

## EFFICACITE ENERGETIQUE DES BATIMENTS: COMPARAISON INTERNATIONALE

Jean Carassus  
Directeur du Département Economie et Sciences Humaines



- 1/ Comparaison internationale: qu'avons-nous étudié et comment?
- 2/ Trois modèles de maîtrise de l'énergie dans le monde
- 3/ Les conditions de diffusion

La comparaison internationale a porté sur des:

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

- **Composants et équipements performants** : *optimisation de l'enveloppe* (systèmes constructifs, parois opaques et transparentes), *utilisation efficace des énergies fossiles* (ventilation double flux, systèmes chauffage-ventilation-eau chaude, climatisation et rafraichissement basse consommation, micro cogénération), *développement du solaire* (photovoltaïque, systèmes solaires combinés chauffage eau chaude, stockage de chaleur), micro-réseaux de chaleur, éclairage.

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

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.

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

et un **fort partenariat national et international**, dans un projet qui a mobilisé 55 ingénieurs, économistes et sociologues de 12 pays différents, avec les partenaires suivants:



## 2/ 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/ Modèle « basse consommation d'énergie et bâtiments passifs ».

L'accent est mis sur la baisse de la consommation dans des bâtiments sur-isolés.

La *variante suisse* (Minergie®) est un modèle de *basse consommation*.

La *variante allemande* (Passivhaus) est un modèle de *bâtiments passifs*.

Modèle utilisé dans les climats rigoureux



Les Allemands savent faire des constructions neuves et rénovées très basse consommation avec un surinvestissement de l'ordre de 5 à 10%.

Une maison labellisée Passivhaus doit avoir:

- un **besoin pour le chauffage limité à 15 KWh/m<sup>2</sup>an**,
- une **consommation totale d'énergie primaire inférieure à 120 KWh/m<sup>2</sup>an**,
- une **étanchéité à l'air maximum de 0,6 volume/heure**.

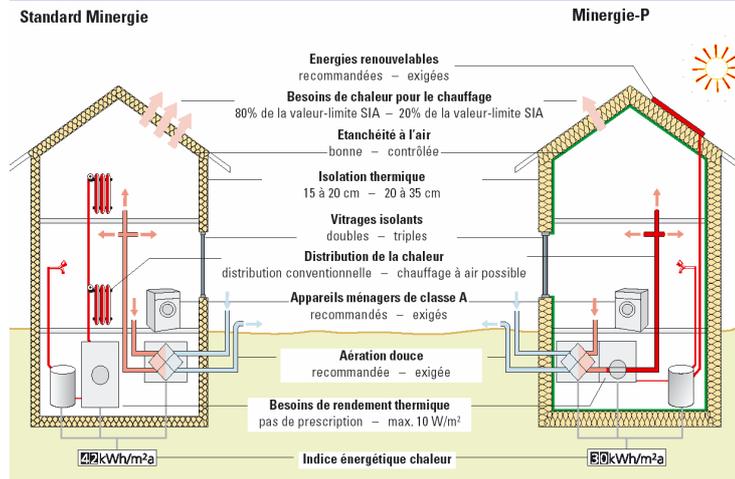
Il s'agit de bâtiments *pratiquement sans système de chauffage*. Le bâtiment est dit **passif**, car pour l'essentiel, l'utilisation « passive » de la chaleur issue du rayonnement solaire, des personnes et des appareils (éclairage, électro ménager, micro-ordinateur...) est suffisante pour obtenir une température normale en période froide.

Un bâtiment labellisé **Minergie®** a une consommation de *chauffage, eau chaude et ventilation* de 42 KWh/m<sup>2</sup>an d'énergie primaire, pour l'habitat neuf, soit la moitié de la consommation des bâtiments usuels (1)

Il s'agit de bâtiments à *isolation thermique renforcée, avec enveloppe étanche à l'air, aération contrôlée, et consommation électrique maîtrisée*.

(1) l'objectif est de 80 KWh/m<sup>2</sup> pour l'habitat rénové. Le label s'applique aussi aux bâtiments non résidentiels.

### Les techniques dans le neuf...



**Composants nécessaires à la rénovation énergétique permettant de diviser par 10 la consommation**

### ... et dans la rénovation

Composant	Avant rénovation (kWh/m²a)	Après rénovation (kWh/m²a)
Pertes	~180	~20
Gains	~100	~180

**Bilan de la rénovation énergétique d'un bâtiment situé Jean-Paul Platz à Nuremberg.** La rénovation est basée sur des composants utilisés dans les maisons passives. Il en résulte plus de 90% d'économie en ce qui concerne l'énergie primaire et les émissions de CO<sub>2</sub>.

### 2/ Modèle « économie et production d'énergie ».

Les bâtiments sont **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.

Le mix économie et production ouvre la voie aux bâtiments à énergie positive

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.

La maison tend vers une « **Zero Energy Home** », quand le dispositif est complété par du solaire thermique et un système photovoltaïque. Cela ouvre la voie à des bâtiments à énergie positive

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.



Fig. 1 : Maison solaire « Misawa Homes Z »  
(Source : Misawa Homes Co., Ltd)

### 3/ Modèle « énergie 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.

- LEED™ est une certification américaine de *qualité environnementale* conçue à l'origine pour les bâtiments non résidentiels, créée par l'US Green Building Council, organisation non gouvernementale à but non lucratif.

C'est une certification accordée si une performance suffisante est atteinte dans six domaines: **site, gestion de l'eau, énergie, matériaux et ressources, qualité de l'ambiance intérieure, innovation et processus de conception.**

Conçu à l'origine pour les immeubles neufs et réhabilitations lourdes de bureaux, LEED™ existe aujourd'hui dans des versions pour les bureaux existants (maintenance et exploitation, réhabilitation de l'intérieur, réhabilitation de l'enveloppe).

Des développements sont en cours pour *la maison individuelle, l'aménagement de quartier, les écoles et les commerces.*

### Quatre principes

#### Maitriser les besoins de chaleur

- > Isolation, ventilation,
- > Capter les apports solaires passifs
- > perméabilité à l'air

#### Fournir la chaleur avec des systèmes performants et utilisant des ENR

- > Chaudière condensation, pompe à chaleur
- > Chauffage bois, capteurs solaires

#### Maitriser les besoins d'électricité

- > Eclairage, pompes, ventilateurs
- > Electroménager, informatique

#### Produire une électricité renouvelable localement

- > Photovoltaïque....

### Les 3 modèles sont adaptables au contexte français.

L'association **Effinergie**, qui rassemble 18 conseils régionaux sur 22, avec plusieurs partenaires publics et privés, a adapté la variante suisse du **modèle « Basse consommation »** avec le label « Effinergie ».

Il est possible de s'inspirer du **modèle « Environnement et énergie »** en mixant les labels « Habitat et environnement » ou « HQE® » avec le label « Effinergie ».

L'association va s'inspirer du **modèle « Economie et production d'énergie »** en proposant prochainement un label « Effinergie bâtiment à énergie positive ».

## L'adaptation du modèle suisse aux climats et différences d'altitude en France

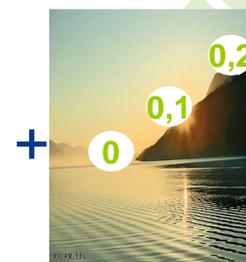
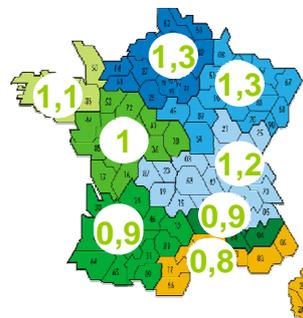


Valeurs de base:

Neuf  
50 kWh ep /m<sup>2</sup>.an

Rénovation  
80 kWh ep /m<sup>2</sup>.an

Coefficients



Un processus de diffusion 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)

**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; le Grenelle de l'Environnement va fixer un cadre volontariste

- le **moteur opérationnel** se fait au niveau régional et local, avec un rôle essentiel des collectivités territoriales, direct ou indirect, en partenariat avec les acteurs locaux de la construction (exemples des **cantons suisses**, des **régions espagnoles**, des **municipalités et Etats américains...**)

**2/ Plusieurs modèles sont praticables en France:**

Nous avons évoqué la stratégie d'**Effinergie®**. Il y a en particulier place en France pour développer un modèle adapté au **climat méditerranéen** et aux pays du Sud

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

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

4/ Pour les « briques technologiques », 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.

Un effort particulier est à faire sur la compatibilité et les liaisons entre « briques » (perméabilité à l'air, intégration du solaire...)

5/ La **question du surinvestissement initial est surestimée.**

La différence de surinvestissement est plus entre équipes de maîtrise d'ouvrage/maîtrise d'œuvre expérimentées et débutantes en énergie et environnement qu'entre bâtiments efficacement énergétiquement et bâtiments ordinaires (En Suisse si le surinvestissement est supérieur à 10%, le label Minergie© est refusé).

6/ 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.

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

8/ La **rénovation énergétique du parc existant**, notamment des **particuliers**, nécessite un plan d'action spécifique et volontariste

9/ 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 **renover**, de **gérer**, d'**utiliser** les bâtiments, en vue de la création d'un marché

10/ Les deux conditions centrales du succès sont le **financement** et la **transformation des compétences par la formation, initiale et continue**

Le rapport « Comparaison internationale Bâtiment et énergie »  
est en ligne sur  
[www.prebat.net](http://www.prebat.net)  
(Rubrique Actualités, rapports d'étude)

Merci pour votre attention.