



CENTRE ÉNERGÉTIQUE ET PROCÉDÉS

Bilans énergétique et environnemental  
par simulation d'un bâtiment passif  
équipé d'un échangeur air-sol

Stéphane THIERS, Bruno PEUPORTIER

*6 & 7 novembre 2008, Lyon*  
*Conférence IBPSA France 2008*

## Introduction

### **Pour un bâtiment passif en France (climat océanique) :**

- Quel confort thermique d'été avec un échangeur air-sol ?
- Quel bilan environnemental ?
- Quels gains par rapport à un bâtiment réglementaire ?

*Les 3 critères de la maison passive (Passivhaus):*

1. *Besoins de chauffages < 15 kWh/m<sup>2</sup>/an*
2. *Demande totale en énergie primaire < 120 kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>/an*
3. *Infiltrations d'air < 0,6 vol/h à 50 Pa*

*Réglementation française actuelle : RT 2005*

## Le bâtiment passif étudié

Bâtiment construit à Formerie (Oise)  
en 2007 (société Les Airelles)

- Premier label Passivhaus en France
- 2 maisons individuelles jumelles mitoyennes (2 x 132 m<sup>2</sup>)
- Ossature bois, forte isolation ouate de cellulose et polystyrène
- Triple vitrage, stores extérieurs
- Récupération de chaleur sur air vicié
- Échangeur air-sol pour le préchauffage et le rafraîchissement
- Chauffe-eau solaire
- Pompe à chaleur compacte pour appoint chauffage et ECS
- Équipements électriques performants
- Bâtiment encore inoccupé et non instrumenté



## La variante réglementaire

Même situation, même orientation, mêmes dimensions

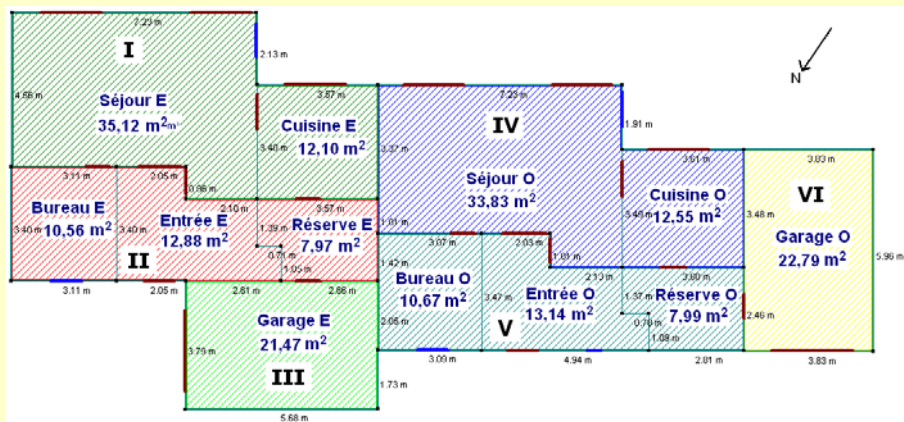
Mêmes matériaux, même structure

Même consommation d'ECS, d'électricité spécifique

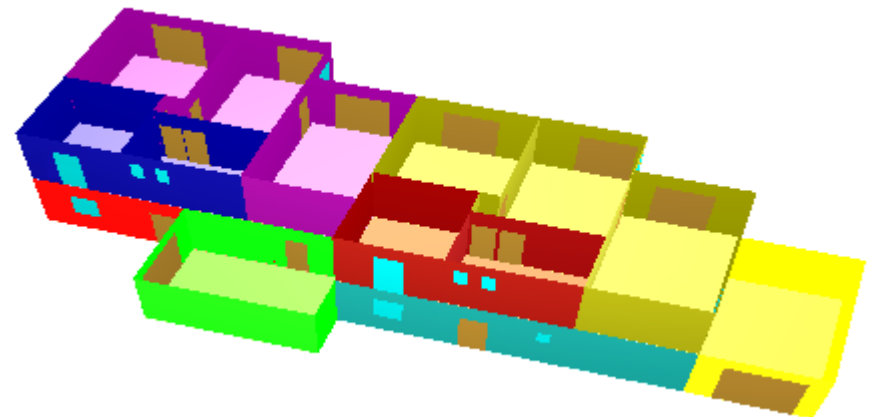
- Différences par rapport au bâtiment passif :
  - Isolation, ponts thermiques et renouvellement d'air RT2005
  - Double vitrage
  - Pas de récupération de chaleur sur air vicié
  - Pas d'échangeur air-sol
  - Pas de chauffe-eau solaire
  - Chaudière gaz à la place de la pompe à chaleur

## Outil utilisé - Thermique

- Pléiades + COMFIE
  - Aide à la conception de bâtiments
  - Modèle thermique multizone pour la simulation dynamique
  - Calcul heure par heure sur l'année des apports solaires, des températures, des besoins de chauffage



*plan rez-de-chaussée*

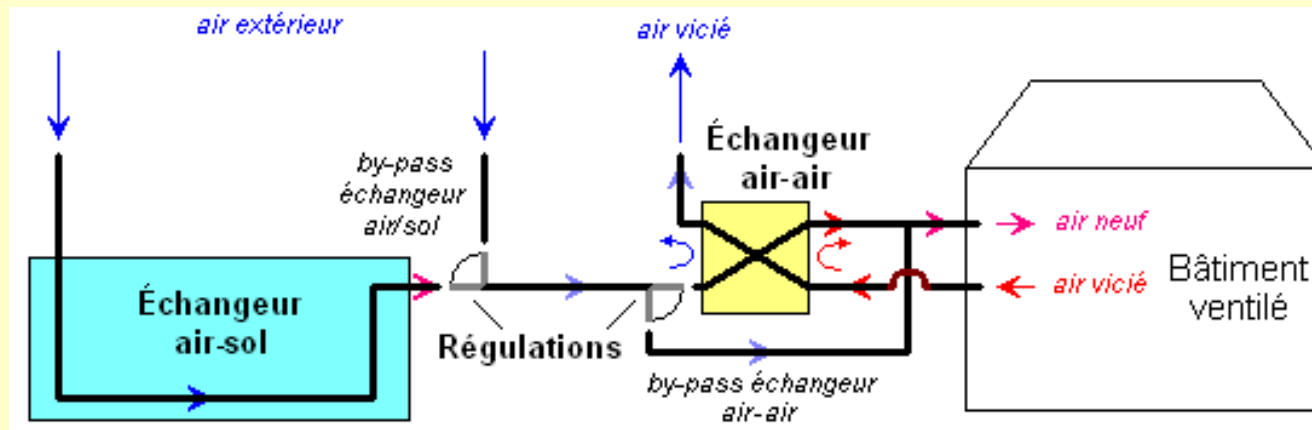


*Vue 3D*

### *Le bâtiment modélisé*

## Outil développé spécifiquement

- Système de ventilation avec échangeur air-sol modélisé



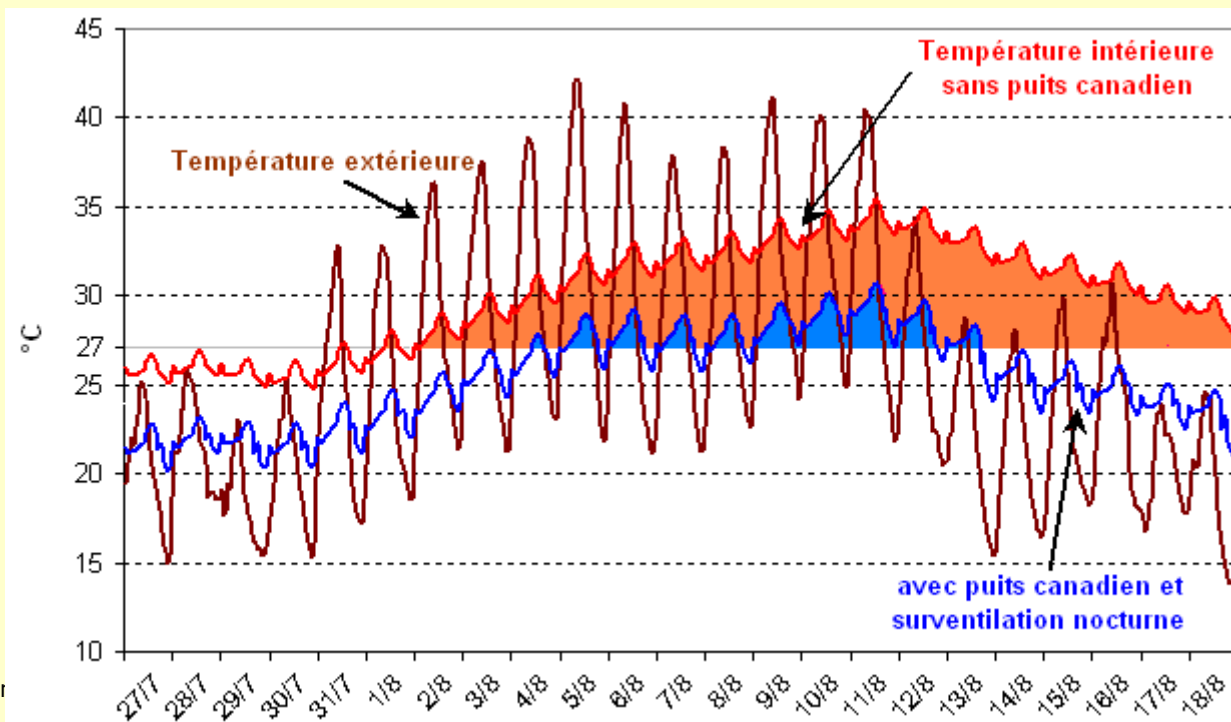
- Modèle échangeur air-sol dynamique
- Méthode des différences finies
- Tient compte des principaux paramètres physiques
- Chaîné au modèle de bâtiment de COMFIE
- Validé et étalonné à partir de deux autres installations (mesures in-situ)

## Résultats – Thermique

- Division par 10 des besoins de chauffage

Variante	Besoins de chauffage		Inconfort d'été (DJI <sub>27°C</sub> )		
	kWh.an <sup>-1</sup>	kWh.m <sup>2</sup> .an <sup>-1</sup>	Sans surventilation	Avec surventilation	
Passive	2 073	7,9	37	14	avec éch. air-sol
			109		sans éch. air-sol
Réglementaire	21 124	80,0	94	43	sans éch. air-sol

- Très peu de surchauffe en été (protections solaires, échangeur air-sol, surventilation nocturne)



Épisode  
caniculaire en  
Île-de-France

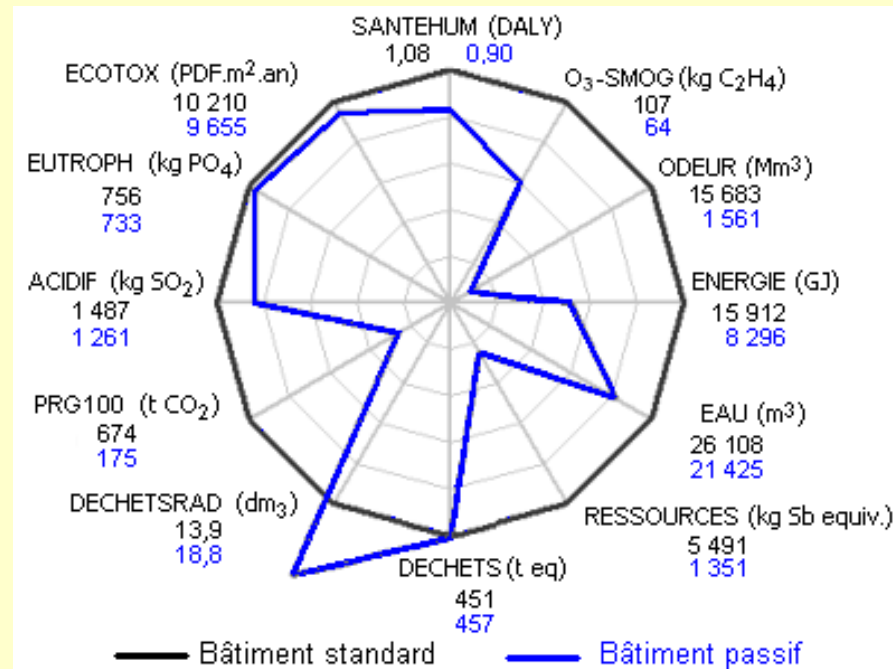
## Outil utilisé – Impacts environnementaux

- EQUER : Analyse de cycle de vie
  - Inventaire des matériaux et des flux d'énergie durant les phases de construction, exploitation, rénovation, démolition du bâtiment
  - Évaluation de 12 impacts à partir de la base Ecoinvent 2.0
- Hypothèses
  - Non prise en compte : Équipements, déchets ménagers, transports des occupants
  - Durée de vie bâtiment : 80 ans



## Résultats – Impacts environnementaux

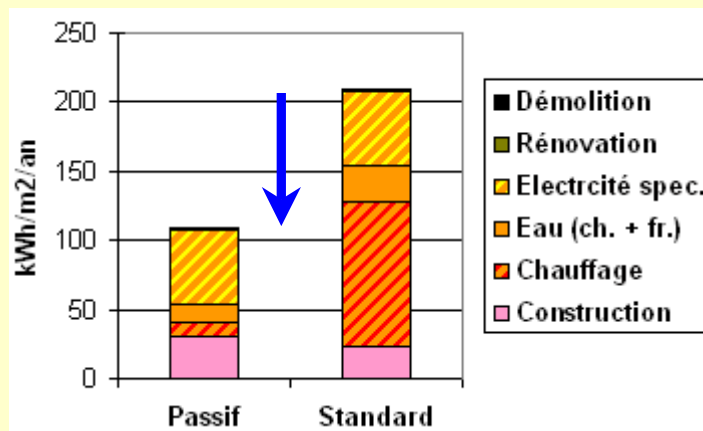
- Les 12 impacts pour les deux variantes (ref : standard)



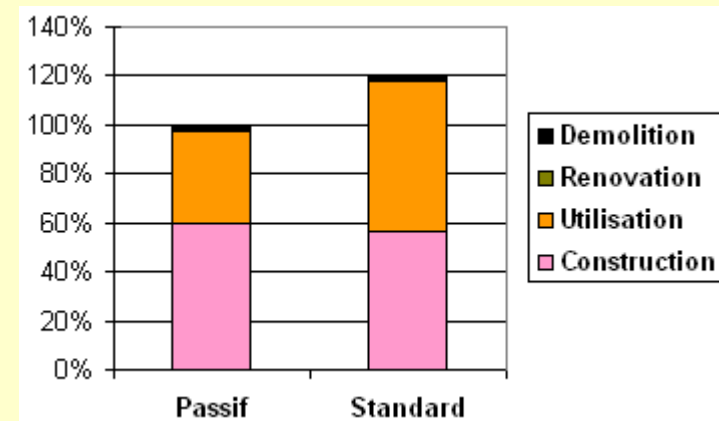
- Beaucoup d'indicateurs fortement réduits (conso. de gaz évitée)
- Déchets radioactifs plus élevés (liés à la conso. d'électricité)
- Peu d'évolution sur la consommation d'eau
- Déchets inertes inchangés

## Résultats – Impacts environnementaux

*Détail pour deux indicateurs :*



*Énergie primaire  
(Demande cumulative d'énergie)*



*Dommmages causés à la  
santé humaine*

- Division par 2 de l'énergie primaire
- Électricité spécifique  $\approx 50\%$  de l'énergie primaire
- Phase construction non négligeable pour certains indicateurs  $\Rightarrow$  Importance du choix des matériaux

## Conclusions

- Résultats valides dans la limite des hypothèses de l'étude (type de bâtiment, dimensions, climat, équipements, etc.)
- Échangeur air-sol, surventilation, protections solaires réduisent la surchauffe en période caniculaire
- Forte réduction des besoins, des consommations d'énergie  $\Rightarrow$  réduction des impacts liés à la consommation d'énergie
- Améliorations des modèles prévues :
  - Étude des bâtiments à énergie positive
  - Régulation des régimes de ventilation
  - Validations à partir de mesures sur d'autres bâtiments passifs en France

Merci de votre attention