

# Vers des Bâtiments à Energie Positive

**Economie d'Énergie  
Efficacité Énergétique  
Énergies Renouvelables et Locales**

**Daniel QUENARD**

**CSTB-Grenoble**

**Dpt Enveloppes et Revêtements / Physique des Matériaux**

**[quenard@cstb.fr](mailto:quenard@cstb.fr) - 04 76 76 25 46**

## 1 - REGLEMENTATION THERMIQUE 2005

Label HPE – THPE - Effinergie

## 2 - Basse Consommation Energétique

MINERGIE S & P - PASSIVHAUS

## 3 - Energie Zéro

ZEH : Zero Energy Home - NZEH : Net Zero Energy Home

ZLEH : Zero Low Energy Home - ZUCH : Zero Utility Cost House

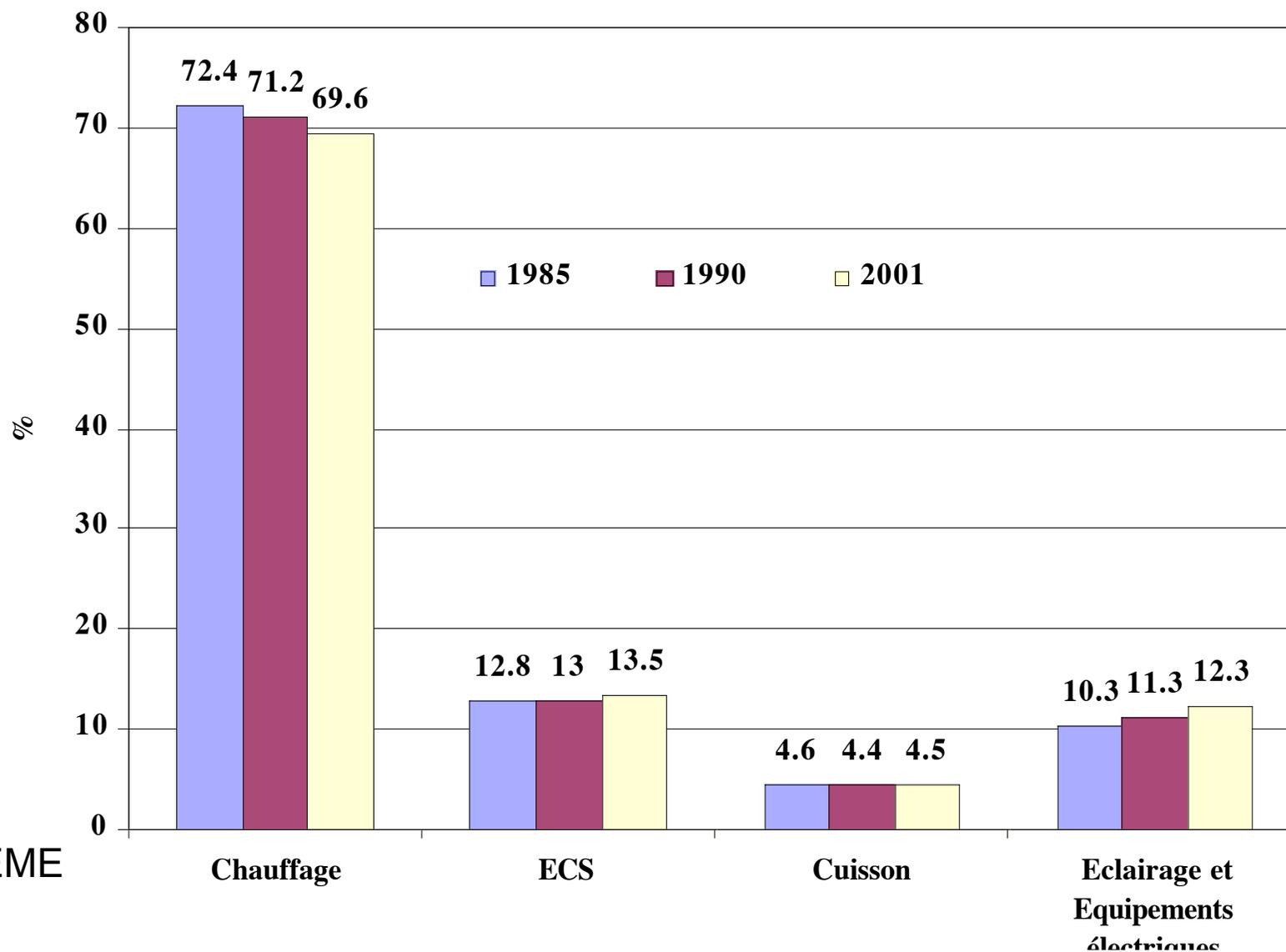
## 4 - Energie Positive

---

# Compte Energétique

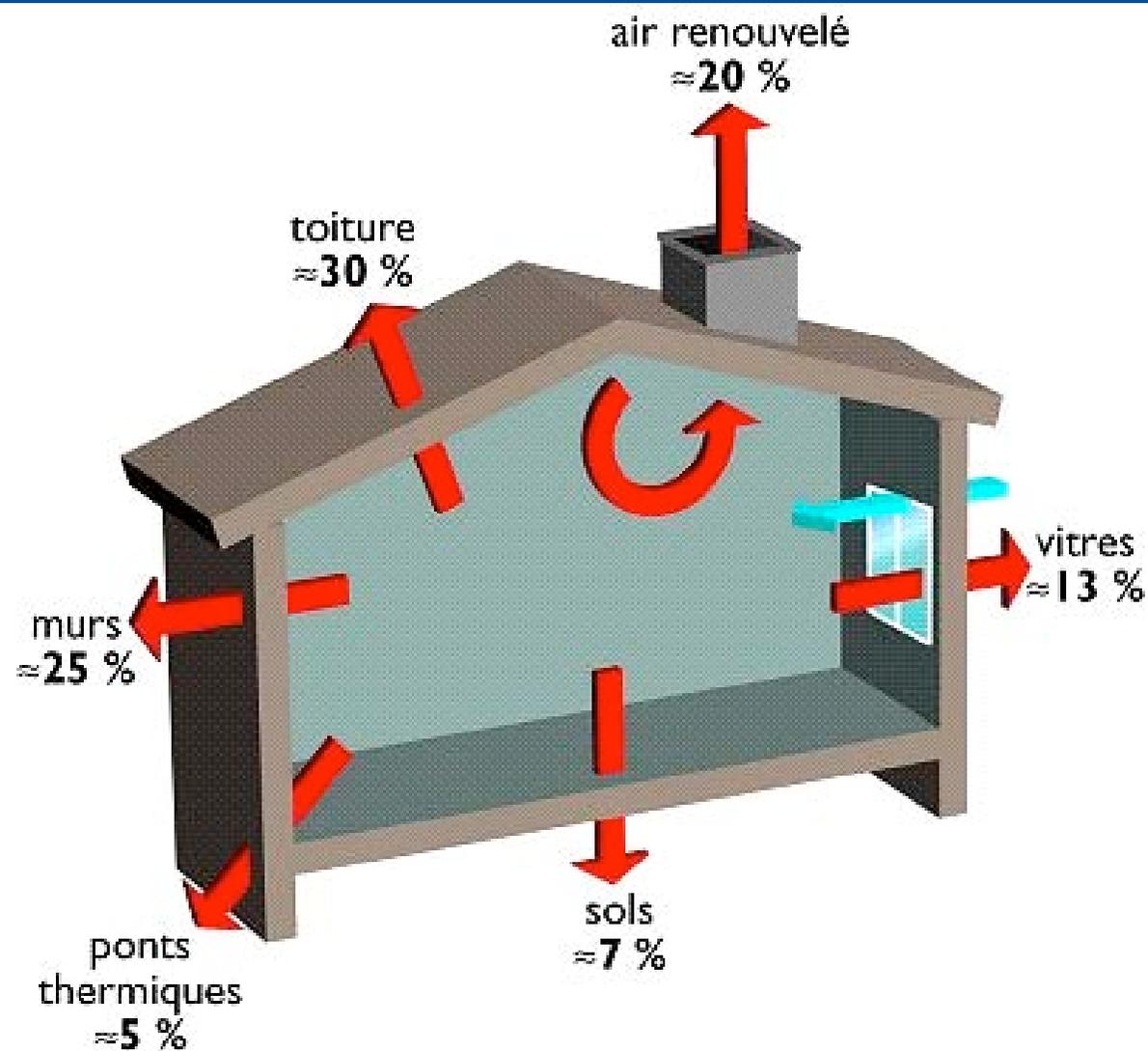
	<b>Débit</b> <b>(Consommation – Pertes)</b>	<b>Crédit</b> <b>(Production – Gains)</b>
	<b>Chauffage</b>	<b>Apports Internes</b>
	<b>Ventilation</b>	<b>Solaire Thermique Passif &amp; Actif</b>
	<b>Climatisation</b>	<b>Eclairage Naturel</b>
	<b>Eau Chaude Sanitaire</b>	<b>Récupération (air, eau)</b>
	<b>ECLAirage Artificiel</b>	<b>Equipements Hautes Performances</b> <b>Pompe A Chaleur</b>
	<b>Electroménager (prod. "blancs")</b>	<b>Préchauffage</b> <b>Pré-rafraichissement</b>
	<b>MultiMédia (prod. "bruns")</b>	<b>Solaire Photovoltaïque</b>
	<b>Autres Equipements Electriques</b>	<b>Biomasse</b>
	<b>...</b>	<b>Eolien / Micro-hydraulique</b>
<b>BILAN</b>	<b>D (kWh/m_.an)</b>	<b>C (kWh/m_.an)</b>

# Répartition des Consommations



Source ADEME

# Pourquoi le chauffage ?

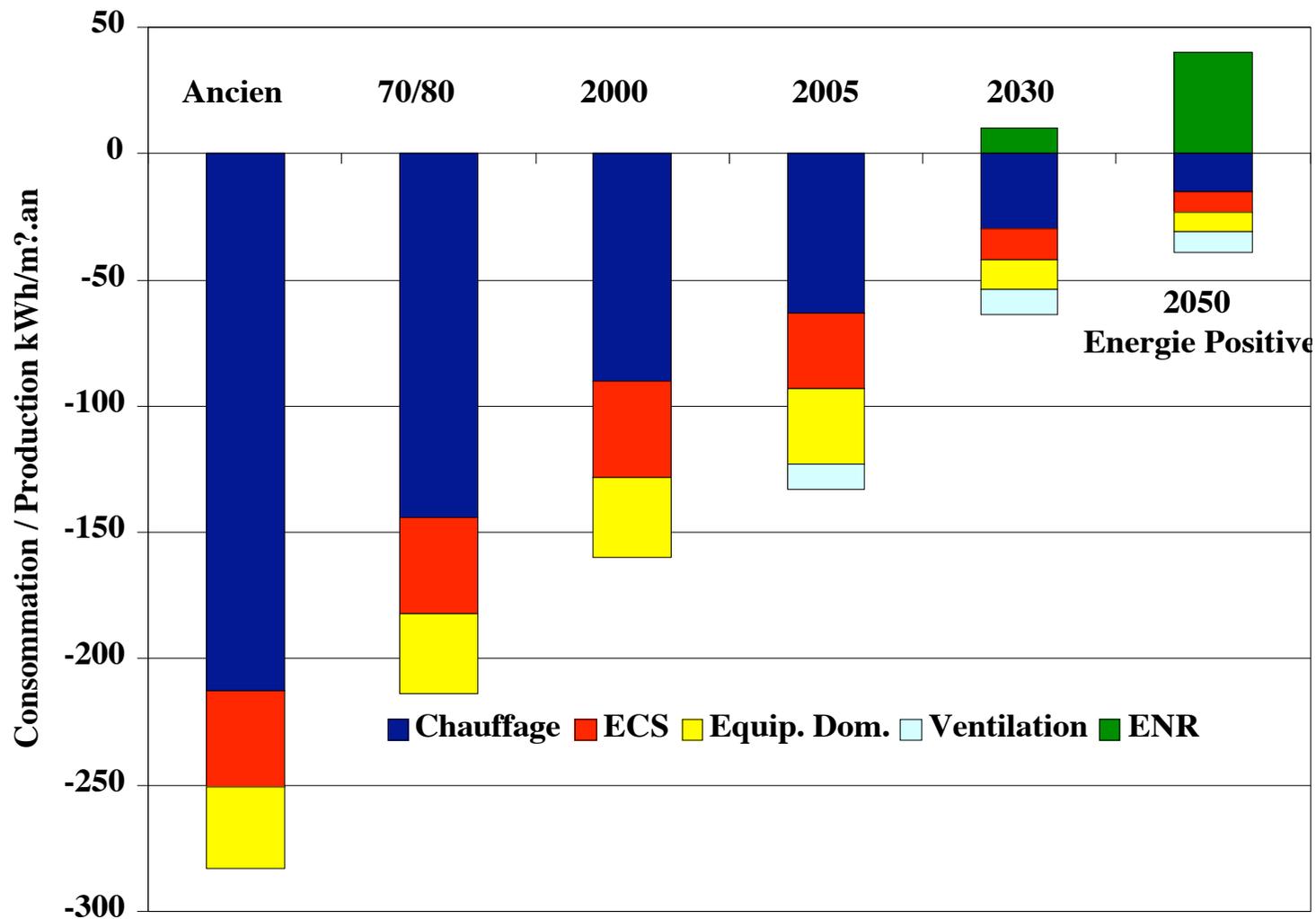


Source ADEME

# De la RT2005 au BEPos

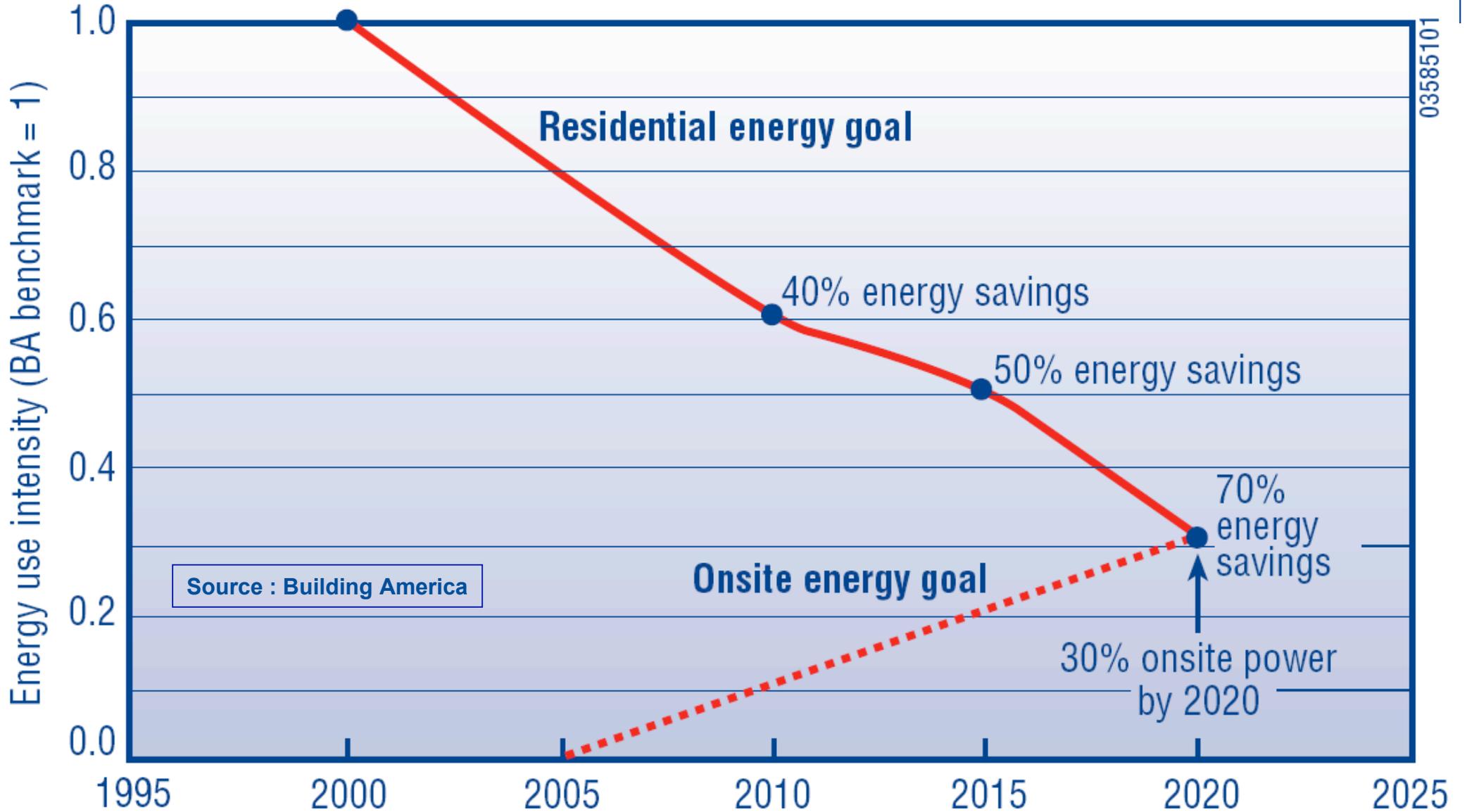
	<b>Actions sur D</b>	<b>Actions sur C</b>
<b>Réglementation</b> <b>RT 2005</b> <b>Neuf</b>	Consommation Maximale 80 / 130 kWh/m <sub>2</sub> .an Energies Fossiles 130 / 250 kWh/m <sub>2</sub> .an Electricité / PAC <b>Energie primaire</b>	Apports Passifs (vitrages + inertie) ECS solaire
Basse Conso. En. Minergie Neuf Rénovation	Labels HPE (-10%) et THPE (-20%) Réduction importante des besoins <b>CV + ECS + ECL</b> Individuel neuf Energie Finale < 42 kWh/m <sub>2</sub> .an Individuel rénové Energie Finale < 80 kWh/m <sub>2</sub> .an	Apports Internes et Passifs Récupération sur la ventilation ECS solaire – PAC - Bois
Passif PassivHaus Neuf Rénovation	Forte réduction <b>Besoins de chauffage &lt; 15</b> kWh/m <sub>2</sub> .an En. Finale Totale < 42 kWh/m <sub>2</sub> .an	Apports Internes et Passifs Récupération sur la ventilation ECS solaire – PAC – Bois Systèmes Compacts CV-ECS
Energie Zéro ZEH, ZEB, ZUCH	En. Primaire Totale < 120 kWh/m <sub>2</sub> .K Réduction importante du type Minergie	<b>C = D sur l'année</b> ECS solaire – <b>Photovoltaïque</b> PAC - Bois
Energie Positive Plus EnergieHaus	Forte réduction des besoins du type PassivHaus	<b>C &gt; D sur l'année</b> ECS solaire – <b>Photovoltaïque</b> PAC - Bois

# Vers des BEPos



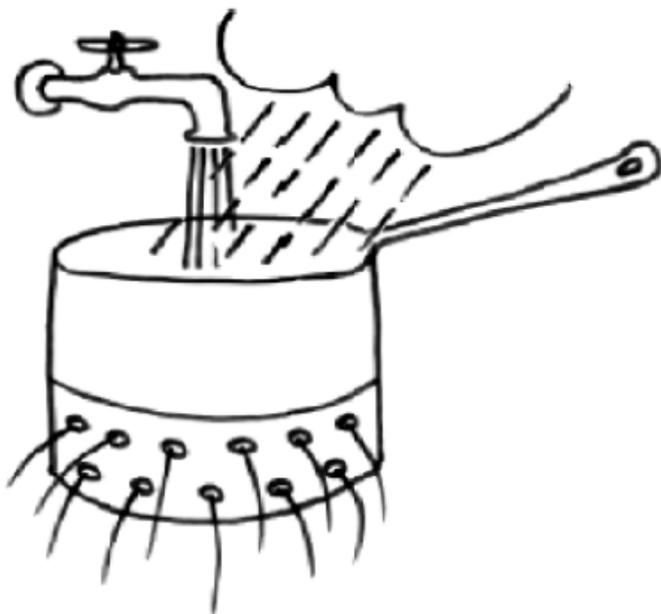
<b>PassivHaus</b>	<b>Minergie®</b>
<b>Passiv Haus Institute – PHI (1996) Prof. W. Feist – Darmstadt (DE)</b>	<b>Association (1997) Suisse Energie + Cantons + Industrie</b>
<b>Certification Volontaire Produits et Services</b>	<b>Marque - Label de Qualité - Volontaire Produits et Services</b>
<b>Neuf - Rénovation Habitat Individuel et Collectif Bâtiments Tertiaires</b>	<b>Neuf - Rénovation Habitat Individuel et Collectif Bâtiments Tertiaires</b>
<b>Près de 10 000 labels en Allemagne Environ 1000 labels en Autriche Extension au Benelux</b>	<b>Plus de 5000 labels (plus des 3/4 dans le neuf)</b>

# ZERO ENERGY HOME

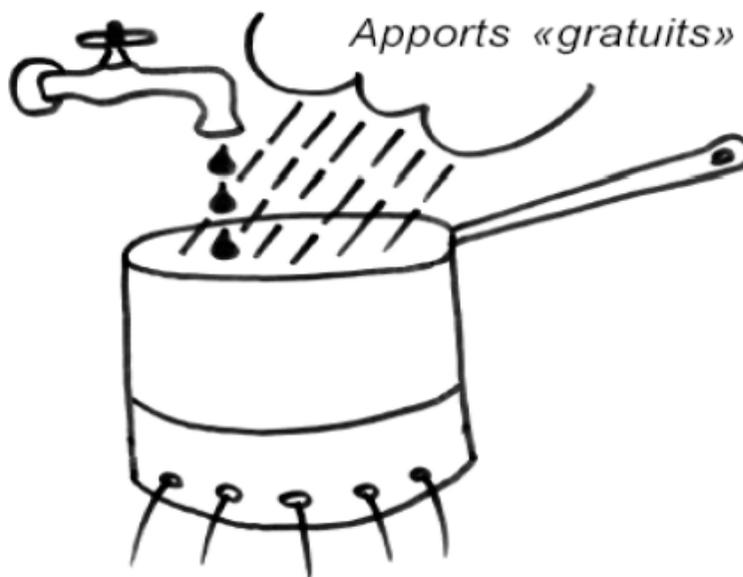


# MINERGIE / PassivHaus : ... des principes simples

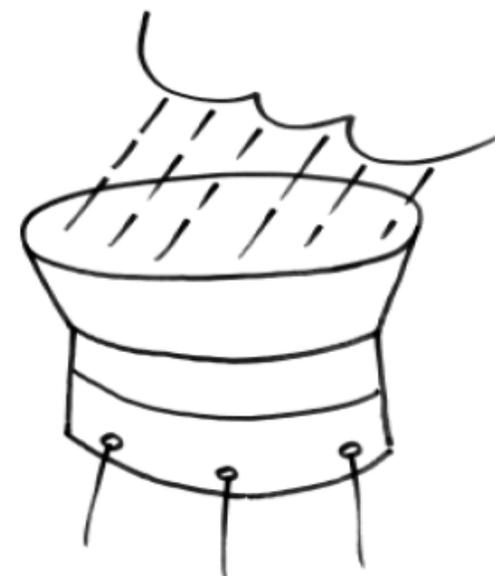
**Conventionnel**



**Minergie**



**Passif**



Calcul des besoins d'énergie finale : Chauffage + ECS :

$$E_{hww} = \begin{aligned} &+ \text{Pertes par l'enveloppe} \\ &+ \text{Renouvellement d'air - récupération de chaleur} \\ &- \text{Apports solaires passifs et internes utilisables} \\ &+ \text{ECS - apports solaires actifs} \\ &\div \text{Facteur } \eta/g \text{ (production de chaleur)} \end{aligned}$$

$$IDE = E_{hww} + C_{\text{éclairage}}$$

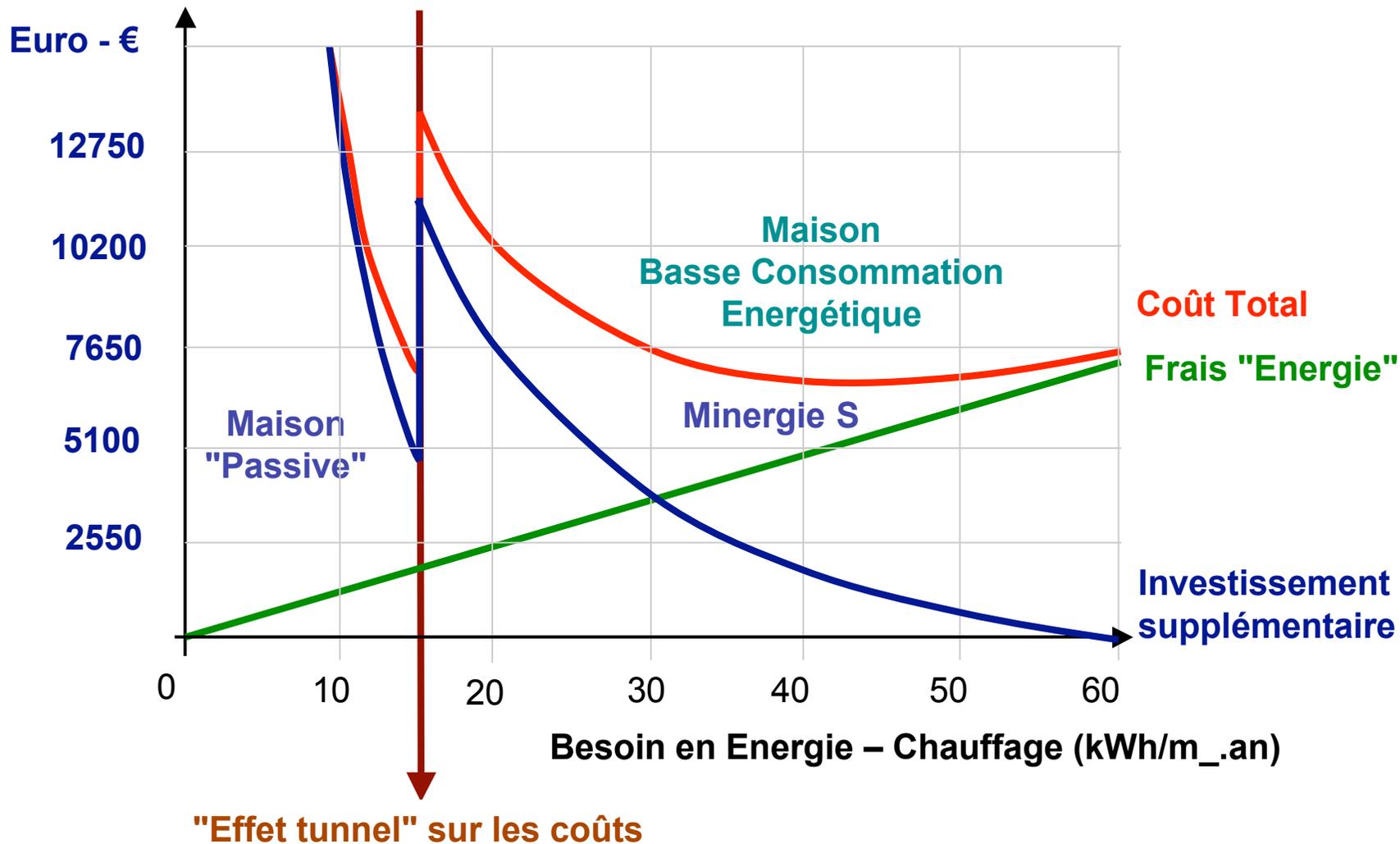
## Pondération Technico-Politique : □/g

	Fraction utile	Pondération g	□/g
Mazout	0.85	1.00	0.85
Gaz (cond.)	0.92	1.00	0.92
Bois	0.75	0.60	1.25
Electrique direct	1.00	2.00	0.50
PAC Air-Eau	2.30	2.00	1.15
PAC Sondes	3.10	2.00	1.55

# Exigences MINERGIE S

<b>IDE</b>	<b>42 kWh/m<sup>2</sup>.an</b>
<b>Étanchéité à l'air</b>	<b>Elevée</b>
<b>Isolation Thermique</b>	<b>15 à 20 cm</b>
<b>Vitrages</b>	<b>Double – Basse Emissivité - Gaz Rare</b>
<b>Aération/Ventilation/Récup.</b>	<b>Exigée</b>
<b>Production/distribution chaleur</b>	<b>Conventionnelle - Haut Rendement</b>
<b>Appareils Electriques</b>	<b>Classe A</b>
<b>Architecture</b>	<b>Compacité - Orientation</b>

# Maison Passive : « effet tunnel »



## Enveloppe Performante

Perméabilité à l'air contrôlée  $< 0,6 \text{ h}^{-1}$

Isolation  
 $U < 0,15 \text{ W/m}\cdot\text{K}$   
20 - 40 cm

Besoin Chauffage  
 $< 15 \text{ kWh/m}\cdot\text{an}$

Ventilation  
Automatique  
avec Récupération  
( $\eta = 80 \%$ )

air entrant

air consommé

Triple vitrage isolant

air entrant

air consommé

air entrant

air frais

air sortant

air entrant

air consommé

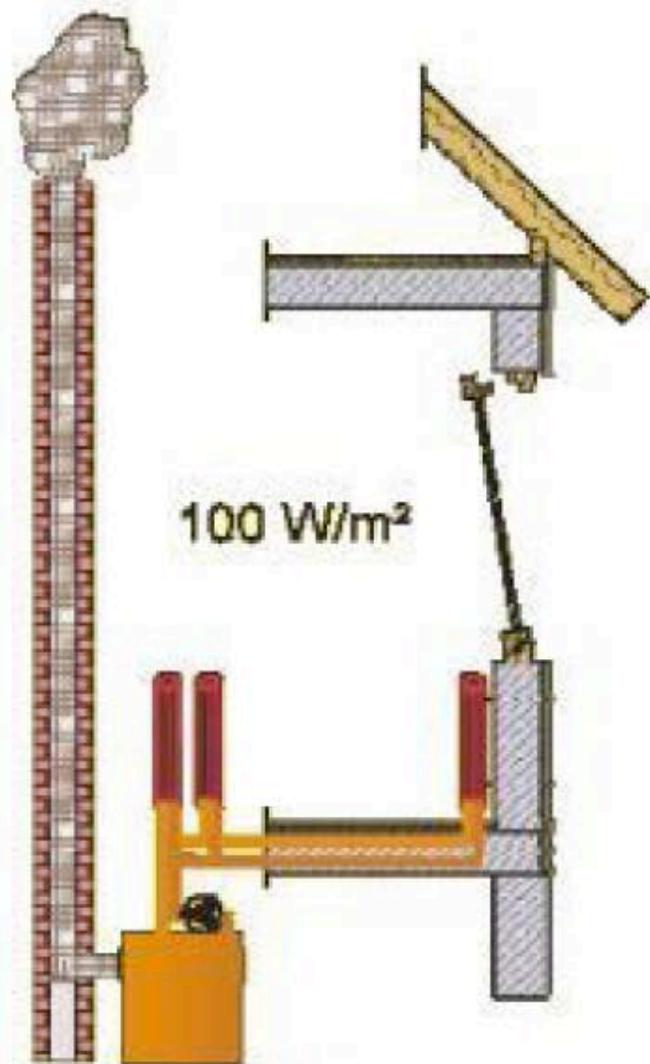
air entrant

Ventilation contrôlée

récupération de la chaleur du sous-sol

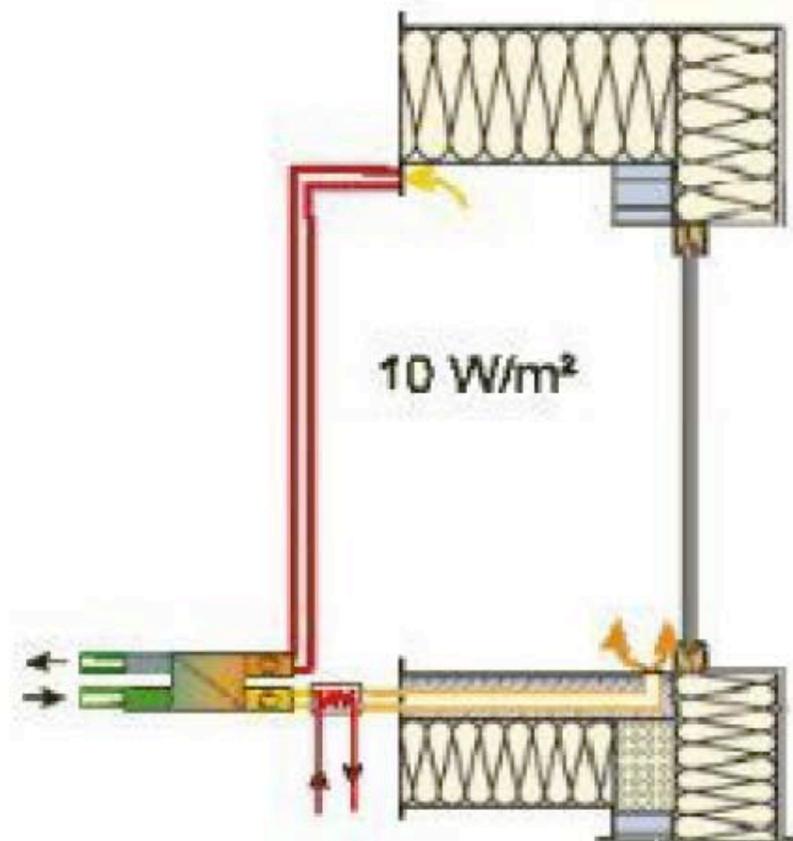
échangeur de chaleur

### Maison ordinaire



Système de chauffage hydraulique

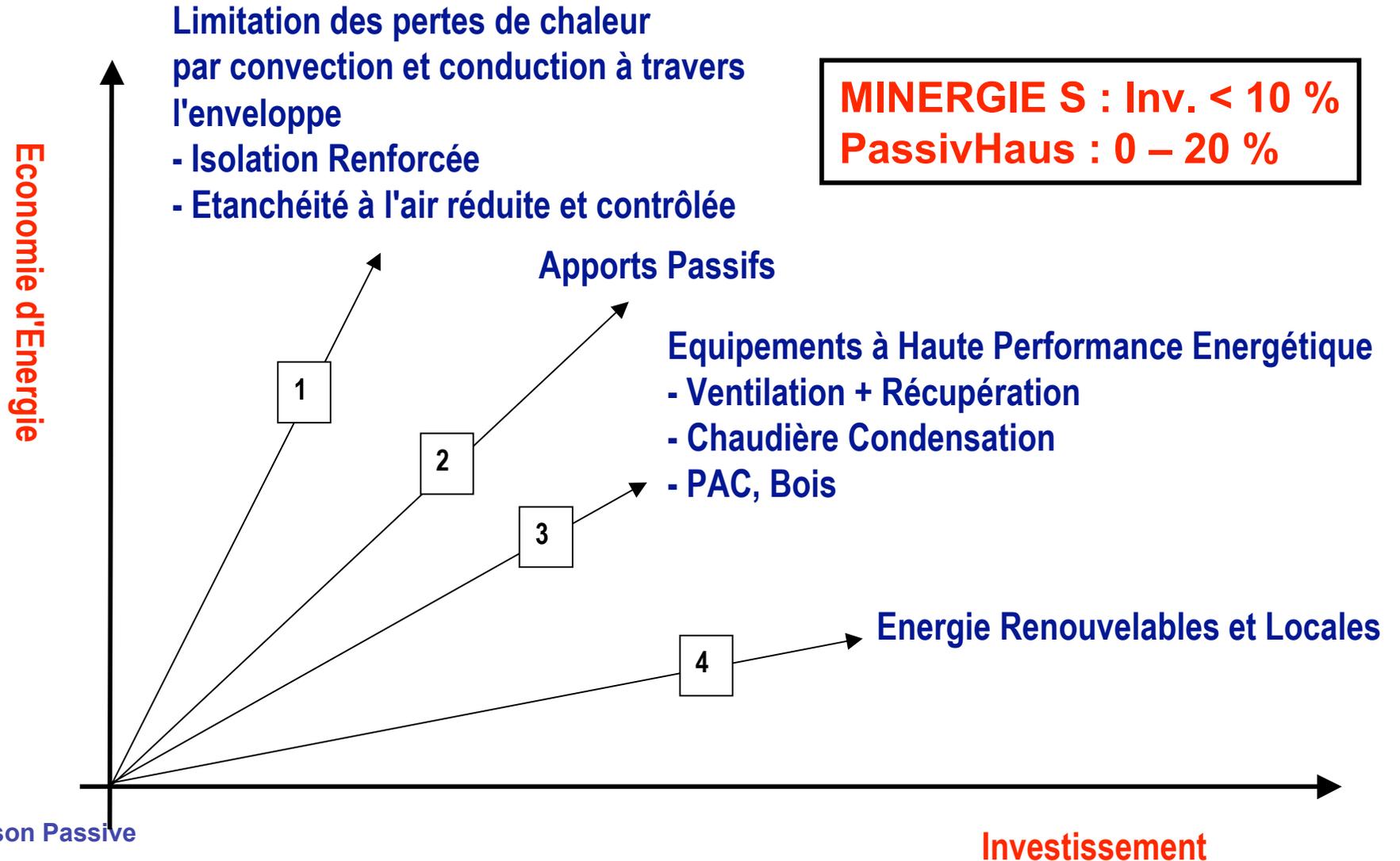
### Maison passive



Système aéraulique à récupération de chaleur

**Systèmes Compacts : CV-ECS**

# Coûts – Bénéfices Investissement – Economie d'Énergie



30 cm de PSE

« opacifié »

Source : BASF -3lh

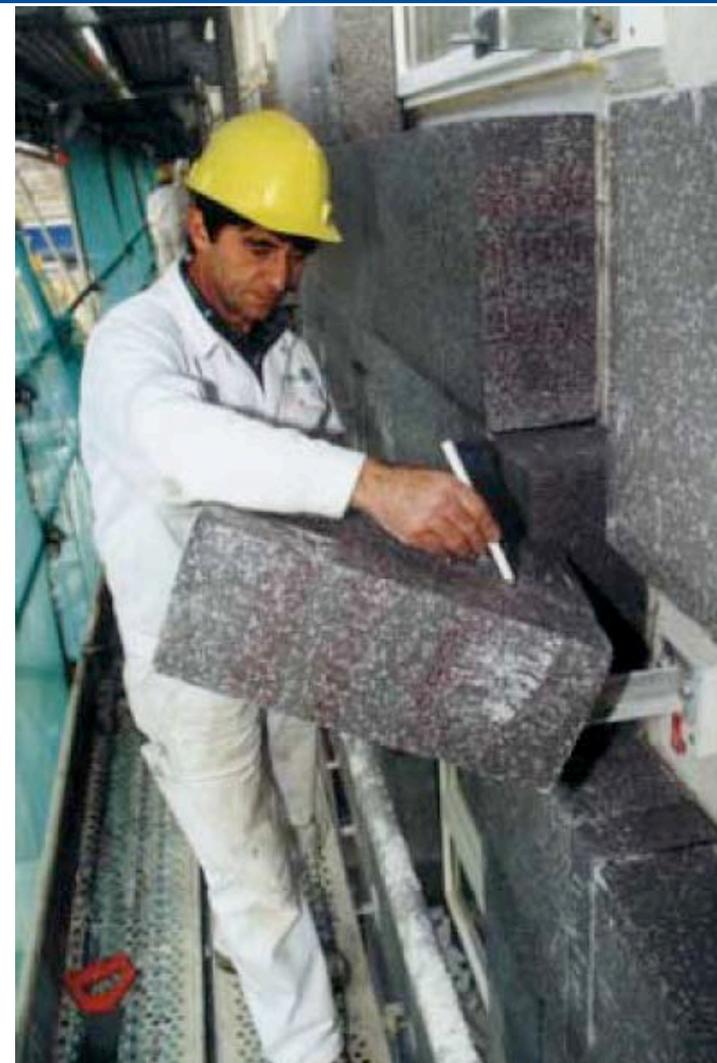
**U < 0.15**

**W/m\_K**

**30- 50 cm**

**d'isolant.**

Source : Passive-On



Triple Vitrage  
basse émissivité  
 **$U < 0.75 \text{ W/m}_K$**   
facteur solaire  $g > 50\%$

**PRODUITS CERTIFIES**  
disponibles sur le marché

**Module MINERGIE Fenêtres**

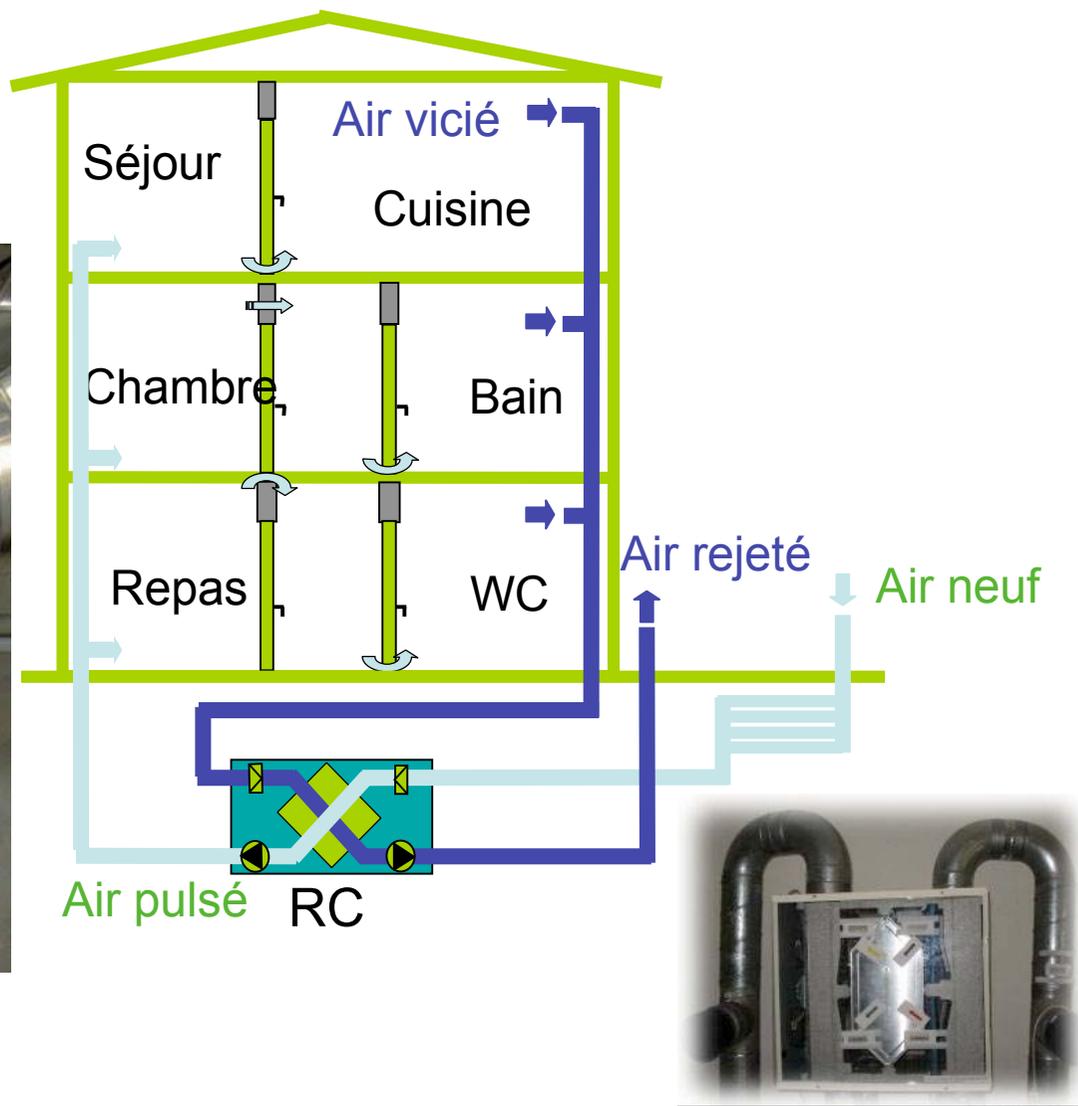
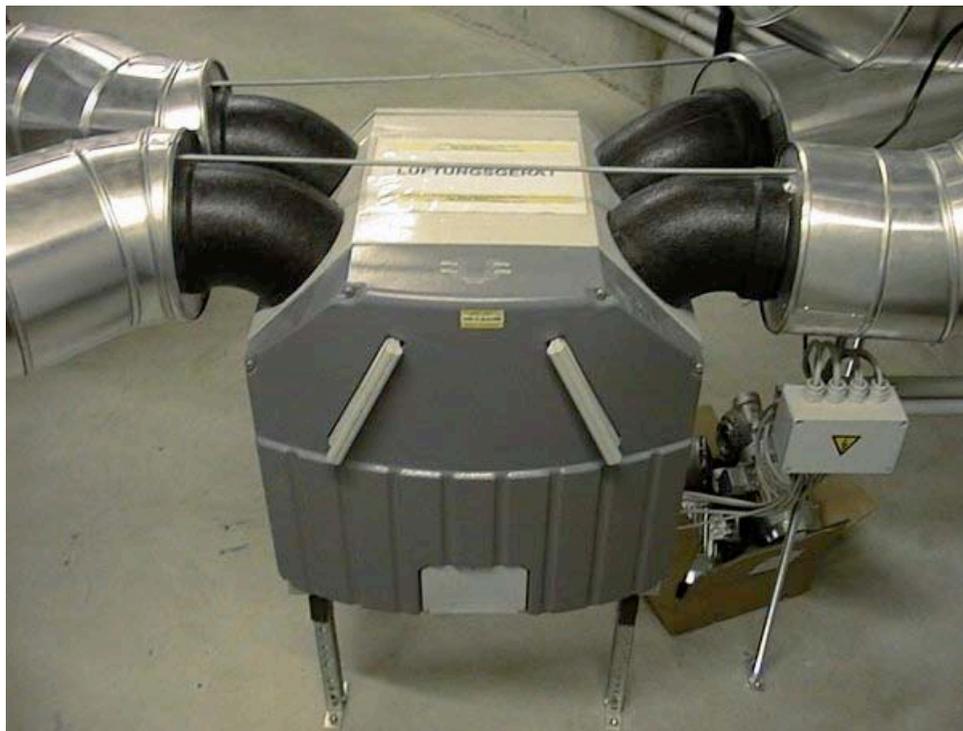
**Certificats PassivHaus**

Source : Passive-On

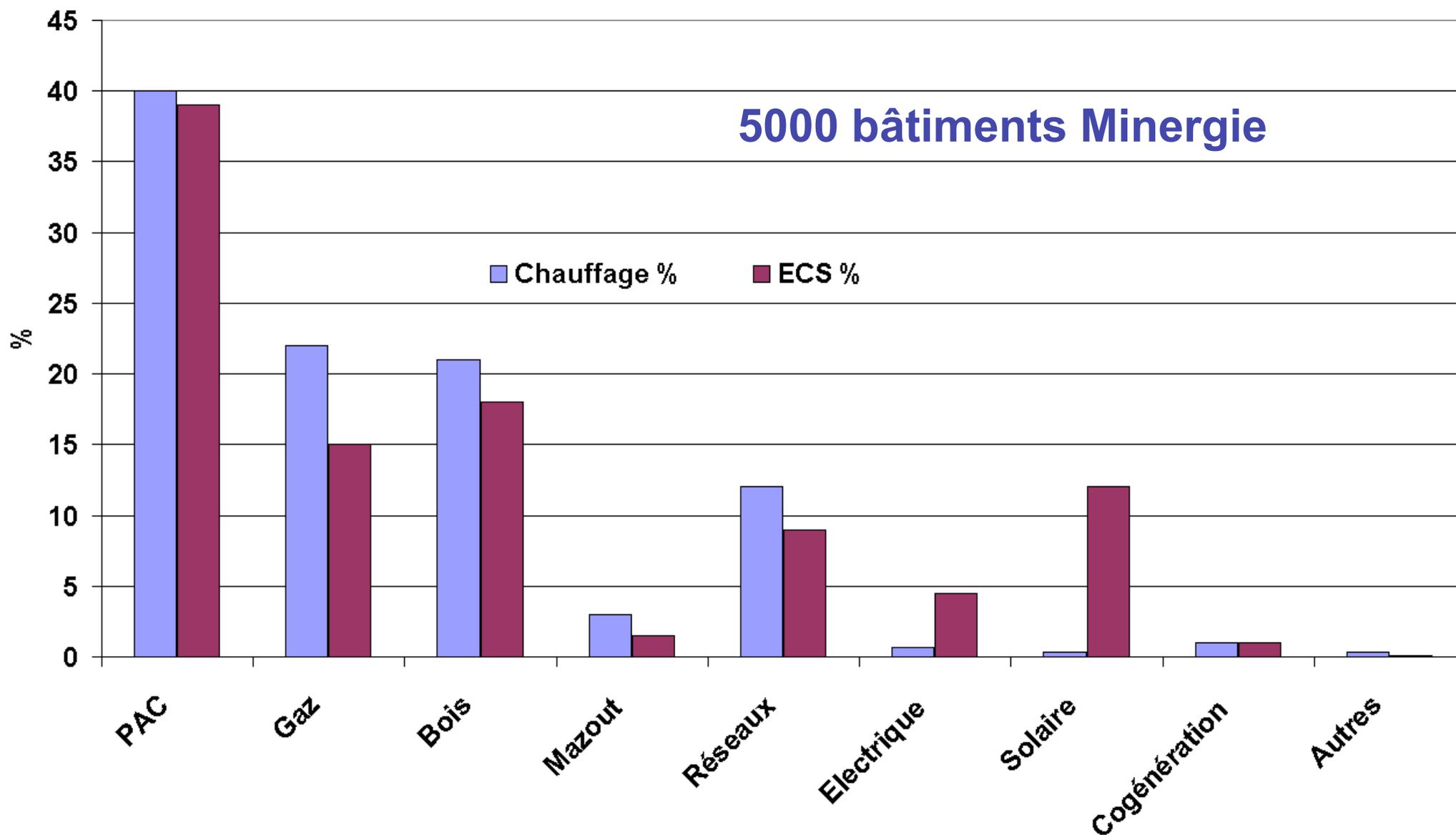


Menuiseries  
Isolation Renforcée  
 **$U < 0.8 \text{ W/m}_K$**

## Ventilation Mécanique Contrôlée + Double Flux + Récupération Energie



[www.pege.org](http://www.pege.org)



Goteborg : Lindas  
Maisons  
sans Chauffage



Source : Misawa Home



# Zero Energy House - MISAWA

# Maison Energie Positive Thening - Autriche



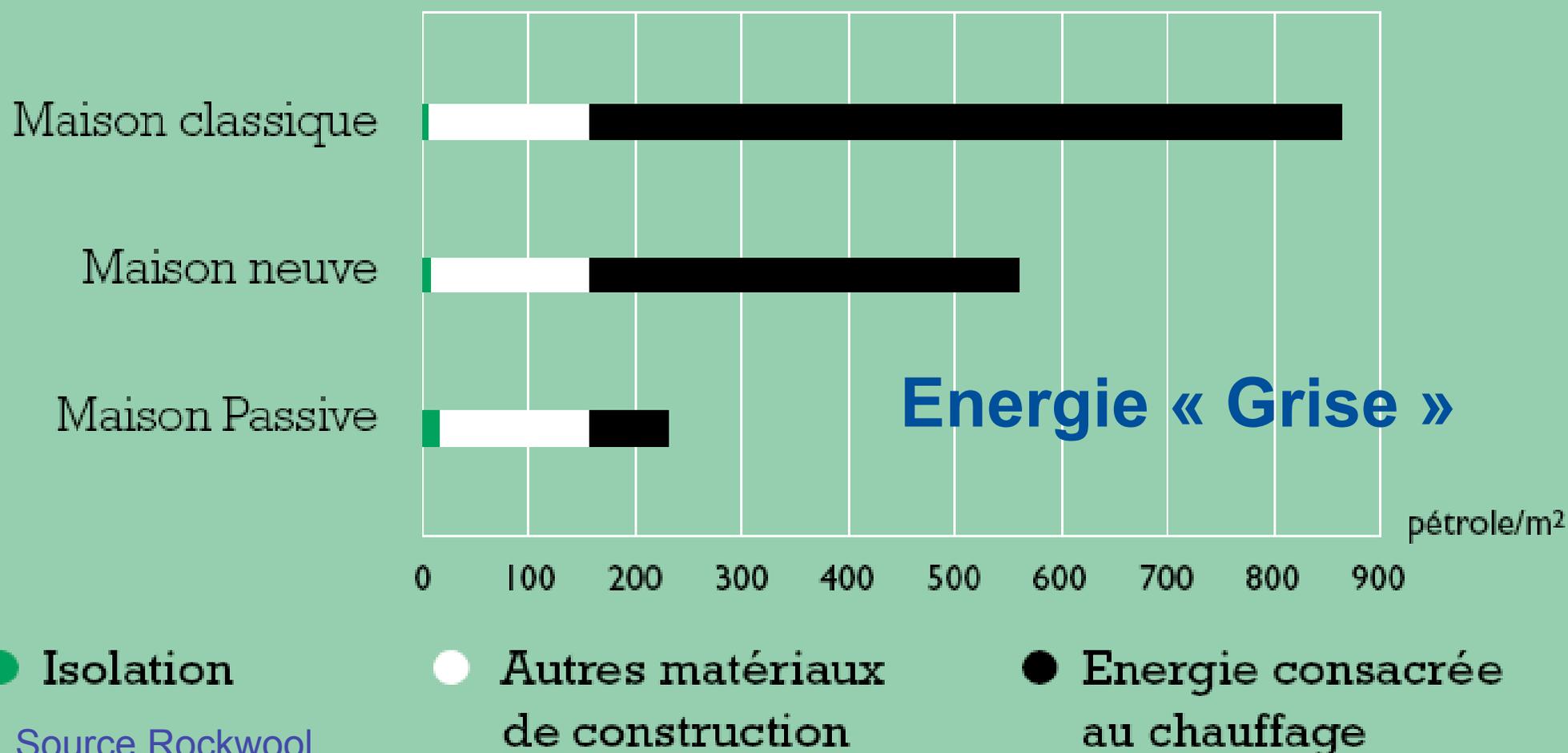


# Passif – Energie Zéro

## Energie positive

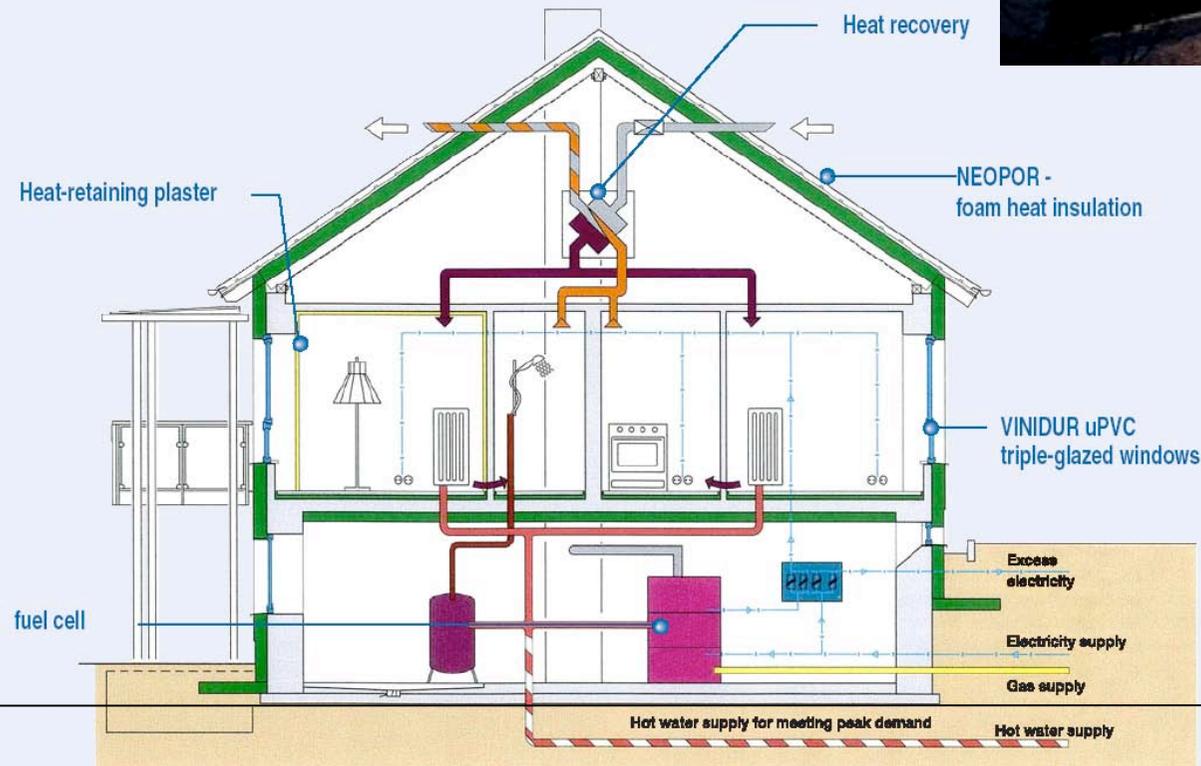
Projet	Ville	Pays	Mur U W/m <sub>2</sub> .K	Toiture U W/m <sub>2</sub> .K	Fenêtre U W/m <sub>2</sub> .K	PV kW	Sol. Th m <sub>2</sub>
20 Maisons jumelées	Göteborg	Suède	0,10	0,08	0,80	0	5 ECS
Hybrid-Z	Kanagawa	Japon	0,38	0,48	2,55	11,3 PAC	0
Plus Energy House	Thening	Autriche	0,11	0,11	0,79	10,4	17 façade

## Consommation d'énergie en litres de pétrole, sur une période de 50 ans, par m<sup>2</sup>, dans des bâtiments isolés différemment.





## Housing modernization 3-liter house



Source : BASF -3lh

Les Bâtiments à Energie Positive

c'est possible aujourd'hui pour le neuf !

Les Bâtiments à Basse Consommation Energétique

C'est possible aujourd'hui pour le neuf et la rénovation !

---