

ADEME



CSTB
le futur en construction

PUCA

plan
urbanisme
construction
architecture

COMPARAISON INTERNATIONALE BATIMENT ET ENERGIE

C – COMPOSANTS ET EQUIPEMENTS INNOVANTS

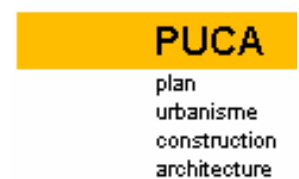
Sommaire

	<i>Page</i>
C1 RECENSEMENT	C 1
C2 PAROIS OPAQUES	C 20
C3 PAROIS TRANSPARENTES	C 51
C4 SYSTÈMES CONSTRUCTIFS COMPARÉS	C 74
C5 PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉ EN TOITURE OU FAÇADE	C 86
C6 SYSTÈMES SOLAIRES COMBINÉS	C 112
C7 STOCKAGE DE CHALEUR	C 151
C8 VENTILATION DOUBLE FLUX AVEC RÉCUPÉRATION	C 193
C9 SYSTÈMES COMPACTS VENTILATION-CHAUFFAGE-ECS	C 223
C10 MICRO COGÉNÉRATION	C 246
C11 CLIMATISATION BASSE CONSOMMATION	C 275
C12 MICRO RÉSEAU DE CHALEUR	C 319
C13 ECLAIRAGE	C 344
C14 APPROCHE INTÉGRÉE	C 366

Comparaison internationale
Bâtiment et énergie

C1- Recensement

Auteur : Daniel Quenard (daniel.quenard@cstb.fr)



C.1.1 INTRODUCTION

L'objet de cette partie est de recenser les briques technologiques qui permettent de réduire la consommation énergétique des bâtiments, déjà utilisées dans d'autres pays et qui pourraient être transposée en France. Ce recensement ne traite pas de la problématique du développement durable dans sa globalité. Néanmoins, dans l'analyse des briques les aspects socio-économiques seront abordés en complément des aspects techniques.

C.1.2 DEFINITION

La définition initiale de la brique technologique a été la suivante :

- Une "brique technologique" désigne un élément ou un sous-ensemble nécessaire à la réalisation du système bâtiment. Une brique technologique peut donc être un composant, un équipement ou un sous ensemble.

Mais après discussion avec nos donneurs d'ordres, il est apparu nécessaire d'étendre la notion de brique au-delà de l'objet technologique élémentaire en intégrant les aspects liés à l'assemblage des briques et aux liens entre le bâtiment et son environnement proche, le bâtiment étant considéré comme une "cellule vivante" dans un "organisme vivant"

C.1.3 LES CRITERES DE CHOIX DES BRIQUES

Comme l'objectif premier du PREBAT est la réduction de la charge énergétique des bâtiments dans la consommation nationale, il nous a paru important de partir des besoins tels qu'ils sont présentés dans les tableaux 1 et 2 (page suivante) pour le résidentiel et le tertiaire (Source ADEME)

On constate immédiatement que l'usage dominant est le chauffage, plus de 70 % dans le résidentiel et plus de 50 % dans le tertiaire. Mais pour ce dernier, si on combine chauffage et climatisation, on approche les 60 %. Viennent ensuite les besoins spécifiques en électricité (éclairage, électroménager, multimédia ...), l'ECS et la cuisson. Il faut noter que dans les logements neufs la part de l'électricité se rapproche de celle du chauffage, c'est surtout dans l'ancien que les besoins de chauffage doivent être réduits.

Face à cette situation, il existe trois options principales : la réduction des besoins (surtout pour le chauffage et la climatisation), la substitution des sources d'énergie (pour l'ECS, l'éclairage et l'électricité spécifique) ou une combinaison des deux.

En observant ce qui se passe dans les trois pôles mondiaux "énergivores" : Europe, Amérique du Nord et Asie les réponses sont variables suivant les climats, les traditions constructives et l'appétence à l'innovation.

Par exemple, en Europe du Nord et Centrale (Allemagne, Suisse, Autriche, Benelux, Pays Scandinave, Irlande ...), les efforts se portent surtout sur la réduction des besoins de chauffage en développant des procédés d'isolation thermique à très haute performance. Au Japon, un effort très important est fait sur l'intégration du photovoltaïque en toiture et en façade avec une implication forte des constructeurs de maisons individuelles. Aux Etats-Unis, on s'oriente plutôt vers une combinaison énergies renouvelables/réduction des besoins avec la recherche d'un bilan annuel énergétique proche de zéro en énergie fossile.

Dans tous ces pays, la tendance forte reste néanmoins d'atteindre, pour le neuf, une consommation en énergie fossile quasi-nulle vers 2050 avec une réduction d'environ 70 % des besoins et par conséquent un apport en énergie renouvelable de 30 %.

En effet, avec la consommation actuelle des bâtiments, substituer les énergies fossiles par des énergies renouvelables est peut-être techniquement réalisable mais économiquement illusoire et réduire les consommations, c'est aussi augmenter les chances de succès des énergies renouvelables.

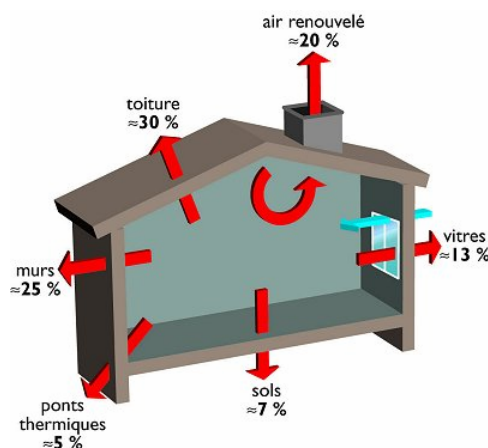
	Nombre en millions	Chauffage	ECS	Cuisson	Electricité spécifique	Consommation totale
MI	13,94	200,3	28,4	19,1	37,3	285,1
IC	10,68	117	18,8	10,1	21,1	167
TOTAL	24,61	317,3	47,3	29,2	58,3	452,1
%		70,2	10,5	6,5	12,8	

Tableau 1 - Répartition des résidences principales par usage (Source ADEME)

MI : Maison Individuelle – IC : Immeuble Collectif – ECS : Eau Chaude Sanitaire

Branches	Consommations d'énergie (TWh)					Total
	Chauffage	ECS	Cuisson	Electricité spécifique	Climatisation	
Commerces	22,2	2,9	1,1	20,5	2,9	49,7
Bureaux	28,5	1,4	0,8	16,3	4,2	51,2
Enseignement	19,9	2,4	1,6	2,3	0,3	26,6
Santé, action sociale	14,9	3,7	1,2	5,3	1	26,6
Sports, loisirs	9,1	3,8	0,4	2,9	0,8	17
CAHORE	9,8	2,6	5,9	3,3	0,9	22,6
Habitat communautaire	7	2,1	1,3	1,9	0,1	12,3
Transports	4	0,5	0,2	3,8	0,1	8,7
Total	115,4	19,4	12,7	56,3	10,3	214,1
Parts en %	54 %	9 %	6 %	26 %	5 %	100

Tableau 2 - Tertiaire : consommations énergétiques finales par usages en 2001



© ADEME / Graphies (B8)

Figure 1 : Les pertes par l'enveloppe et la ventilation (source ADEME)

C.1.4 LA CLASSIFICATION DES BRIQUES

La classification des "briques" est organisée suivant les trois composantes principales des bâtiments :

Structure (fondations incluses), Enveloppe (finitions incluses), Equipements :

La structure :

Les fondations, le sol environnant et la structure porteuse se voient rarement confier un rôle "énergétique" dans le bâtiment, or ils existent des potentialités importantes dans ce domaine.

Parmi les systèmes existants ou en développement, nous pouvons citer les exemples suivants :

- les pompes à chaleur
- les puits canadiens
- le stockage dans les fondations
- l'utilisation des locaux enterrés (caves, parking, vide sanitaires ...).
- ...

L'exploitation de la structure pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments ne pourra se faire si les incontournables concernant la sécurité (sismique et feu) et la qualité de l'air ne sont pas respectés.

L'enveloppe :

La réalisation d'un bâtiment à haute efficacité énergétique dépend très fortement de l'optimisation de son enveloppe qui va jouer trois rôles essentiels :

- la réduction des besoins (chauffage, climatisation et éclairage) qui passe par deux actions primordiales : l'étanchéité et l'isolation.
- la production d'énergie par intégration de capteurs : solaire, micro-éolien ...
- ...

Auquel, pourraient s'ajouter les émetteurs intégrés (plancher et plafonds chauffant/rafraichissants, ventilation ...)

Les équipements :

Pour assurer le confort des occupants, les équipements viennent généralement en complément et leur dimensionnement dépend généralement des caractéristiques de l'enveloppe. Les principaux couplages enveloppe/équipements sont les suivants : chauffage/isolation et climatisation/inertie/protection solaire/ventilation, et dans une moindre mesure éclairage/fenêtres ...

Reste l'ECS et les équipements électriques qui constituent deux entités à part qui nécessitent un double effort des constructeurs pour faire des produits économes et des utilisateurs pour en faire un usage raisonné. Mais dans les deux cas, les énergies renouvelables (solaire thermique et photovoltaïques, voire la biomasse et l'éolien ...) peuvent apporter des solutions intéressantes.

Les besoins chaleur/électricité peuvent aussi être produits simultanément et efficacement par la cogénération.

Les équipements seront classés en deux grandes catégories :

Equipements pour le Chauffage, l'ECS, l'Eclairage, la Ventilation, la Climatisation

L'effort important envisagé sur l'enveloppe pour réduire drastiquement les besoins (surtout sur le chauffage) devrait induire des changements importants dans le domaine des systèmes de chauffage avec une demande croissante de systèmes de faible puissance ou pour des raisons de rendement le développement de systèmes compacts multifonctionnels, voire leurs mise en réseau.

Pour illustration, on peut lister quelques technologies déjà disponibles ou en développement :

- Production et Stockage de Chaleur : équipements à faible consommation, basse température, systèmes compacts, cogénération, chaudière bois granulés ...
- Eau Chaude Sanitaire : équipements à faible consommation, ENR, systèmes compacts ...
- Eclairage : naturel, artificiel faible consommation, LED, OLED
- Ventilation et Qualité de l'Air : double flux, récupération d'énergie, systèmes compacts ...
- Climatisation : équipements à faible consommation, modulables, climatisation solaire ...

- Production Décentralisée d'Electricité : solaire, éolien, cogénération ...
- Réseaux de Chaleur :
- ...

Equipements pour la Gestion Technique "Intelligente" des Bâtiments

Les paragraphes précédents illustrent la complexité grandissante du système bâtiment : couplage enveloppe/équipement, systèmes multi-source/multi-fonction ... sans oublier le rôle primordial des utilisateurs et/ou des gestionnaires.

Pour atteindre un fonctionnement optimal de ce système, une approche globale et intégrée dès la conception est obligatoire ainsi que l'introduction d'un peu d'intelligence pour au minimum informer l'utilisateur et/ou le gestionnaire, l'aider dans ses choix et l'accompagner pendant toute la durée de vie du bâtiment.

Cette approche globale du bâtiment nécessite à la fois des technologies et des procédures.

Parmi les technologies, on peut citer :

- les capteurs/actionneurs intégrés : micro-climat local, qualité des ambiances intérieures ...
- les systèmes de gestion intelligents des sources et des émetteurs : régulation multi-sources (gaz, fioul, bois, cogénération, électricité réseau/solaire/éolien/cogénération), systèmes hybrides pour le chauffage, la climatisation et l'éclairage, éclairage naturel/artificiel ...
- les systèmes de contrôle, diagnostic, affichage, NTIC : information des utilisateurs et/ou des gestionnaires (tableau de bord, livret de l'utilisateur, carnet d'entretien ...).

Une Architecture Globale et Intégrée:

A l'issue de la première phase du projet et après discussion avec des acteurs du PREBAT, la nécessité d'une brique sur l'architecture globale et intégrée est apparue comme évidente.

Cette brique, un peu particulière puisque n'étant pas réellement un objet technique concret, devrait permettre d'éviter certains travers comme la juxtaposition de briques technologiques performantes qui ne fourniraient pas forcément un bâtiment efficient du point de vue énergétique à l'image (puisque le Mondial approche !) d'une équipe de "stars" qui ne constituent pas forcément une équipe homogène, complémentaire et efficace.

Dans cette brique seront analysés les principes souvent rassemblés sous le vocable de "bio-climatique" tels que la ventilation naturelle, l'éclairage naturel, les apports solaires passifs, voire les puits canadiens et provençaux ...

C.1.5 LE CHOIX DES BRIQUES

Le choix des cinq premières briques (Tableau 1) a été réalisé sur la base des constats exposés précédemment et après analyse des technologies les plus utilisées dans les principaux projets de bâtiments basse consommation à travers le monde, c'est-à-dire : Minergie (Suisse), Passivhaus (Allemagne, Autriche, Benelux, Pays Scandinave, Italie) et Zéro Energy Home (USA et Japon). Après analyse, les trois critères les plus importants sont les suivants :

- 1 : réduction des besoins (sobriété), en Europe principalement le chauffage.
- 2 : efficacité énergétique des équipements et confort des occupants.
- 3 : production locale ou décentralisée d'énergie

Les critères N°1 et 2 traduisent plutôt la spécificité de la marque Minergie et du label PassivHaus ; c'est-à-dire la réduction des pertes par un renforcement de l'étanchéité et de l'isolation de l'enveloppe qui, d'une part, induit l'installation d'une ventilation non pénalisante donc avec récupération d'énergie et d'autre part et permet d'utiliser des systèmes de faible puissance, combinés ou compacts. Le critère 3 est plutôt une caractéristique des bâtiments dit Zéro Energie qui doivent équilibrer leur "compte énergétique" annuel et donc produire pendant les périodes favorables, généralement de l'électricité photovoltaïque qui est utilisé pour les besoins proches et dont le surplus est réinjecté sur le réseau.

Les briques 1 et 2 répondent au critère N° 1, les briques 3 et 4 au critère N°2 et la brique 5 au critère N° 3.

Les briques suivantes sont plutôt venues en complément des cinq premières, sans ordre de priorité pour l'instant. Les deux dernières répondent à la nécessité de considérer le bâtiment comme un système global (assemblage des briques et utilisation des spécificités du site) dans son environnement local (urbain ou rural).

N°	"Briques Technologiques"
1	Parois Opaques (murs, toitures, planchers ...) à Haute Performance Energétique $U < 0,1 \text{ W/m}^2.\text{K}$ – Inertie Thermique
2	Parois Transparentes (Fenêtres, Baies Vitrées...) à Haute Performance Energétique - $U < 1 \text{ W/m}^2.\text{K}$ – Protections Solaires
3	Systèmes Constructifs Comparés
4	Systèmes Photovoltaïques Intégrés en Toitures et Façades
5	Solaire Thermique - Systèmes Solaires Combinés
6	Stockage de Chaleur
7	Ventilation Double Flux avec Récupération d'Energie
8	Systèmes Compacts Ventilation/Chauffage/ECS
9	Systèmes de Production Faibles Puissances – Micro cogénération
10	Climatisation/Rafraîchissement - Basse Consommation
11	Production Décentralisée à l'échelle du Quartier / Réseaux de Chaleur
12	Eclairage Basse Consommation - Naturel
13	Conception Architecturale Globale – Approche intégrée

Tableau I : Les 13 briques technologiques sélectionnées

BRIQUE N°1 : PAROIS OPAQUES A HAUTE PERFORMANCE ENERGETIQUE

Comme indiqué dans les paragraphes précédents, l'usage dominant de l'énergie dans les bâtiments reste en France, et dans la plupart des pays européens, le chauffage (environ 70 %). Alors quelles actions entreprendre pour réduire la consommation de chauffage ?

Toutes les études sur l'utilisation rationnelle de l'énergie dans le bâtiment montrent que limiter les pertes est le moyen le plus efficace avec le meilleur retour sur investissement.

En effet, quelle que soit l'efficacité du système de chauffage, l'efficacité énergétique globale du bâtiment sera dégradée si certaines caractéristiques thermiques ne sont pas satisfaisantes et induisent du gaspillage.

Pour l'enveloppe, les deux caractéristiques thermiques primordiales (Figure 1) sont l'isolation thermique (ponts thermiques inclus) et l'étanchéité à l'air.

En utilisant les matériaux isolants disponibles (industrialisés ou non), la voie la plus directe pour renforcer l'isolation thermique est l'augmentation de l'épaisseur ; c'est la solution préconisée dans les deux programmes de développement de bâtiment basse consommation ou passif : le label PassivHaus en Allemagne et la marque Minergie en Suisse.

Pour traiter les ponts thermiques, deux procédés se dégagent : l'isolation thermique par l'extérieure et les structures à ossature (surtout pour la maison individuelle), en utilisant principalement le bois.

Un effort tout particulier est porté sur l'étanchéité à l'air (pour éviter les "tunnels thermiques" résultant principalement des passages de réseaux et des jonctions entre éléments). Pour les labels les plus exigeants, un contrôle de la perméabilité à l'air est même imposé. Dans les maisons ossatures bois (MOB), un "emballage" (par l'utilisation de membranes) de la maison est souvent réalisé.

Le point critique reste la rénovation dans les cas où l'isolation par l'extérieur n'est pas acceptée. Pour répondre à ce défi, un effort important est fait en Suisse et en Allemagne pour développer des isolants "sous-vide" à très haute performance et de faible épaisseur (réduction attendue d'un facteur 6 à 8).

Enfin, avec le regain d'intérêt pour le solaire passif, l'inertie thermique des bâtiments revient au premier plan. En effet, alors que l'inertie thermique "consomme" de l'énergie quand celle-ci est payante (on chauffe les murs !), au contraire, quand l'énergie est gratuite, l'inertie thermique a un rôle essentiel pour le "stockage" et la ré-émission. L'inertie thermique joue aussi un rôle primordial pour le confort d'été. C'est pourquoi, à côté des solutions traditionnelles de murs "lourds" (béton, pisé, brique ...), de nouvelles technologies sont redécouvertes et adaptées, comme l'utilisation des matériaux à changement de phase dans l'enveloppe.

BRIQUE N°2 : PAROIS TRANSPARENTES A HAUTE PERFORMANCE ENERGETIQUE

Dans l'habitat, laisser entrer la lumière a depuis toujours été un besoin primordial pour le confort et la santé des occupants mais la réponse à cette exigence fondamentale, initialement "le trou" dans le mur a pendant très longtemps pénalisé l'efficacité énergétique de l'enveloppe.

En effet, ce "trou" est resté le point faible du point de vue thermique à cause principalement de l'exigence de transparence pour la vision. Le simple vitrage ne joue qu'un rôle d'étanchéité à l'air. La taille des fenêtres a donc beaucoup variée au cours des temps. En effet, la fenêtre (ou les baies vitrées en générale), de par son caractère multifonctionnel doivent présenter un équilibre entre des fonctions parfois antagonistes : éclairage/isolation, apports solaires/surchauffe ...

Mais les innovations technologiques récentes ont permis à la fenêtre de faire des progrès considérables et de devenir un des premiers composants d'enveloppe à présenter "un bilan énergétique annuel positif".

Parmi les innovations technologiques, nous pouvons citer :

- le double-vitrage qui permet d'introduire une couche isolante, la lame d'air (l'air immobile restant un des meilleurs isolants thermiques ...)
- la ou les couches basse-émissivité qui limite fortement les pertes thermiques par rayonnement de l'intérieur vers l'extérieur
- le triple vitrage qui n'est qu'une augmentation de la lame d'air ... mais aussi du poids
- la double fenêtre qui, avec le retour du mur épais résultant du renforcement de l'isolation, pourrait retrouver de l'intérêt.

- le vitrage "sous-vide" qui élimine le dernier "transporteur" d'énergie qu'est l'air et permet ainsi de réduire les épaisseurs ... mais bien sûr avec une augmentation du coût d'investissement.

De même que pour la Briques n°1, un soin très particulier devra être apporté à la liaison fenêtre-mur pour limiter au minimum les ponts thermiques et assurer une étanchéité parfaite. Ces deux derniers points sont cruciaux et dépendent essentiellement de la qualité de la mise en œuvre, dont de l'information et de la formation des poseurs.

Afin de ne pas renouveler les erreurs des premières "maisons solaires" qui ont abusé des vitrages pour favoriser au maximum les apports solaires (ce qui avait pour conséquent des surchauffes en été et des déperditions importantes en hiver ... car les vitrages simples protègent du vent et des intempéries mais n'isolent pas ...), une protection solaire (store, brise-soleil ...) devra être associée à toutes les fenêtres.

Enfin, dans le futur, la fenêtre, de part sa forte industrialisation, est certainement appelée à jouer un rôle très important, que ce soit dans le neuf ou la réhabilitation, en devenant un composant actif multifonctionnel (protection, isolation, ventilation, éclairage, production ...)

BRIQUE N°3 : SYSTEMES CONSTRUCTIFS COMPARES

Il existe à travers le monde plusieurs systèmes de construction : construction lourdes ou légères, voie humide ou sèches, ossature bois ou acier, modulables ...

L'analyse des programmes de construction des maisons basse-consommation montre que les constructions à ossature sont dominantes, en particulier les maisons à ossature bois pour les maisons passives (Allemagne) et zéro-énergie (US-Japon)

Cela signifie-t-il qu'il n'y aurait qu'un nombre limité de solutions pour réaliser des bâtiments basse-consommation énergétique.

BRIQUE N°4 : SYSTEMES PHOTOVOLTAÏQUES INTEGRES EN TOITURE ET FAÇADES

Bien que ne représentant aujourd'hui que 13 % dans le résidentiel mais déjà près de 30 % dans le tertiaire, l'usage spécifique de l'électricité va certainement croître dans les années à venir à cause de la multiplication des équipements et cela malgré une diminution régulière des consommations individuelles des appareils.

Pour répondre à cette demande en électricité, la production photovoltaïque reste une des solutions les plus élégantes mais le coût d'investissement reste très pénalisant.

Les pays les plus actifs dans ce domaine sont le Japon, l'Allemagne, les Etats-Unis et l'Espagne.

Au Japon par exemple, l'intégration du photovoltaïque dans le bâtiment, en particulier en toiture, a été fortement soutenu par le gouvernement et les principaux constructeurs (Sekisui, Misawa) ont développé des solutions standards de toitures solaires, pour pérenniser, voire développer le marché après l'arrêt des subventions.

L'intégration en toiture et en façades est une voie de développement intéressante car elle permet de réduire les coûts en remplissant 2 fonctions (étanchéité et production d'électricité) en une seule pose.

BRIQUE N°5 : SOLAIRE THERMIQUE – SYSTEMES SOLAIRES COMBINES

Le soleil constitue la principale source d'énergie renouvelable et la plus disponible. A côté de l'architecture solaire et/ou bio-climatique qui est l'un des piliers des bâtiments à basse consommation, une utilisation plus active de l'énergie solaire s'est développée comme les équipements pour l'ECS et le chauffage : CESI (Chauffe-Eau Solaire Individuel) et PSD (Plancher Solaire Direct).

BRIQUE N°6 : STOCKAGE DE CHALEUR

Dans un bâtiment, les besoins de chaleur sont dominants. Le chauffage et l'ecs (C+ECS) représente parfois plus de 80 % de la consommation, en particulier dans les logements existants.

Par ailleurs, pour les EnR, l'énergie n'est généralement pas disponible quand on en a besoin et pour une utilisation optimale des centrales de production d'électricité, il vaudrait mieux produire alors qu'il n'y a aucune demande.

Par conséquent, à cause du caractère intermittent des énergies renouvelables (solaire, vent ...) et de l'intérêt de lisser la demande pour les énergies secondaires (électricité), il est indispensable de mettre en place des systèmes de stockage qui joueront un rôle tampon entre offre et demande.

BRIQUE N°7 : VENTILATION DOUBLE FLUX AVEC RECUPERATION D'ENERGIE

Avec la réduction drastique des pertes dans les bâtiments à faible consommation, par le renforcement de l'isolation et de l'étanchéité, la ventilation devient une exigence absolue pour assurer la qualité de l'air dans les logements.

Mais comme le montre la Figure 1, la ventilation mécanique contrôlée dans son principe initiale : aspiration d'air extérieure froid et rejet d'air chaud ; contribue pour une part importante (environ 20 %) aux déperditions thermiques.

Afin de traiter cet antagonisme : renouvellement d'air sans perte d'énergie ; de nouveaux systèmes de ventilation ont été développés dans les pays les plus avancés dans le domaine des bâtiments à faible consommation. Le système de ventilation simple flux a donc été remplacé par un système double-flux avec récupération d'énergie.

Dans certains pays, comme la Suisse où la ventilation n'était pas obligatoire, on a même inventé une nouvelle appellation : l'aération douce.

BRIQUE N°8 : SYSTEMES COMPACTS : VENTILATION/CHAUFFAGE/ECS

Les besoins limités des bâtiments basse consommation ou des maisons passives ont induits aussi le développement de systèmes compacts qui rassemblent en un seul produit les fonctions ventilation, chauffage et production d'eau chaude sanitaire.

Ces nouveaux systèmes constituent une famille de produits comportant généralement :

- une pompe à chaleur sur air extrait pour le chauffage d'un ballon d'ECS,
- un récupérateur de chaleur statique air extrait/air neuf.

Le vecteur du chauffage est généralement l'air. En plus du ballon d'ECS, il peut y avoir un ballon d'eau de chauffage qui peut compléter le chauffage de l'air soufflé.

Le ballon d'ECS comporte un appoint généralement électrique, de puissance variable suivant les produits.

Certains industriels proposent de coupler ce système compact à d'autres éléments :

- puits canadien pour le préchauffage de l'air neuf,
- capteurs solaires contribuant au chauffage du stockage.

BRIQUE N°9 : SYSTEME DE PRODUCTION (CHAUD-FROID) FAIBLES PUISSANCES – MICRO COGENERATION

La réduction drastique des besoins (par exemple, 15 kWh/m².an pour les besoins de chauffage en maison passive) rendent les systèmes de production actuels obsolètes ou du moins, mal adaptés. De nouveaux

équipements de production de faible puissance sont donc en développement et plusieurs types de sources pourront être utilisés : fioul, gaz, biomasse ...

Cette bricole analysera donc tous les systèmes de production faible puissance comme par exemple la "petite" ou micro-cogénération, la trigénération, micro-turbine, moteur à gaz, moteur Stirling, pile à combustible ...

La cogénération est la production simultanée de chaleur et d'énergie mécanique, généralement transformée en électricité, à partir d'une même source d'énergie, ce qui permet d'améliorer très nettement l'efficacité énergétique du système avec un gain d'énergie primaire qui s'élève à 35 %.

BRIQUE N°10 : CLIMATISATION/RAFRAICHISSEMENT BASSE CONSOMMATION

Le secteur tertiaire représente environ 17% de la consommation d'énergie nationale. Une faible part de cette consommation du tertiaire est due à la climatisation mais ce poste est l'un des seuls qui augmente fortement depuis plusieurs années. La promotion de nouvelles technologies de climatisation à faible consommation d'énergie et l'amélioration de l'efficacité énergétique est indispensable. Pour des bâtiments conçus pour avoir un niveau de charges modéré en été (gains internes réduits, protections solaires efficaces, optimisation de l'inertie), des techniques alternatives aux systèmes classiques peuvent être envisagées.

Elles cumulent trois avantages :

- une faible puissance installée (et donc coûts d'investissement réduits),
- une consommation énergétique réduite
- la non-utilisation de fluides frigorigènes.

La réduction cumulée de la puissance de pointe et de la consommation font de ces systèmes des solutions prometteuses qui peuvent être utilisées seules ou en fonctionnement hybride avec un système classique.

Quelques exemples :

- Le rafraîchissement par évaporation qui repose sur la chaleur latente de vaporisation de l'eau pour réduire la température sèche de l'air.

- Le rafraîchissement par dessiccation a pour principe de déshumidifier l'air au travers d'une roue à dessiccation pour pouvoir le refroidir ensuite par réhumidification de cet air. Le passage de l'air au sein de la roue déshumidificatrice induit une hausse de la température sèche. Cette technique entre dans la catégorie 'faible consommation' lorsqu'une source de chaleur gratuite est disponible.

- Les plafonds froids refroidissent le local en grande partie par transfert de chaleur radiatif. Le rafraîchissement est obtenu par circulation d'eau froide dont la température doit être supérieure à la température de rosée de l'air (16°C). Des sources froides comme l'eau de mer/lac/rivière/nappe aquifère ou d'une tour de refroidissement peuvent être envisagées.

BRIQUE N°11 : PRODUCTION DECENTRALISEE A L'ECHELLE DU QUARTIER / RESEAUX DE CHALEUR

Au-delà du bâtiment, il est important de prendre en considération le quartier car la mise en réseau de certains équipements ou l'installation de réseaux de chaleur peut permettre soit de valoriser localement de la chaleur "gaspillée", soit mettre en place des systèmes efficaces de production-distribution (production décentralisée + réseaux). En effet, la production décentralisée (souvent chaleur/électricité) fournit les solutions flexibles et potentiellement très efficaces (au dessus de 75 %). Avec une politique appropriée, cette technologie pourrait avoir une contribution significative à la recherche de l'efficacité énergétique en site urbain. En particulier le développement de la cogénération couplée aux réseaux de chaleur pourrait fournir des solutions locales intéressantes. Ce type de systèmes se développe au Royaume-Uni, Danemark et en Allemagne.

La Commission Européenne estime que si la cogénération se développait jusqu'à atteindre 18 % de l'électricité produite en Europe en 2010, cela déboucherait sur des économies d'énergie de l'ordre de 3 à 4 % de la consommation totale d'énergie primaire de l'UE.

Dans certains cas, le bâtiment pourrait même jouer un double rôle de producteur/consommateur dans son environnement local.

BRIQUE N°12 : ECLAIRAGE BASSE CONSOMMATION

L'éclairage des bâtiments consomme environ 4 millions de tep/an et il constitue un poste important de la consommation d'électricité, en effet la consommation annuelle d'électricité liée à l'éclairage d'un logement représente près de 15 % de la facture d'électricité. Le gain potentiel est de 2,5 millions de tep/an. Le poids moyen de l'éclairage sur la facture d'électricité atteint 30 % dans les bureaux, voire 39 % dans les locaux d'enseignement.

La durée de vie modérée des lampes actuelles (1 à 3 ans en usage normal) fait que ce résultat pourrait être acquis très rapidement. La seule mesure récente est l'obligation faite par la réglementation thermique 2000 aux immeubles tertiaires neufs d'utiliser un fort pourcentage de sources à basse consommation.

Rien n'existe concernant les « logements neufs » et encore moins la rénovation. Le secteur tertiaire public qui couvre 10 % environ du marché de l'éclairage utilise peu de sources performantes dans ses immeubles anciens. Pourtant, il pourrait avoir un effet d'entraînement sur l'ensemble du marché. On estime qu'une réduction de 30 % est possible sur le poste éclairage, à qualité égale.

La France se situe extrêmement mal entre les pays européens pour l'usage des sources les moins consommatrices (moins de 10 % du marché), bien loin des pays d'Europe du Nord où les sources « basse consommation » couvrent près de 90 % du marché, et plus proche de pays comme la Grèce ou le Portugal.

Parmi les nouvelles technologies on peut citer les lampes à diodes (LED, OLED) qui sont dans une phase de développement. Ces lampes ont un meilleur rendement en lumière que les lampes fluorescentes. Quelques applications existent dans des créneaux particuliers et il y a donc déjà de petits marchés. Cette technologie paraît particulièrement prometteuse pour l'avenir. La diffusion de matériels de ce type obéira, évidemment, à la même problématique que celle des lampes « basse consommation » qui peine toujours à s'imposer au bout de 30 ans. Enfin, à l'image du chauffage basse température ou l'augmentation de la surface d'échange permet la diminution de la température, une augmentation des surfaces éclairantes devrait être permettre une réduction de la consommation et apporter un meilleur confort visuel.

BRIQUE N°13 : ARCHITECTURE GLOBALE INTEGREE

Toutes les briques décrites précédemment peuvent présenter des performances intrinsèques remarquables mais l'objectif final restant la performance du bâtiment; seule une approche globale permettra un assemblage optimal pour atteindre l'objectif d'un bâtiment confortable toute l'année au moindre coût en énergies fossiles.

De plus, la conception architecturale intégrée permet de considérer le bâtiment dans son environnement local (vent, ensoleillement, température sèche et humides, sol ...).

Dans cette brique seront donc analysés les principes dits du "solaire passif", de "l'architecture bio-climatique" avec prise en compte des scénarii possibles de ventilation naturelle, d'éclairage naturel, l'intégration des murs solaires et des puits canadiens et provençaux qui pourraient couplés avec d'autre briques décrites précédemment.

Cette brique importante revêt un caractère original par rapport aux précédentes car elle ne s'intéresse pas à un objet technique mais plutôt à une démarche d'intégration, une approche globale pour réaliser un produit "bâtiment" performant.

REFERENCES :

- 1 : Stratégie et moyens de développement de l'efficacité énergétique et des sources d'énergie renouvelables en France - Rapport au Premier ministre - Yves COCHET - La Documentation française; 2000;183 pages
www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/014000086/index.shtml
- 2 : Débat national sur les énergies -Rapport du Comité des Sages, Pierre Castillon, Mac Lesggy, Edgar Morin -Remis à Nicole Fontaine, Ministre déléguée à l'Industrie – 12/09/2003
www.industrie.gouv.fr/debat_energie/site/pdf/rapport-sages.pdf
- 3 : Rapport de Jean Besson - Parlementaire en mission sur le Débat national sur les énergies Remis à Nicole Fontaine, Ministre déléguée à l'Industrie – 8/10/2003
www.industrie.gouv.fr/debat_energie/site/pdf/rapport-besson1.pdf
- 4 : Nouvelles technologies de l'énergie – Rapport Gagnepain
Proposition de Programme de Recherche
Direction de la Technologie - 15 février 2005
www.industrie.gouv.fr/energie/prospect/pdf/rapport-gagnepain.pdf
- 5 : Nouvelles technologies de l'énergie – Rapport Thierry Chambolle
www.industrie.gouv.fr/energie/prospect/pdf/rapportnte.pdf
- 6 : Recherche et Développement sur les économies d'énergie et les substitutions entre énergies dans les bâtiments, Rapport Conseil Général des Ponts et Chaussée, N° 2004-0189-01-juin 2005- établi par Jean Orselli.
<http://lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/054000567/0000.pdf>
http://www2.equipement.gouv.fr/rapports/archive_r/hab_r.htm
- 7 : Les Politiques de l'urbanisme et de l'habitat face aux changements climatiques : Avis et rapports du Conseil Economique et Social présenté par M. Paul de Viguerie – Séance des 25 et 26 avril 2006.
www.conseil-economique-et-social.fr
- 8 : Le Logement de Demain, pour une Meilleure Qualité de vie : Avis et rapports du Conseil Economique et Social présenté par Mme Cécile Felzines – Séance des 13 et 14 décembre 2005
www.conseil-economique-et-social.fr
- 9 : Rapport Nouvelles Technologies de l'Energie, Proposition de Programme de Recherche - Direction de la Technologie -15 février 2005 - www.recherche.gouv.fr
- 10 : Habitat et développement durable – Les perspectives offertes par le solaire thermique - Jean-Pierre Traisnel,
www.iddri.org/iddri/telecharge/cahier-du-clip/clip_16.pdf
- 11 : Habitat et Développement Durable, Bilan rétrospectif et prospective, Jean-Pierre Traisnel, Bruno Peuportier, Alain Bornarel
www.iddri.org/iddri/telecharge/cahier-du-clip/clip_13.pdf
- 12 : Livre Vert sur l'Efficacité Energétique : Comment Consommer Mieux avec Moins : Commission Européenne – Direction Générale de l'Energie et des Transports.
- 13 : Produire son énergie, c'est possible : Le Moniteur Environnement – Hors Série -Avril 2002
- 14 : La Maison Passive : Introduction pour les architectes et les futurs maîtres d'ouvrage, Adeline Guerriat, Institut Supérieur d'Architecture de la Communauté Française La Cambre
- 15 : Le bâtiment à énergie positive – Futuribles – n° 05, janvier 2005 – www.futuribles.com
- 16: Le développement durable – Futuribles – n°315, janvier 2006
- 17 : Les chiffres clés du bâtiment - Données et Références - Edition 2004 - ADEME
- 18 : Smart Materials & Technologies for the Architecture and Design Professions, Michelle Addington & Daniel Schodek – Harvard University – Architecture Press Elsevier -2005
- 19 :Matériaux Emergents, Christian Janot & Bernhard Ilschner, Presse Polytechniques et Universitaire Romandes.
- 20 : Rapport sur l'environnement 2005 – ROCKWOOL – www.rockwool.fr
- 21 : L'Architecture écologique – 29 exemples européens, Dominique Gauzin-Muller, Le Moniteur – Paris : 2001
- 22 : L'avenir du chauffage ... sa disparition ? L'exemple des maisons passives allemandes : Chaud-Froid-Plomberie, n°651, novembre 2002.
- 23 : Fraîcheur sans clim' : Le guide des alternatives écologiques

Thierry Salomon, Claude Aubert – Terre Vivante

24 : Vers l'autonomie énergétique des bâtiments, CSTB Magazine, n°142, juillet-août 2002.

25 : Logements à Faibles Besoins en Energie - Guide de recommandations et d'aide à la conception - Région Rhône-Alpes ADEME - ODH 26 Conseil Général de Savoie

Cabinet Olivier SIDLER

26 : La Maîtrise de la Demande d'Electricité - Olivier SIDLER - ENERTECH - Association Négawatt - Paris - 25 avril 2003

27 : L'Inertie thermique en climat méditerranéen. Confort et consommations d'énergie

Colloque - 15 Mai 2003 – Montpellier - Olivier SIDLER – ENERTECH

28 : Vers des bâtiments à énergie positive –7ème Festival Images et Sciences – 2-11 mars 2004 - Energies du futur - Claude Pompéo, Hébert Sallée, Daniel Quenard - CSTB Grenoble.

29 : La Maison des [néga]watts, Le guide malin de l'énergie chez soi », Thierry Salomon et Stéphane Bedel, Terre Vivante, 2003.

30 : Etude expérimentale des appareils électroménagers à haute efficacité énergétique placés en situation réelle, projet Ecodrome, programme SAVE, rapport final, ENERTECH

Cabinet Olivier Sidler, janvier 1998.

31 : Bâtiments de logements HQE® économes en énergie et en eau, programme ReStart, Evaluation des performances, Suivi lourd, rapport final, ENERTECH Cabinet Olivier Sidler, Avril 2004.

32 : Eco-conception des bâtiments, Bruno Peuportier, Les Presses Ecole de Mines de Paris, 2003

33 : Enormous Potential for Passive and Lowest-Energy Houses », Press release of Fraunhofer Institut of Solare Energiesysteme, July 2004.

34 : Passive house projects in Belgium - Erwin Mlecnik - Passiefhuis-Platform vzw

www.passiefhuisplatform.be

35 : Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? G. Verbeeck, H. Hens Energy & Buildings - 2004

36 : Energy savings in Danish residential building stock, H. Tommerup, S. Svendsen - Energy & Buildings - 2005

37 : Coûts et Bénéfices : Protection Thermique des Bâtiments – CEPE-ETH Zurich – OFEN – Suisse

38 : Dossier : Vers l'habitat à énergie positive, Energie et Développement Durable Magazine, n°11, avril-mai 2006

39 : Riding down the experience curve for energy-efficient building envelopes: the Swiss case for 1970–2020 Martin Jakob and Reinhard Madlener - Int. J. Energy Technology and Policy, Vol. 2, Nos. 1/2, 2004 153

40 : Marginal costs and co-benefits of energy efficiency investments - The case of the Swiss residential sector - Martin Jakob - CEPE-ETH - CH - Energy Policy

41 : Mobilisation des potentiels de rénovation dans les bâtiments d'habitation - Rapport concernant l'état des travaux sur mandat de l'OFEN et de l'OFL - Walter Ott -Yvonne Kaufmann, econcept AG, Zurich & Martin Jakob, CEPE, Zurich - Cahier des journées du 13e séminaire suisse 2004 «Energie- und Umweltforschung im Bauwesen», les 9 et 10 septembre 2004 à l'EPF Zurich

42 : Breaking the “heating barrier” - Learning from the first houses without conventional heating, Robert Hastings - Energy and Buildings 36 (2004) 373–380

43 : Mitigation of CO2 Emissions from the Building Stock - Beyond the EU Directive on the Energy Performance of Buildings - ECOFYS-study - EURIMA,

45 : Towards Energy Efficient Buildings in Europe - Final Report June 2004 with Update of Annexes July 2005 - Rod Janssen - Energy Consultan t- London, UK

46 : Cost-Effective Climate Protection in the EU Building Stock - Report established by ECOFYS for EURIMA

47 : The Contribution of Mineral Wool and other Thermal Insulation Materials to Energy Saving and Climate Protection in Europe - Report established by ECOFYS for EURIMA - European Insulation Manufacturers Association

48 : Assessment of Potential for the Saving of Carbon Dioxide Emissions in European Building Stock – Report prepared for the EuroACE by Caleb Management Services - May 1998 -

- 49 : The cost Implications of Energy Efficiency Measures in the Reduction of Carbon Dioxide Emissions from European Building Stock – Report prepared for the EuroACE by Caleb Management Services - The European Alliance of Companies for Energy Efficiency in Building - December 1999
- 50 : L'importance fondamentale de l'isolation des bâtiments pour l'environnement – EURIMA - European Insulation Manufacturer Association.
- 51 : Vacuum Insulation Panels – Study on VIP-components and Panels for Service Life Prediction in Building Applications, Annex 39 “HiPTI – High Performance Thermal Insulation” of IEA/ECBCS-Implementing Agreement, Report on Subtask A, 2005.
- 51 : Vacuum Insulation in the Building Sector, Systems and Applications, Annex 39 “HiPTI – High Performance Thermal Insulation” of IEA/ECBCS-Implementing Agreement, Report on Subtask B, 2005
- 52 : Solar Electric Power - The U.S. Photovoltaic Industry Roadmap, Produced and printed by the United States photovoltaics industry. Facilitated by the National Center for Photovoltaics. Prepared by Energetics, Incorporated, Columbia, Maryland, under contract to Sandia National Laboratories - Reprinted May 2001-
- 53 : Overview of “PV Roadmap Toward 2030 2030”, PV2030, June 2004- New Energy & Industrial Technology Development Organisation (NEDO)
New Energy Technology Development Department
- 54 : Letting the Sun Shine on Solar Costs: An Empirical Investigation of Photovoltaic Cost Trends in California, Ryan Wisler, Mark Bolinger, Peter Cappers, and Robert Margolis
Environmental Energy Technologies Division, January 2006 - LBNL-59282 - NREL/TP-620-39300
- 55 : PV Status Report 2005 - Research, Solar Cell Production and Market Implementation of Photovoltaics - August 2005 - Arnulf Jäger-Waldau - European Commission, DG JRC,
Institute for Environment and Sustainability, Renewable Energy Unit - Ispra, Italia
- 57 : U.S. Climate Change Technology Program – Technology Options for the Near and Long Term - November 2003 – Page 21-28
<http://www.climatechnology.gov/library/2003/tech-options/tech-options.pdf>
- 58 : Nanotechnology in Construction -1st International Symposium in Construction Glasgow- 2003 - University of Paisley
- 59 : Nanotechnology helps solve the world's energy problems - NANOFORUM – avril 2004
- 60 : FP7 Research Priorities for the Renewable Energy Sector - EUREC Agency, March 2005 -www.erec-renewables.org
- 61 : Energy Technology Futures – Canada – www.energy.ca
- 62 : Energy Transition - www.senternovem.nl/EnergyTransition/Index.asp
www.energytransition.info
- 63 : Tecnology Roadmaps
<http://www.eere.energy.gov/buildings/tech/roadmaps.html>
- Roadmap : Building Envelope
 - Roadmap : Windows
 - Roadmap : Vision & Lighting
 - Roadmap : High Performance Commercial Building
 - Roadmap : Advanced Panelized Construction
 - Roadmap : HVAC
- 64 : The Promise of Solid State Lighting for General Illumination – Light Emitting Diode (LEDS) & Organic Light Emitting Diode (LEDS) - Conclusions and Recommendations from OIDA Technology Roadmaps - Co-sponsored by DOE (BTS) and OIDA – Optoelectronic Industry Development Association.
- 65 : Compared assessment of selected environmental indicators of photovoltaic electricity in OECD cities - International Energy Agency - Photovoltaic Power Systems Programme -European Photovoltaic Industry Association
- 66 : A Vision for Photovoltaic Technology Report by the Photovoltaic Technology Research Advisory Council (PV-TRAC) - Directorate-General for Research Sustainable Energy Systems - EUR 21242 - 2005
- 67 : Sustainable Solar Housing - Marketable Housing for a better Environment
IEA - SHC Task 28 / ECBCS Annex 38
<http://www.iea-shc.org/task28/index.html>
- 68 : Ecosystems and Human Well-Being – Millenium Ecosystem Assessment - www.maweb.org

- 69 : From Cradle to Cradle : Remaking the Way we Make Things - William McDonough & Michael Braungart – North Point Press – 2002.
- 70 : Natural Capitalism – Creating the Next Industrial Revolution – Paul Hawken – Amory Lovins – L. Hunter Lovins – Little , Brown & Co – 1999
- 71 : Factor 4 – Doubling Wealth – Halving Resource Use, Ernst von Weizsacker, Amory B Lovins, L. Hunter Lovins, Earthscan Publi. Ltd, London – 1999
- 72 : Buildings Technology in the Vanguard of Eco-efficiency - Keynote Speech - Ernst Ulrich von Weizsäcker, MP - The 2005 World Sustainable Building Conference in Tokyo on 27 September, 2005
- 73 : Steps towards a sustainable development - A White Book for R&D of energy-efficient technologies - Eberhard Jochem (Editor) - March, 2004 - www.energie-initiative.net
- 74 : Habitations Solaires Photovoltaïques – Stratégie Japonaise de Commercialisation axée sur l'efficience, Masa Noguchi, Centre de la technologie de l'énergie de CANMET - Varennes
- 75 : Une revue de projets et mesures visant les maisons solaires à consommation nulle ou faible d'énergie, Rémi Charron, Centre de la technologie de l'énergie de CANMET – Varennes
- 76 : Smart Energy Efficient Building -
http://www.ntnu.no/em/fokus/smartbygg/prosjekt_rapp.htm
- 77 : Bienvenue dans la maison du futur
Le Journal du CNRS - N°190 - Nov-Déc 2005
<http://www2.cnrs.fr/presse/journal/2524.htm>
- 78 : Bâtiment et Energie – Objectif Basse Consommation
Environnement Magazine – Dossier – N° 1644 – Janvier-Février 2006
- 79 : Bâtiment et Effet de Serre – le chantier de l'isolation dans les bâtiments existants – ENPC Atelier Changement Climatique – 2004-2005 - <http://climweb.free.fr>
http://www.enpc.fr/fr/formations/ecole_virt/trav-eleves/cc/
- 80 : Comparaison des règlements thermiques de la France et l'Allemagne - ENPC - Atelier Changement Climatique – 2002-2003 - <http://climweb.free.fr>
http://www.enpc.fr/fr/formations/ecole_virt/trav-eleves/cc/
- 81 : Maîtriser les Consommations d'énergie et réduire les émissions de gaz à effet de serre dans l'habitat existant en France – Colloque CAH- 2003 - www.cah.asso.fr
- 82 : Mieux répondre aux attentes des particuliers pour réduire la consommation d'énergie de leur logement – Colloque CAH- 2005 - www.cah.asso.fr
- 83 : Amélioration Energétique des Bâtiments Existants : les bonnes solutions – COSTIC – FFB – ADEME – 2004 – www.sebtp.com
- 84 : Les consommations d'énergie des bâtiments existants, Projet de Fin d'Étude de Stéphane Nuss - Strasbourg (ENSAIS) - Mai 2002 – CoSTIC - <http://www.costic.asso.fr>
- 85 : Towards a Climate-Friendly Built Environment, Marilyn A. Brown, Frank Southworth -Therese K. Stovall, ORNL, Oak Ridge National Laboratory, Prepared for the Pew Center on Global Climate Change - June 2005
- 86 : International Survey of Building Energy Codes
www.greenhouse.gov.au/energyefficiency/buildings
- 87 : The potential impact of zero energy homes NREL – NAHB - February 2006
www.toolbase.org

SITES WEB :

Gouvernement

Conseil Economique et Social

www.conseil-economique-et-social.fr

Mission Interministériel sur l'Effet de Serre – MIES

www.effet-de-serre.gouv.fr

Plan climat 2004

<http://www.ecologie.gouv.fr>

Ministère de l'Économie, des finances et de l'industrie, et notamment la Direction générale de l'énergie et des matières premières (DGEMP),

http://www.minefi.gouv.fr/themes/energie_mat_premieres/energie/index.htm

Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières

<http://www.industrie.gouv.fr/energie/sommaire.htm>

Aides et Crédits d'impôt

<http://www.industrie.gouv.fr/energie/developp/econo/textes/credit-impot-2005.htm>

www.anil.org

www.cler.org/aides

http://www.ademe.fr/particuliers/Fiches/aides_financieres/index.htm

<http://www.habitatdeveloppement.fr>

www.cah.asso.fr

www.anah.fr

Organismes Nationaux et Internationaux

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

<http://www.ipcc.ch>

Réseau Action Climat France

www.rac-f.org

Site d'Ispra sur l'Efficacité Énergétique

<http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int>

Technologies

www.toolbase.org

<http://www.advancedbuildings.org/>

Bâtiments Basse Consommation, Passifs voire à énergie positive

www.passiv.de

www.minergie.ch

<http://www.plusenergiehaus.de>

<http://www.rolfdisch.de>

<http://www.sonnenschiff.de>

<http://www.weberhaus.de>

www.schwoerer.de

<http://www.associations.ca/nzeh/index.html>

<http://www.sterlinghomesgroup.com/drake/index.html>

www.solarbau.de

<http://www.passiefhuisplatform.be>

www.energytech.at

Renovation

Bureaux d'Etudes

www.eboek.de/literatur.html

www.viriden-partner.ch

Projet Solanova

www.usf.uni-kassel.de/usf/forschung/projekte/solanova.en.htm

<http://www.solanova.energia.bme.hu>

Integrated ecological and energy-oriented refurbishment of service buildings

[http://www.energyagency.at/\(en\)/projekte/lcc_eco.htm](http://www.energyagency.at/(en)/projekte/lcc_eco.htm)

Projet INTEREB – Rénovation énergétique des bâtiments

http://www.fedarene.org/Best_Practices/Documents/Intereb/Intereb_guide.pdf
<http://www.rhonalpennergie-environnement.asso.fr>

Eclairage

Syndicat de l'Eclairage <http://www.syndicat-eclairage.com>
www.feder-eclairage.fr

Associations

European Insulation Manufacturer Association www.eurima.org
European Alliance of Companies for Energy Efficiency in Buildings www.euroace.org
European Renewable Energy Council www.erec-renewables.org
European Council for an Energy-Efficient Economy. www.eceee.org
Association Technique Energie Environnement www.atee.fr
Institut des Bioénergies www.itebe.org
Syndicat National des Fabricants d'Isolants en Laines Minérales Manufacturées www.filmm.fr
Association PROMO PSE : principaux acteurs de la chaîne de fabrication du polystyrène expansé (PSE)
www.promo-pse.com
Association Negawatt www.negawatt.org
Association Isolons la Terre www.isolonslaterre.org
Association HQE www.assohqe.fr
Association AMORCE www.amorce.asso.fr/
Fédération des Associations Régionales pour les Nouvelles Energies www.fedarene.org
Centre d'Information sur l'Energie et l'Environnement <http://www.ciele.org>
Comité de Liaison Energies Renouvelables <http://www.cler.org/predac/>
Syndicat des Energies Renouvelables <http://www.enr.fr>

Plate-formes Technologiques Européennes

European Construction Technology Platform (ECTP) www.ectp.org
European Solar Thermal Technology Platform www.esttp.org
Photovoltaic Technology Platform www.eupvplatform.org

Baromètre EurObserv'ER

http://ec.europa.eu/energy/res/publications/barometers_en.htm

Commissionnement

www.commissioning-hvac.org/
www.commissionnement.org

Directives – Réglementations Européennes

<http://www.enper.org>
www.enper-exist.com
<http://www.epbd-ca.org>
www.buildingsplatform.org
www.inive.org

Pompes à Chaleur

Association Française pour les Pompes à Chaleur <http://www.afpac.org>
IEA- HPP - Testing and calculation of combined heat pump systems
www.annex28.net/index.htm
Site ADEME-BRGM
www.geothermie-perspectives.fr

Climatisation à Haute Efficacité Energétique et à Faible Impact Environnemental

<http://www.cenerg.ensmp.fr/francais/themes/syst/html/bsyst.htm>

Cogénération- Réseau de Chaleur

www.petitecogeneration.org

www.cogen.org

www.cogen-challenge.org

www.dgfer.org

<http://www.viaseva.com>

www.iea-dhc.org

<http://www.fg3e.fr>

<http://www.semhach.fr/sommaire.htm>

<http://www.veoliaenvironnement.com/fr/metiers/energie/>