici de faire une analyse complète de ce dispositif réglementaire, qui dépasse largement la seule question de l'efficacité énergétique des systèmes. Ceux concernés par la RT2005 sont le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la climatisation et l'éclairage.

Les principales caractéristiques énergétiques des systèmes pris comme référence pour le calcul de la consommation dite de référence d'un projet prennent en compte l'efficacité énergétique sont succinctement décrits ci-dessous. Il convient de se référer aux textes réglementaires, et aux fiches « systèmes » pour des informations détaillées. Ces caractéristiques ne sont pas des « garde fous », cependant, on peut s'attendre à ce qu'elles représentent les valeurs de performances énergétiques minimales à atteindre.

Chauffage électrique par effet joule	Pas de perte à la génération, le stockage et la distribution Pas de perte au dos des émetteurs Programmation des intermittences par programmateur prenant en compte la température intérieure Couple formé par l'émetteur et sa régulation avec une variation spatiale de classe B et une variation temporelle de 0,9 K Puissance des ventilateurs limitée à 2W/m ² pour les émetteurs qui en sont équipés Pas de ventilateur pour les locaux de catégorie CE1
Chauffage par système thermodynamique	COP corrigé égal à 2,45
Chauffage par combustion	Rendement minimal (cf tableau ci-dessous) Régulation en fonction de la température extérieure pour des espaces chauffés > 400 m Programmation Perte nulle au dos des émetteurs
Ventilation	Puissance des systèmes = 0,25 W/m ³ .h pour les bâtiments d'habitation / 0,30 W/m ³ .h pour les autres bâtiments (0,40 si filtration) (puissance calculée pour des débits majorés de 10% par rapport aux débits hygiéniques réglementaires)
Eau chaude sanitaire	Perte à l'arrêt calculée selon une formule définie
Refroidissement	EER corrigé = 2,45 Programmation selon température ambiante Ventilateurs asservis à 2W/m ²
Eclairage	Pour 100 lux, puissance /m ² de surface utile selon type de locaux (cf tableau ci-dessous)

Rendement système de chauffage par combustion de référence

	$P_n \leq 400 \text{ kW}$	$P_n > 400 \text{ kW}$
Rendement PCI à pleine charge, en pourcentage, pour une température moyenne de l'eau dans la chaudière de 70 °C.	$88,5 + 1,5 \cdot \log P_n$ (87,5 + 1,5 · log P _n jusqu'au 30 juin 2008).	92,4 (91,4 jusqu'au 30 juin 2008).
Rendement PCI à 30 % de charge, en pourcentage, pour une température moyenne de l'eau dans la chaudière de 40 °C.	$88,5 + 1,5 \cdot \log P_n$ (87,5 + 1,5 · log P _n jusqu'au 30 juin 2008).	92,4 (91,4 jusqu'au 30 juin 2008).
Pertes à charge nulle, en pourcentage de P _n , pour un écart de température entre la température moyenne de l'eau dans la chaudière et la température ambiante égal à 30 °C.	$1,75 - 0,55 \cdot \log P_n$	0,32

Puissance des systèmes d'éclairage de référence

DESTINATION DE LA ZONE	P _{adnet}
Commerces et bureaux. Etablissement sanitaire avec hébergement. Hôtellerie et restauration. Enseignement. Etablissement sanitaire sans hébergement. Salles de spectacle, de conférence. Industria. Locaux non mentionnés dans une autre catégorie.	12 W/m ²
Etablissement sportif. Stockage. Transport.	10 W/m ²
Local demandant un éclairage à maintenir de plus de 600 lux.	2,5 W/m ² pour 100 lux, avec une limite supérieure de 25 W/m ²

Les principaux « garde fous », selon les systèmes sont résumés dans le tableau suivant. Là encore, il convient de se reporter aux textes pour des informations plus précises.

En ce qui concerne les caractéristiques thermiques de l'enveloppe, il convient de se reporter aux autres rubriques concernées, notamment « matériaux et procédés constructifs ».

Usage	« Garde fou »
Chauffage	Pas de veilleuse permanente sur les chaudières gaz Dispositif d'arrêt et de réglage manuel en fonction de la température intérieure du chauffage dans chaque local Dispositif complémentaire de réglage en fonction de la température extérieure pour des surfaces chauffées >400m ² Amplitude de régulation et dérive en charge max pour le chauffage par effet joule Dispositif permettant des ordres de commande pour le chauffage par effet de joule (hors gel, réduit, confort et arrêt) Programmation obligatoire à régimes différenciés pour tout local chauffé à occupation intermittente (max 5000 m ²) Dispositif obligatoire d'arrêt des pompes de circulation hors saison de chauffe
Ventilation	Contrôle de l'humidification de l'air insufflé lorsque le local est chauffé Indépendance des systèmes pour des locaux à usage différencié Système de limitation des débits dans les locaux chauffés et refroidis, à occupation intermittente Temporisation des dispositifs manuels de variation de débit Système d'augmentation de débit pour rafraîchissement condamné en période de chauffage Isolation minimale des réseaux d'air chauffé ou refroidi Dispositif d'arrêt des systèmes de préchauffage de l'air en période de non chauffage
ECS	Isolation minimale des conduites d'eau chaude situées à l'extérieur et celles maintenues à température Pertes maximales pour les chauffe eau électriques Performance minimale des chauffe-eau gaz, selon normes européennes Coefficient de perte thermique maximale des ballons de stockage solaire
Eclairage	Au moins un des dispositifs suivants pour tout local où l'utilisateur peut agir sur l'éclairage : extinction à chaque issue d'un local, extinction automatique du local vide, télécommande manuelle Dispositif d'allumage extinction obligatoire Mise en marche d'un niveau d'éclairage supérieur réservée au personnel et non aux utilisateurs (ex. salle de sports) Pas de mise en route automatique de l'éclairage si éclairage naturel
Refroidissement	Si local refroidi (hors résidentiel), dispositif spécifique de ventilation obligatoire Dispositif de fermeture automatique des portes des locaux refroidis Arrêt possible des pompes de circulation Dispositif d'arrêt manuel et de réglage automatique en fonction de la température intérieure pour tout local refroidi
Suivi des consommations	Temps de fonctionnement des centrales de traitement d'air Consommations de chauffage et/ou ECS (pour surface > 400 m ²) + mesures de température d'un local par réseau Consommations ECS si > 200 repas/j ou > 40 lits

Autres textes

La loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'énergie a rendu obligatoire :

- pour les maisons individuelles chauffées à l'électricité, lors de leur construction, un système d'évacuation des fumées vertical compatible avec le raccordement d'une installation de chauffage à combustible gazeux, liquide ou solide et d'un foyer fermé à bois ou à biomasse (Arrêté du 31 octobre 2005 relatif aux dispositions techniques pour le choix et le remplacement de l'énergie des maisons individuelles)

Le code de la construction et de l'habitation (articles R 131-1 à R 13124), précisant notamment :

- les limites de température de chauffage pour les locaux d'habitation, de bureaux, scolaires, ERP en période d'occupation, ou de non occupation.

Les directives européennes et leurs textes d'application en droit français concernant les performances et l'étiquetage des équipements électrodomestiques (éclairage, four, réfrigérateur et congélateur, lave linge, lave vaisselle, sèche linge, climatiseur individuel) et les chaudières.

8. Comment et quand s'y mettre ? Quels sont les outils disponibles ?

Phase	Tâches à réaliser
Programmation	Choix des objectifs énergétiques et des orientations prioritaires de MDE. Définition des budgets nécessaires pour atteindre ces objectifs. Orientation vers des énergies et équipements à moindre impact environnemental, à meilleur impact confort, et à coûts optimisés Recherche des modes de financement les plus adaptés.
Conception	Choix d'équipements cohérents avec les objectifs fonctionnels, environnementaux et économiques Optimisation des choix (comparaison de différentes solutions).
Etude thermique réglementaire (construction neuve)	Justification des choix et de la conformité réglementaire.
Réalisation	Choix des modes de pose adaptés aux objectifs de performance énergétique. Réglages, mesures et réception des équipements de manière à s'assurer que les objectifs sont atteints.
Fonctionnement	Evaluation systématique des résultats d'exploitation (consommations et coûts de l'énergie, coûts d'abonnements, coûts de maintenance, satisfaction des utilisateurs,...) Identification des voies de progrès et amélioration des performances énergétiques lors du remplacement des équipements en fin de vie.
Diagnostic énergétique	Choix des objectifs énergétiques et des orientations prioritaires de MDE. Définition des budgets nécessaires pour atteindre ces objectifs. Choix d'énergies et équipements à moindre impact environnemental. Recherche des modes de financement les plus adaptés.

Pour un projet de réhabilitation, un diagnostic énergétique est nécessaire. Il n'existe pas à notre connaissance d'outils standard diffusés pour réaliser ce type de démarche.

Pour un projet de conception, à l'exception des méthodes conventionnelles de calcul des consommations, qui sont appliquées à la fin des études, nous n'avons pas recensé d'outils standardisés.

9. Un maître d'ouvrage peut-il s'attendre à obtenir des aides

Les maîtres d'ouvrage engagés dans un projet de réhabilitation d'un bâtiment peuvent faire appel à une prestation de diagnostic énergétique, qui sera subventionnée par l'ADEME. Ces aides financières sont plafonnées et représentent de 50 à 70% du coût de la prestation.

Des cahiers des charges type sont mis à disposition dans cet article.

10. Sources : pour en savoir plus

Les enjeux globaux de la MDE

- Energies de ton siècle ! Des crises à la mutation – Pierre Radanne – 2006 – Editions Lignes de repères
- So Watt ? L'énergie : une affaire de citoyens – Benjamin Dessus, Hélène Gassin – 2004 – Editions de l'aube
- Pétrole apocalypse – Yves Cochet – 2005 – Editions Fayard
- Les cahiers de Global Chance – disponibles sur le site de mediaterrre : <http://www.mediaterrre.org>
- Changement climatique : comprendre et agir – Sabine Rabourdin – 2005 - Editions Delachaux et Niestlé
- Scénario négaWatt pour la France – Association négaWatt – 2006 – <http://www.negawatt.org>
- La maîtrise de la demande d'électricité – Olivier Sidler – Avril 2003 – disponible sur le site d'Enertech : <http://sidler.club.fr/index.html>

Sites institutionnels

Type d'informations	Diffuseur de l'information	Lien internet
Documents stratégiques sur la politique énergétique et les enjeux Chiffres clés Programmes de RD &D	ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie	http://www.ademe.fr/batiment
	Direction Générale de l'Energie de la Commission Européenne	http://ec.europa.eu/energy/index_fr.html
	Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières – Ministère de l'économie	http://www.finances.gouv.fr/themes/energie_mat_premieres/energie/index.htm
	Conseil Régional PACA	http://www2.regionpaca.fr/index.php?id=1841

Réglementation

Type d'informations	Diffuseur de l'information	Lien internet
Exigences réglementaires de MDE pour les constructions neuves de bâtiments	Ministère de l'Équipement et ADEME	http://www.rt2000.net

Programmation des opérations / Conception / Guide

Type d'informations	Diffuseur de l'information	Lien internet
Qualité environnementale des bâtiments : manuel à l'usage de la maîtrise d'ouvrage et des acteurs du bâtiment – Fiches thématiques 17 à 23 et fiche 30	ADEME – Site internet national Rubrique bâtiment	http://www2.ademe.fr/servlet/KbaseShow?catid=14224&m=3&cid=96&sort=-1&p2=0201&p1=05
L'énergie dans la programmation des bâtiments en région méditerranéenne	Conseil Régional PACA	http://www.cr-paca.fr/statics/terremer/pdf/progbatmed.pdf
Référentiel "Habitat Durable" du Grand Lyon	Agence Locale de l'énergie de l'agglomération lyonnaise	http://www.ale-lyon.org/HQE.htm
Programme alsacien de bâtiments à basse énergie	ENERGIEVIE	www.energievie.fr
Guides de conception MINERGIE	MINERGIE	www.minergie.ch
Guide Energie plus	Université catholique de Louvain	http://www-energie.arch.ucl.ac.be/