

EFFICACITE ENERGETIQUE DES BATIMENTS: ENJEUX ET COMPARAISON INTERNATIONALE

Jean Carassus
Directeur du département Economie et Sciences Humaines

- 1/ Enjeux
- 2/ Comparaison internationale: qu'avons-nous étudié et comment?
- 3/ Qu'avons-nous appris?
- 4/ Trois modèles de maîtrise de l'énergie dans le monde
- 5/ Les principaux enseignements pour la France

- Le bâtiment représente en France **23% des émissions de CO₂** (40% en moyenne dans le monde) et **45% de la consommation d'énergie**
- Cette énergie est essentiellement d'origine **fossile**
- Le problème: durant ces 30 dernières années, malgré une **baisse de 35%** de la consommation par m², **augmentation de 25%** du total de la consommation

- Sept segments, ordres de grandeur:
 - . **Logement neuf**: quelques millièmes du parc par an
 - . **Tertiaire neuf**: quelques millièmes du parc par an
 - . **Maisons des particuliers**: 42% de l'énergie finale
 - . **Copropriétés des particuliers**: 14%
 - . **Organismes HLM, SEM, institutionnels**: 10%
 - . **Tertiaire public**: 17%
 - . **Tertiaire privé**: 17%

- En termes de consommation d'énergie,
 - . le bâtiment représente près de la **moitié du problème du pays**,
 - . la rénovation énergétique de **l'habitat existant des particuliers** représente **plus de la moitié du problème du bâtiment**

En mars 2007, le Conseil Européen des chefs d'Etat et de gouvernement a fixé **trois objectifs ambitieux pour 2020** pour le continent, tous secteurs confondus, avec obligation de résultat:

- **moins 20% de consommation d'énergie** par rapport à 1990;
- **moins 20% d'émissions de gaz à effet de serre (GES)** par rapport à 1990, unilatéralement, **moins 30%** si accord international post-Kyoto;
- part des **énergies renouvelables** égale à **20%**.

Face à cette situation, de nombreuses initiatives ont été récemment prises en France, parmi lesquelles:

- Des **opérations performantes**, d'initiative publique ou privée
- Création du **PREBAT** (Programme de Recherche et d'expérimentation sur l'Energie dans le BATiment)
- Des appels à projets de plusieurs **conseils régionaux** seuls ou maintenant en partenariat avec le PREBAT et l'Ademe
- L'association **Effinergie®**, fondée à l'initiative de trois conseils régionaux, inspirée de l'expérience suisse Minergie, vecteur essentiel du développement pour la basse consommation
- Des politiques énergie de **municipalités** en particulier au sein du réseau Energie-cités.
- Une **fondation privée de recherche** Bâtiment et Energie (Mittal Arcelor, EDF, GDF, Lafarge), qui finance des projets de R&D sur la rénovation énergétique
- Des prêts et montages spécifiques **d'établissements financiers**.

Bref, un foisonnement d'initiatives, avec une forte dimension **régionale**.

Pour atteindre les objectifs européens, le Grenelle de l'Environnement va décider d'**un plan d'action bâtiment**. Le groupe climat et énergie propose:

- un plan de **rénovation du parc** existant avec:
 - . pour le résidentiel: **moins 12%** de consommation d'énergie en moyenne pour le parc en **2012** par rapport à 2007 , **moins 37%** en **2020**;
 - . pour le tertiaire: **moins 20%** en **2012**, **moins 50%** en **2020**;
- une **rupture pour le neuf** avec une obligation pour toute la construction neuve d'être:
 - . en **2012** à **moins 20%** de consommation d'énergie par rapport à 2005;
 - . en **2015** à **moins 50%** (bâtiment basse consommation);
 - . en **2020** à **moins 100%** (bâtiment zéro énergie ou à énergie positive).
- des **plans climat énergie territoriaux** avec **moins 20%** de GES d'ici **2020**;
- un passage de la **part des énergies renouvelables** de 9% aujourd'hui à **20%** en **2020**.

Dans ce plan d'action, pour obtenir des résultats d'ici 2012 et 2020, voire 2050, l'enjeu essentiel est la **rénovation du parc** existant.

En effet, 80% de la construction neuve agrandissent le parc existant et donc augmentent la consommation d'énergie et les émissions de CO₂, seuls 20% renouvellent le parc avec destruction.

1 à 1,5% par an est le taux de construction neuve par rapport au parc.

Le taux de **renouvellement** est de l'ordre de **0,1 à 0,2% par an**.

La France se caractérise par:

- une **prise de conscience récente** (hors démarche HQE®, qui a une dizaine d'années) de l'enjeu énergie et bâtiment,
- un **foisonnement d'initiatives**, publiques et privées,
- peu de **réalisations innovantes terminées**,
- l'absence ou l'insuffisance de **stratégies**,
- **peu d'outils** opérationnels.

D'où l'importance d'une comparaison internationale qui étudie des pays à **prise de conscience plus ancienne**, avec **beaucoup d'opérations terminées**, des **stratégies** définies et mises en oeuvre, des **outils** opérationnels,

pour profiter de leur **expérience** et de leurs **tâtonnements**.

2/ Comparaison internationale: qu'avons-nous étudié et comment?

Le **PREBAT (Programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment)**, issu du Plan Climat, a été créé en 2005 par un protocole signé par 5 ministres et 5 présidents d'agences d'objectif.

Il a commandé au **Centre Scientifique et Technique du Bâtiment** une Comparaison internationale Energie et Bâtiment.

Ce projet est cofinancé par l'**ADEME** et le **PUCA** (Plan Urbanisme Construction Architecture).

2/ Comparaison internationale: qu'avons-nous étudié et comment?

La comparaison internationale porte sur des:

- **Programmes d'opérations performantes**: Allemagne, Etats-Unis, Japon, Suisse, Espagne, Danemark.

- **Composants et équipements performants** : vision d'ensemble d'un bâtiment passif et bioclimatique, systèmes constructifs et économie d'énergie, parois opaques et transparentes, ventilation double flux, systèmes chauffage-ventilation-eau chaude, photovoltaïque, stockage de chaleur, production décentralisée d'énergie, éclairage, micro cogénération, solaire thermique, climatisation et rafraichissement basse consommation.

- **Programmes de R&D Energie et bâtiment** : Autriche, Pays-Bas, Finlande.

En italiques soulignées, vous avez le contenu du **rapport intermédiaire**, qui fait également un point sur les initiatives françaises en cours, mis en ligne début 2007 sur www.prebat.net Le rapport final sera mis en ligne en décembre 2007.

2/ Comparaison internationale: qu'avons-nous étudié et comment?

Le projet se caractérise par une **approche originale socio-éco-technique**, qui analyse les initiatives ou innovations en 6 étapes:

- 1 - **Contexte, antériorités** : contexte national, local, antériorités et origine de l'initiative ou de l'innovation,
- 2 – **Contenu** : contenu de l'initiative ou de l'innovation, type de bâtiment concerné, neuf/réhabilitation, techniques utilisées,
- 3 - **Dynamiques d'acteurs, application**: dynamique d'acteurs, mise en œuvre, financement, incitations, coûts d'investissement et d'exploitation,
- 4 - **Evaluation**: les performances réelles mesurées, les coûts réels, le vécu des utilisateurs, l'impact de l'initiative ou de l'innovation,
- 5 - **Réflexion critique sur les 4 étapes** (contexte, contenu, mise en œuvre, évaluation): points forts, points faibles, opportunités, menaces,
- 6 - **Conditions de la transposition en France** : compatibilité avec le contexte réglementaire français, disponibilité en France des techniques concernées, dynamique d'acteurs nécessaire.

2/ Comparaison internationale: qu'avons-nous étudié et comment?

et un **fort partenariat national et international**, dans un projet qui mobilise 45 ingénieurs, économistes et sociologues de 11 pays différents, avec notamment les partenaires suivants:



Danmarks Tekniske Universitet



JC Hadorn

Mansi Jasuja



Massachusetts Institute of Technology

MECHLAB @ UNSW



3/ Qu'avons-nous appris?

Les Allemands (qui essaient en Autriche, en Suisse, en Belgique et en France), savent faire des **constructions neuves pratiquement sans équipement de chauffage**, avec un surinvestissement de l'ordre de 5 à 10%.

Une maison labellisée Passivhaus doit avoir:

- une consommation pour le chauffage de **15 KWh/m²an** d'énergie primaire,
- une consommation totale d'énergie primaire inférieure à **120 KWh/m²an**,
- une **étanchéité à l'air** maximum de 0,6 volume/heure.

Les cinq caractéristiques de ces maisons sont le plus souvent:

une **sur-isolation par l'extérieur avec des fenêtres triple vitrage**, une ventilation **double flux avec récupération de chaleur**, des **gains solaires passifs**, un **appareillage électroménager peu consommateur**, l'utilisation **d'énergies renouvelables**.



Passivhaus n'est que l'un des programmes allemands, on peut distinguer notamment:

- les **maisons passives** (40KWhm²an avec l'ECS) aidées par le dispositif KfW 40; plus de 6 000 maisons réalisées
- les **maisons "3 litres"** (60KWhm²an avec l'ECS) aidées par le dispositif KfW 60; plus de 12 000 maisons réalisées
- le programme **EnSan**, sur des projets de démonstration dans l'existant;
- le programme **basse consommation dans l'existant**, avec des opérations plus proches du marché;
- le programme **Solarbau**, sur l'énergie solaire dans le non résidentiel



Building America is a private/public partnership that develops energy solutions for new and existing homes. The Building America project combines the knowledge and resources of industry leaders with the U.S. Department of Energy's technical capabilities. Together, they act as a catalyst for change in the home-building industry.

« « Construire l'Amérique » est un partenariat public privé qui développe des solutions pour les maisons neuves et réhabilitées. Il combine les compétences des leaders de la construction et du ministère de l'énergie . Ensemble ils jouent les catalyseurs pour changer l'industrie de la construction de logements »

Plus de 30 000 maisons ont été réalisées dans le cadre du programme

Aux Etats-Unis, une **maison économe type** entrant dans le programme « **Building America** », est une maison à ossature bois :

- à épaisseur des ossatures augmentée, avec une membrane d'étanchéité en extérieur ;
- aux combles bien isolés ;
- avec des fenêtres double vitrage peu émissif ;
- munie d'une ventilation mécanique ;
- avec une chaudière à haute efficacité et des réseaux courts;
- équipée de lampes fluo compactes.

Quand la maison tend vers une « **Zero Energy Home** », le dispositif est complété par du solaire thermique et un système photovoltaïque.

- Le **label américain LEED™** (Leadership in Energy and Environmental Design) est un label Haute Qualité Environnementale tertiaire avec six cibles (site durable, eau, énergie, matériaux, confort, innovation) et quatre niveaux de performance (standard, argent, or, platine). Economie d'énergie de 30% à 35%.

400 bâtiments labellisés, 3 000 demandes en cours.

- Une **maison japonaise à basse consommation** type est une maison préfabriquée, toute électrique, avec une isolation légèrement renforcée, fenêtres double vitrage, ventilation mécanique, pompe à chaleur et production locale par modules photovoltaïques intégrés dans le modèle.

160 000 maisons sont avec photovoltaïque.

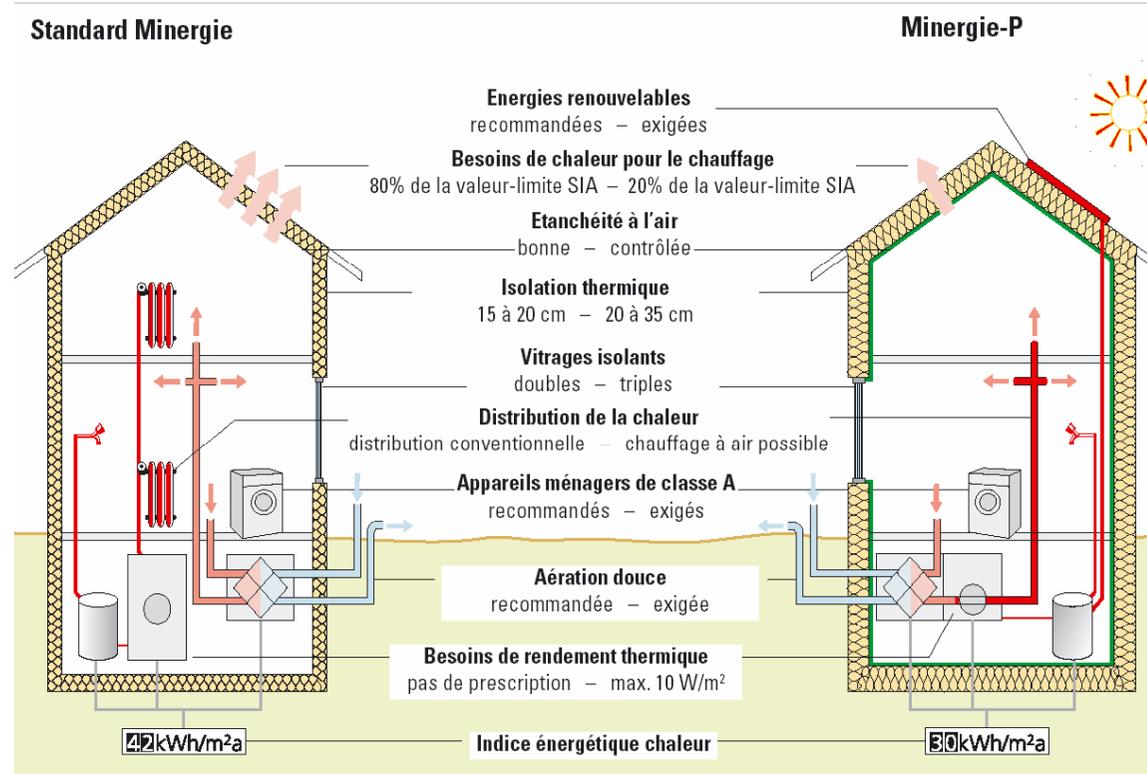
Minergie®: un label suisse à fort succès



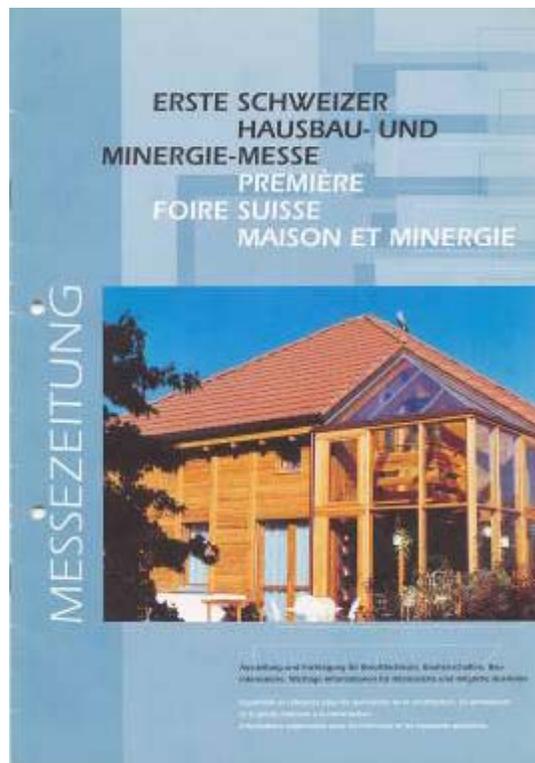
6780 bâtiments ont été certifiés selon MINERGIE® et 128 selon MINERGIE-P®, 4 selon MINERGIE-ECO®, et 3 selon MINERGIE-P-ECO®. Surface utile chauffée: 6.31 Mio m² dans les reconstructions et rénovations.

MINERGIE-ECO®	MINERGIE®	Nos partenaires:		
MINERGIE-P®				
MANIFESTATIONS, COURS				
DOCUMENTS IMPORTANTS				
LISTE DES BATIMENTS		<p>Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch</p> <p>Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie</p>		
GALERIE D'IMAGES		Deutsch	Français	Italiano
PLACE DE MARCHE				
CARNET D'ADRESSES	<p>Vous trouverez votre spécialiste MINERGIE® régional en cliquant sur notre menu carnet d'adresses. Cette base de données est alimentée de nombreuses adresses importantes relatives à MINERGIE®.</p>			
MODULES				
FAQ				

Les exigences du label Minergie® et du label Passivhaus



Foires commerciales, réseaux de partenaires, guides pratiques, spots publicitaires, sites internet



<p>MINERGIE Wohlfühlqualität, hoher Energieverbrauch Wohlfühlqualität de haut niveau énergétique</p> <p>Das MINERGIE[®]-Haus Planungshilfe für Baufachleute</p>	<p>MINERGIE Wohlfühlqualität, hoher Energieverbrauch Wohlfühlqualität de haut niveau énergétique</p> <p>Gebäudesanierung nach MINERGIE[®]-Standard Überblick - Beispiele - Ermitteln des Luftstroms</p>	<p>MINERGIE Wohlfühlqualität, hoher Energieverbrauch Wohlfühlqualität de haut niveau énergétique</p> <p>L'aération dans les bâtiments MINERGIE Guide de conception</p>
<p>Brochure Minergie « La maison MINERGIE », 1998</p>	<p>Brochure Minergie « Assainissement selon le standard MINERGIE », 1998</p>	<p>Brochure Minergie « L'aération dans les bâtiments MINERGIE », 1998</p>

Spot publicitaire MINERGIE®



[Visionner la vidéo \(Quick Time\)](#)

[Visionner la vidéo \(MPEG\)](#)

[Visionner la vidéo \(RealMedia\)](#)

[Visionner la vidéo \(Windows Media\)](#)

L'ordonnance solaire thermique de Barcelone



1999 A Barcelone, depuis 1999, tous les bâtiments **neufs ou en réhabilitation** doivent **couvrir par du solaire thermique 60 % de la demande en eau chaude sanitaire**, en chauffage de l'eau des piscines couvertes climatisées, en eau chaude utilisée dans des procédés industriels

2001 Publication d'une ordonnance type utilisable par toutes les municipalités

2005 Ordonnance type adoptée par 60 municipalités

2006 **Obligation dans toute l'Espagne** d'installer des panneaux solaires thermiques lors d'une construction ou d'une réhabilitation

Un processus de dissémination en quatre étapes:
**expérimentation, définition du concept,
diffusion, impact significatif sur le marché**

L'innovation devient
radicale *

Pays	Label	Expérimentation	Concept	Diffusion	Impact significatif sur le marché
Suisse	Minergie® neuf				En 2005, 17 % du marché neuf résidentiel suisse est labellisé Minergie®
	Minergie® existant				
Allemagne	Passivhaus neuf				
	Passivhaus existant				
Etats-Unis	LEED™ neuf				
	LEED™ existant				

* « Une innovation radicale ou impliquant une rupture est une innovation ayant un impact significatif sur le marché et l'activité économique des firmes sur un marché » (Manuel d'Oslo sur l'innovation, OCDE, Commission Européenne, 2005)

- Les *parois opaques à haute performance thermique* sont transposables en France, à condition de créer les conditions d'une **bonne mise en œuvre** permettant une bonne étanchéité à l'air. La diffusion de l'innovation passe par une rupture avec la pratique française de l'isolation par l'intérieur.

- Les marchés des *parois transparentes à haute performance thermique* (fenêtres triple vitrage), de la *ventilation double flux avec récupération de chaleur*, des *systèmes compacts chauffage – ventilation – eau chaude*, sont **liés au développement des opérations à très basse consommation**, en particulier pour des climats du nord et de l'est du pays.

- Le *photovoltaïque*, qui au Japon et aux Etats-Unis bénéficie d'un soutien public volontariste, nécessite un **soutien** politique et fiscal continu.

Six autres composants et équipements sont en cours d'analyse.

- Le programme autrichien de recherche développement *Haus der Zukunft* est intéressant pour son **articulation entre recherche technique et recherche socio-économique** et l'accent mis sur la **rénovation durable**.
- Pour les programmes hollandais de R&D *Compass* et *Energy Onderzoek Subsidie* (EOS), la **concertation avec les acteurs économiques** (qui a fait suite à une approche centralisée du programme s'étant traduite par un échec) et l'**approche « système » du bâtiment**, privilégiée au détriment de l'approche par composant, sont des choix transposables en France.

Les programmes de R&D Finlandais sont en cours d'étude.

4/ Trois modèles de maîtrise de l'énergie dans le monde

Il y a, en simplifiant, **trois modèles** de maîtrise de l'énergie dans le monde:

1/ **Basse consommation d'énergie.** L'accent est mis sur la baisse de la consommation dans des bâtiments sur-isolés.

La *variante allemande* (Passivhaus) est plus exigeante que la *variante suisse* (Minergie). Modèle adapté aux climats rigoureux

2/ **Economie et production d'énergie.** Les bâtiments sont moyennement isolés et le solaire assure une production locale d'énergie.

Les maisons de la *variante américaine* sont plus isolées et moins industrialisées que celles de la *variante japonaise*, la production locale d'énergie est photovoltaïque.

Dans la *variante espagnole*, le solaire thermique est obligatoire pour l'eau chaude. Modèle à forte utilisation de l'énergie solaire.

3/ **Energie et environnement.** Le label **américain** LEED™ pour le tertiaire est un exemple de cette stratégie.

La condition est que l'énergie soit un objectif fort, articulé à d'autres cibles (insertion dans le site, confort, matériaux, déchets...). Modèle adapté à des investisseurs pour lesquels l'énergie n'est pas l'objectif principal.

5/ Les principaux enseignements pour la France

1/ Le moteur est politique:

- au niveau européen, suite à Kyoto et dans la perspective d'un accord post-Kyoto, l'Europe fixe les **grands objectifs**, avec obligation de résultat, et définit des actions par directives

- au niveau national, l'Etat définit le **cadre**: réglementation, incitations fiscales et économiques, secteur public exemplaire, programme de R&D, labels, ...

- la mise en oeuvre opérationnelle se fait au niveau régional et local, avec un **rôle moteur des collectivités territoriales**, direct ou indirect, en partenariat avec les **acteurs locaux de la construction**

2/ Plusieurs modèles sont praticables en France:

L'association **Effinergie®** propose une adaptation de la variante suisse du modèle « basse consommation d'énergie ». Il est promis à un bel avenir, car il est moins exigeant que la variante allemande.

Le choix du modèle dépend du type de compétences à mobiliser et du climat. Il y a en particulier place en France pour développer un modèle adapté au **climat méditerranéen** et aux pays du Sud

5/ Les principaux enseignements pour la France

3/ L'approche d'ensemble du bâtiment est essentielle:

- **conception d'ensemble** du bâtiment,
- chaine **conception-réalisation-gestion**

4/ L'étude des « briques technologiques » est en cours. Dors et déjà, la question de **l'assemblage des composants et équipements** dans un tout cohérent et intégrant la question de la **maintenance** et de **l'utilisation** est une question stratégique.

5/ Une **recherche développement ambitieuse** est nécessaire.

Elle doit notamment articuler approche technique et approche socio-économique, avoir comme axe fort la vision d'ensemble du bâtiment, traiter un volet spécifique sur la réhabilitation, articuler bâtiment avec transports et urbanisme, être articulée à la recherche européenne.

5/ Les principaux enseignements pour la France

6/ Les **labels** sont un moyen efficace de diffusion de la basse consommation, accompagnés **d'actions marketing, foires commerciales, guides techniques, sites internet.**

7/ La **rénovation énergétique du parc existant**, notamment des **particuliers**, est la question la plus difficile

8/ Il ne s'agit pas d'ajouter simplement une dimension énergie aux pratiques professionnelles actuelles, il s'agit **d'un nouveau paradigme** pour la construction et l'immobilier: une nouvelle façon de **financer**, de **concevoir**, de **construire**, de **rénover**, de **gérer**, d'**utiliser** les bâtiments, en vue de la création d'un marché

9/ Les deux conditions centrales du succès sont le **financement** et la **transformation des compétences par la formation**

Merci pour votre attention

Avez-vous des questions?