

Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques  
Audition du 25 juin 2009

# **EFFICACITE ENERGETIQUE DES BATIMENTS: COMPARAISON INTERNATIONALE**

Jean Carassus  
Professeur à l'Ecole des Ponts ParisTech

# Sommaire

- 1/ Comparaison internationale: qu'a-t-il été étudié et comment?
- 2/ Trois modèles de maîtrise de l'énergie dans le monde
- 3/ Quelques enseignements

# 1/ Comparaison internationale: qu'a-t-il été étudié et comment?

La comparaison internationale du PREBAT, financée par l'ADEME et le Plan Urbanisme Construction Architecture, pilotée par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, 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.

# 1/ Comparaison internationale: qu'a-t-il été 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** de l'initiative ou de l'innovation, type de bâtiment concerné, neuf/réhabilitation, techniques utilisées,
- 3 – **Mise en œuvre**: dynamiques d'acteurs, financement, incitations, coûts d'investissement et d'exploitation,
- 4 - **Evaluation**: performances réelles mesurées, coûts réels, vécu des utilisateurs, 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'a-t-il été étudié et comment?

et un fort **partenariat national et international**, dans un projet au budget d'un million d'Euros, qui a mobilisé pendant deux ans, 55 ingénieurs, économistes et sociologues de 12 pays différents:



Massachusetts Institute of Technology



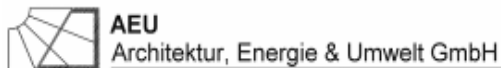
Fraunhofer Gesellschaft



Danmarks Tekniske Universitet



MECHLAB @ UNSW



INGENIEURBÜRO TRINIUS  
BAUEN ENERGIE UMWELT

Mansi Jasuja

## 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/ Premier 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*.

## 2/ Trois modèles de maîtrise de l'énergie dans le monde

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 d'énergie finale,
- 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.

## 2/ Trois modèles de maîtrise de l'énergie dans le monde

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)

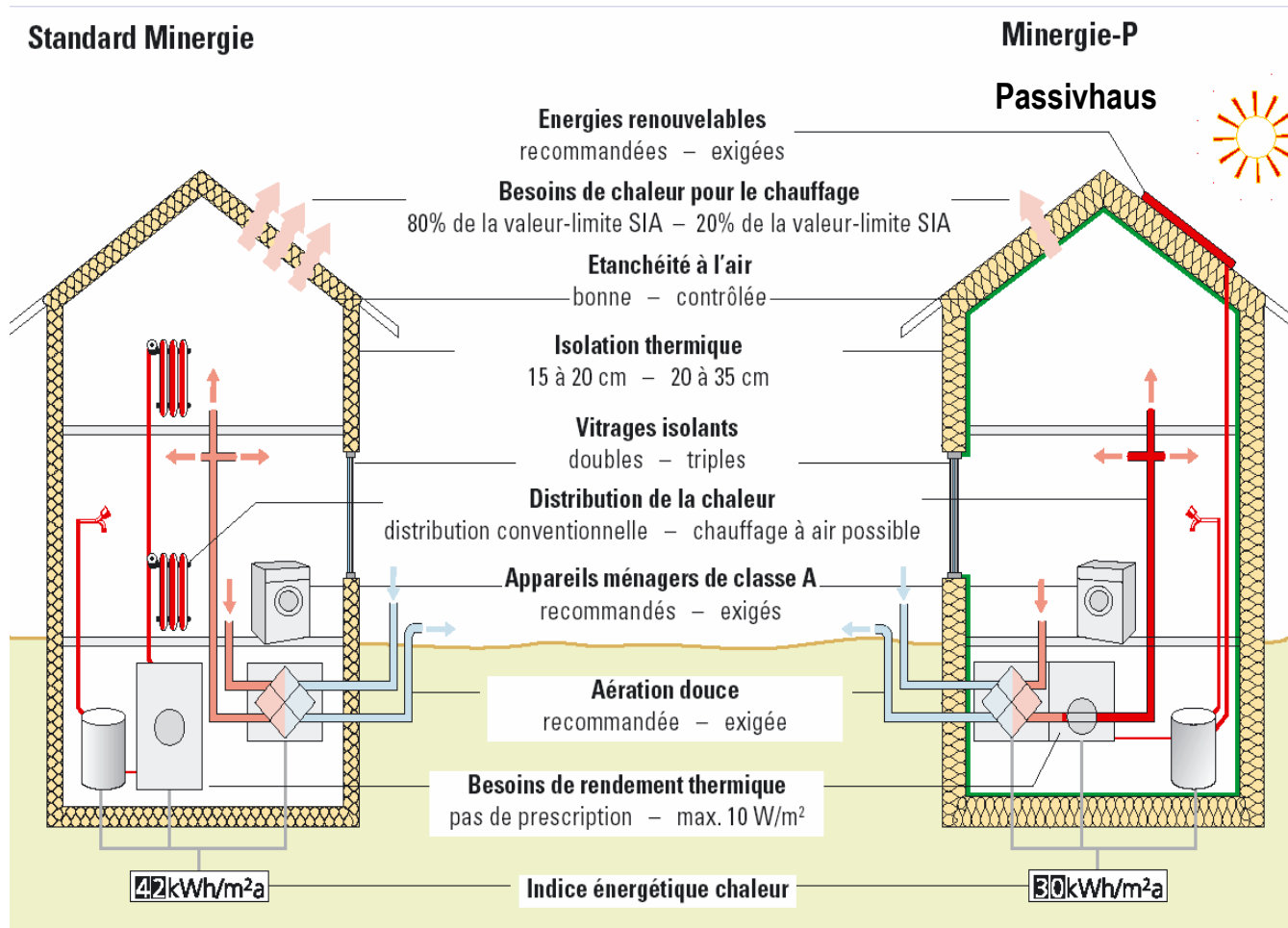
Il s'agit de bâtiments à *isolation thermique renforcée, avec enveloppe étanche à l'air, aération contrôlée, et consommation électrique maîtrisée.*

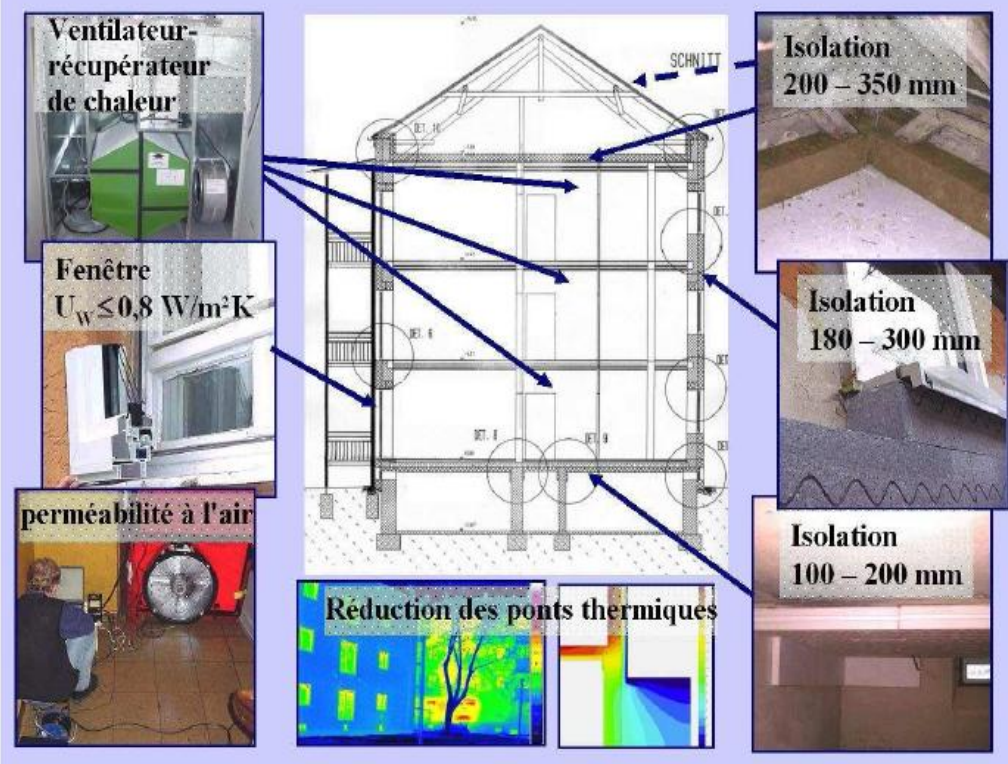
(1) l'objectif est de 80 KWh/m<sup>2</sup> pour l'habitat rénové. Le label s'applique aussi aux bâtiments non résidentiels.



# 2/ Trois modèles de maîtrise de l'énergie dans le monde

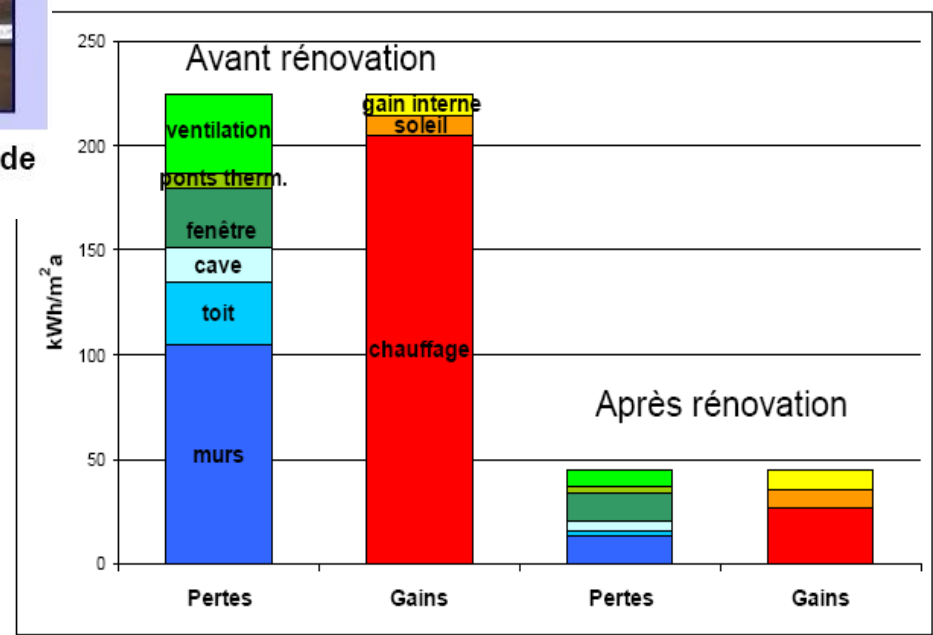
Les techniques dans le neuf...





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

... et dans la rénovation



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

### **2/ Deuxième 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.

## 2/ Trois modèles de maîtrise de l'énergie dans le monde

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).

Il existe également notamment en version *commerces, hôpitaux, maison individuelle, aménagement de quartier, écoles et commerces.*

## 2/ Trois modèles de maîtrise de l'énergie dans le monde

### 3/ Troisième 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*

## 2/ Trois modèles de maîtrise de l'énergie dans le monde

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.

## 2/ Trois modèles de maîtrise de l'énergie dans le monde

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.

Plus de 160 000 maisons sont avec photovoltaïque.



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

## 2/ Trois modèles de maîtrise de l'énergie dans le monde

### Quatre principes techniques

#### *Maitriser les besoins de chaleur*

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

#### *Fournir la chaleur avec des systèmes performants utilisant notamment 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....



## 2/ Trois modèles de maîtrise de l'énergie dans le monde

**Les 3 modèles sont, ou seront, appliqués en France.**

L'association Effinergie, a adapté la variante suisse du modèle « Basse consommation » avec le *label Effinergie®*, qui sera généralisé à toute la construction neuve avec la *Réglementation Thermique 2010-2012*.

Le modèle « Environnement et énergie » est appliqué dans les *certifications Haute Qualité Environnementale HQE®*.

Le modèle « Economie et production d'énergie », en cours d'expérimentation, sera généralisé à toute la construction neuve dans sa version Bâtiment à énergie positive avec la *Réglementation Thermique 2020*.

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

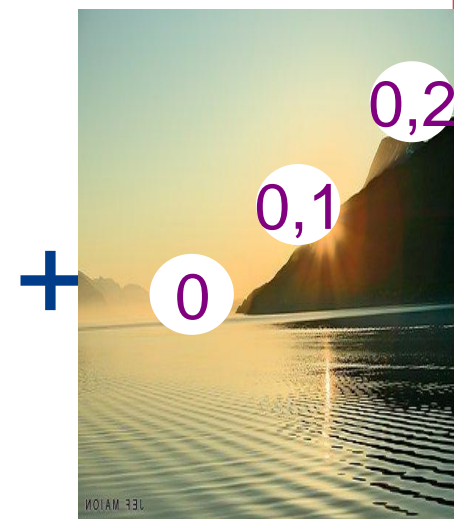
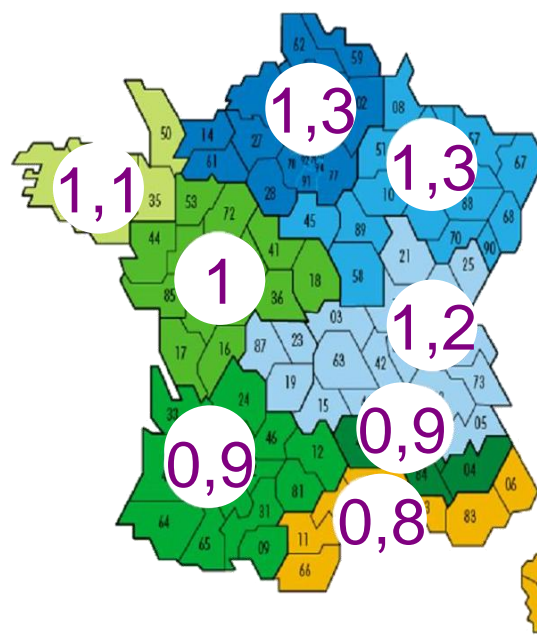


## Coefficients

Valeurs de base:

Neuf  
50 kWh ep /m<sup>2</sup>.an  
50% RT 2005

Rénovation  
80 kWh ep /m<sup>2</sup>.an  
40% RT 2005



# 3/ Quelques enseignements

## 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 fixe 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...)

\* Nicholas Stern n'affirme-t-il pas que le changement climatique est l'une des plus grandes défaillances que le marché ait jamais connu?

# 3/ Quelques enseignements

**2/ L'approche d'ensemble du bâtiment** est essentielle:

- *conception d'ensemble* (climat local, enveloppe, équipements) du bâtiment, assemblage cohérent des « briques technologiques »

- chaîne *conception-réalisation-gestion-usage*

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

La différence de surinvestissement est plus *entre équipes expérimentées et équipes débutantes en énergie et environnement* qu'entre bâtiments efficaces énergétiquement et bâtiments ordinaires

(En Suisse si le surinvestissement est supérieur à 10%, le label Minergie ® est refusé).

### 3/ Quelques enseignements

#### **4/ Le marché s'empare de l'immobilier durable**

*Le prix de revente et le loyer des bâtiments certifiés énergie ou environnement sont supérieurs aux bâtiments non certifiés (maisons Minergie ®, bureaux Energy Star™ et LEED™)*

#### **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.

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

### 3/ Quelques enseignements

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

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

Le rapport PREBAT  
« 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.