

Simulation de maisons « zéro-net »

Journée Thématique SFT-IBPSA

Efficacité énergétique des bâtiments
Vers des bâtiments autonomes en énergie

21 mars 2006

Michel Bernier



PLAN

- Définition
- Simulations de 1e génération
- Constats
- Raffinement de la modélisation
- Réduction de la consommation
- 2e génération
- Conclusion

DÉFINITION

Une maison « zéro-net » est:
une maison énergétiquement efficace qui produit
autant d'énergie renouvelable qu'elle
consomme et qui envoie au réseau électrique
autant d'énergie qu'elle soutire sur une base
annuelle.

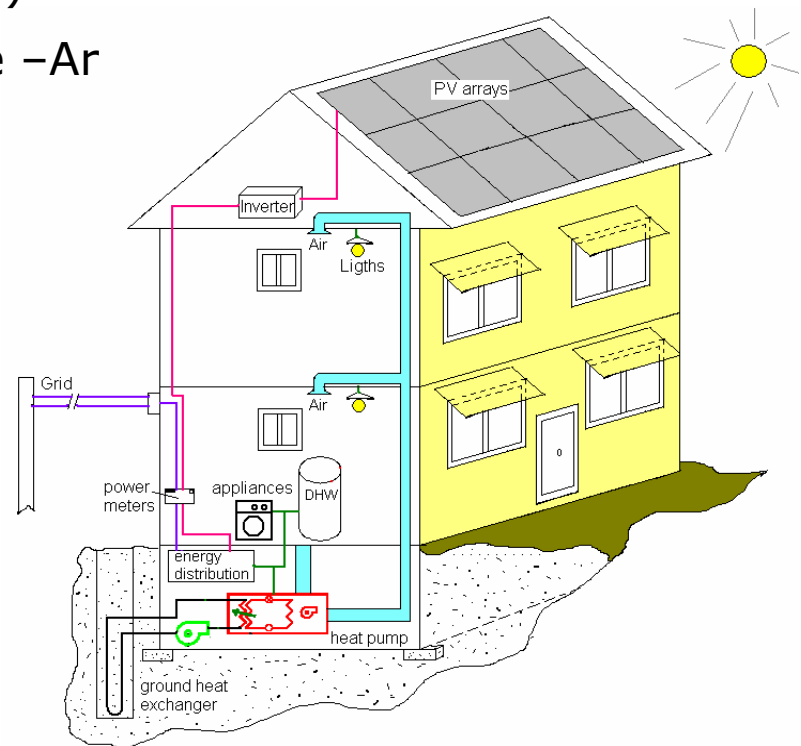
Production = Consommation

Énergie envoyé = Énergie puisée

SIMULATIONS de 1e GÉNÉRATION

➤ Maison (concept original)

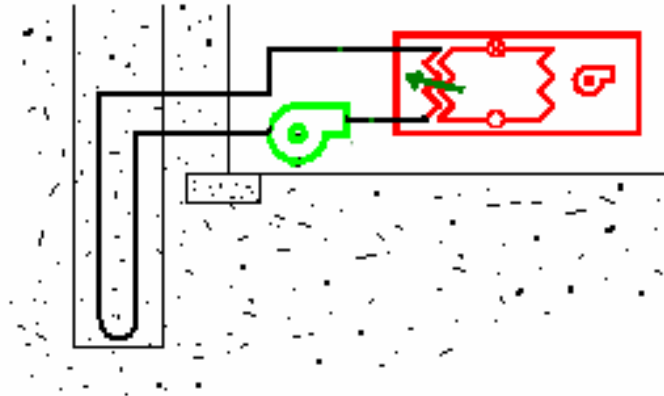
- 156 m²/468m³ d'espace conditionné
- Isolation (UA ~ 100 W/° C)
- Fenêtre: 14m² DV – Low-e –Ar
U=1.5W/m²-C
- Infiltration: 0.2 à 0.5 CAH



SIMULATIONS de 1e GÉNÉRATION

- Conditionnement de l'air/ECS
 - Pompe à chaleur géothermique (COP ~4)
 - ECS (partiel): Désurchauffeur

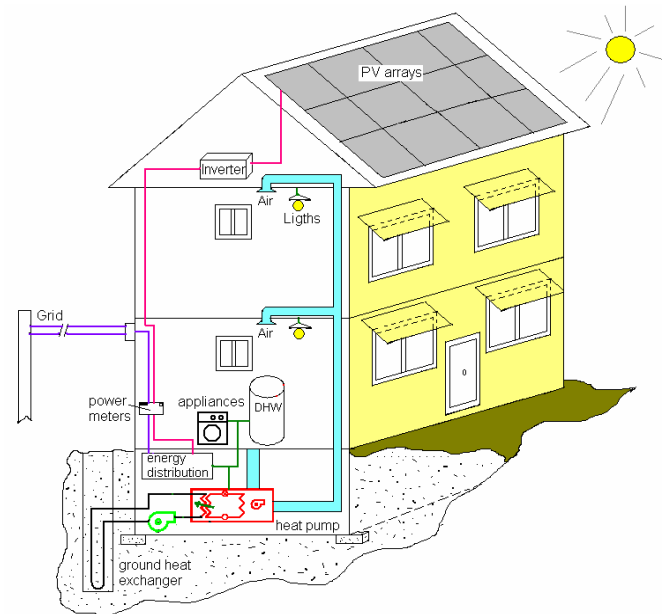
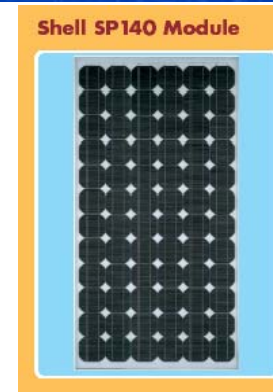
- Échangeur géothermique
 - Profondeur : 100 m



SIMULATIONS de 1e GÉNÉRATION

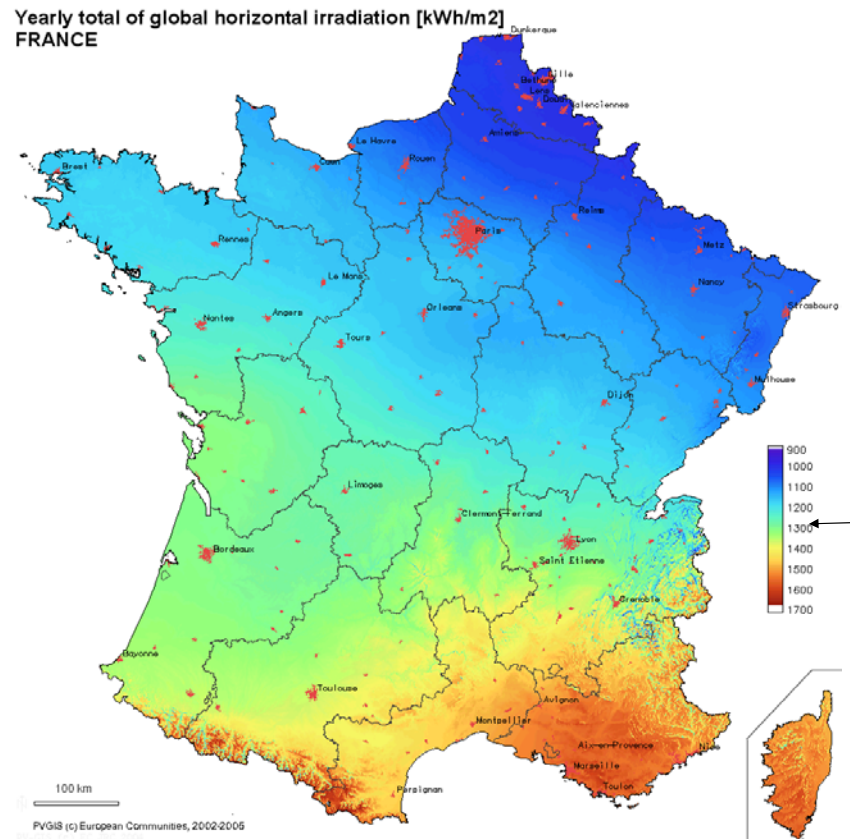
➤ Production

- Modules PV en silicium monocristallin: 140 W
- rendement du module : 11,5%
- Inclinaison: 45° (sud)
- Relié au réseau



■ Ensoleillement

- Montréal: 1300 kWh/m²/a



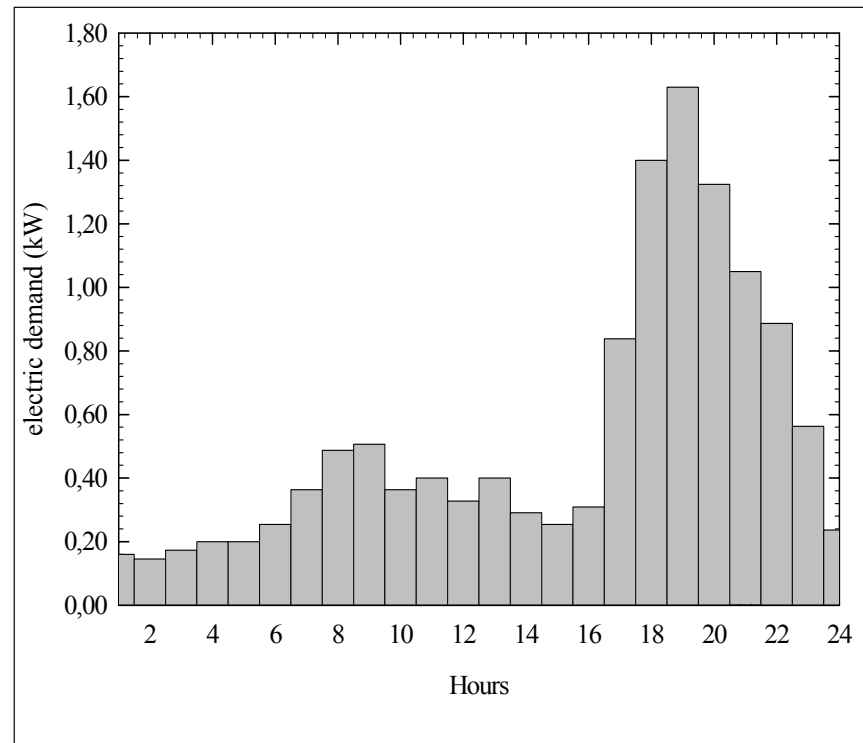
SIMULATIONS de 1e GÉNÉRATION

➤ Éclairage/équipements:

- Minimum: 0.15 kW à 2:00
- Maximum: 1.63 kW à 19:00
- 4659 kWh/année

➤ ECS:

- 4986 kWh/année

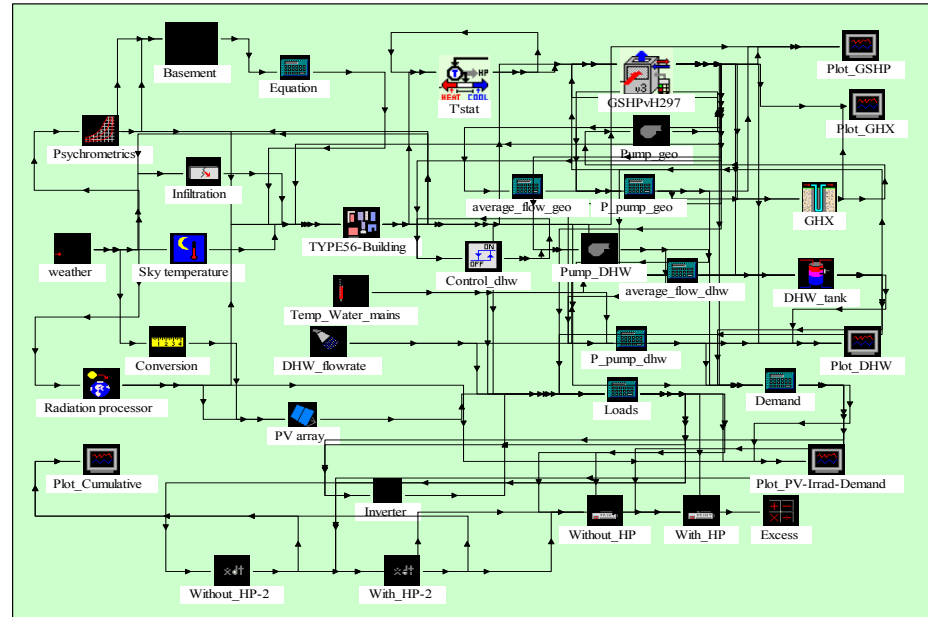


SIMULATIONS de 1e GÉNÉRATION

➤ TRNSYS

■ Modèles

- ech. géo.: DST
- PAC: modèle de TESS
- PV: modèle à 4 paramètres (TYPE 94)



Base de temps (time base – Bâtiment) = 1 heure

Pas de temps de la simulation = 1 heure

SIMULATIONS de 1e GÉNÉRATION

➤ Résultats

Maison « Zero-net » (PV avec PAC géothermique)

Puissance PV requise = 9.8 kW (85 m²)

Consommation = Production PV = 13550 kWh

Énergie envoyée/puisée du réseau = 9000 kWh

Appel de puissance maximum = 3.85 kW

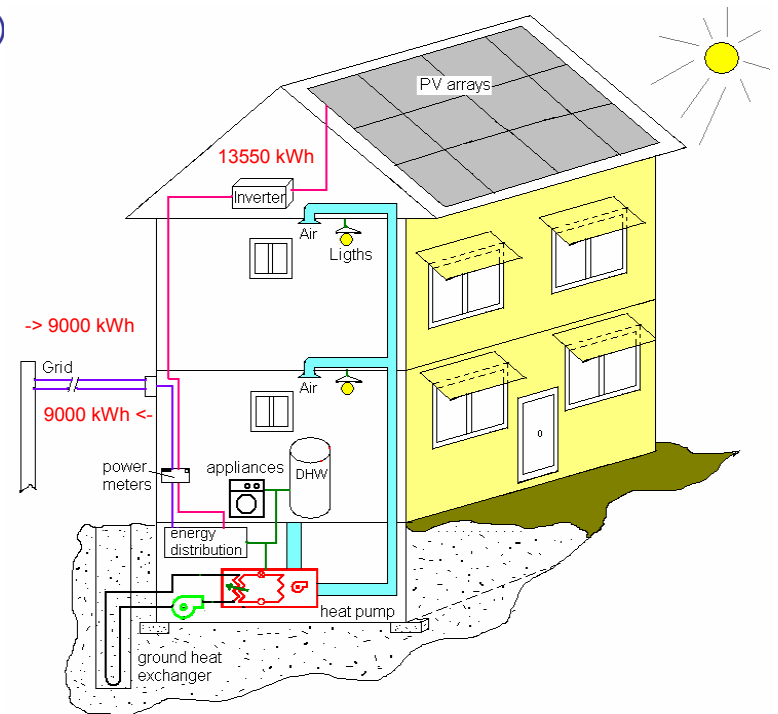
Maison conventionnelle (tout électrique)

Consommation = 24150 kWh

Appel de puissance maximum = 9.8 kW

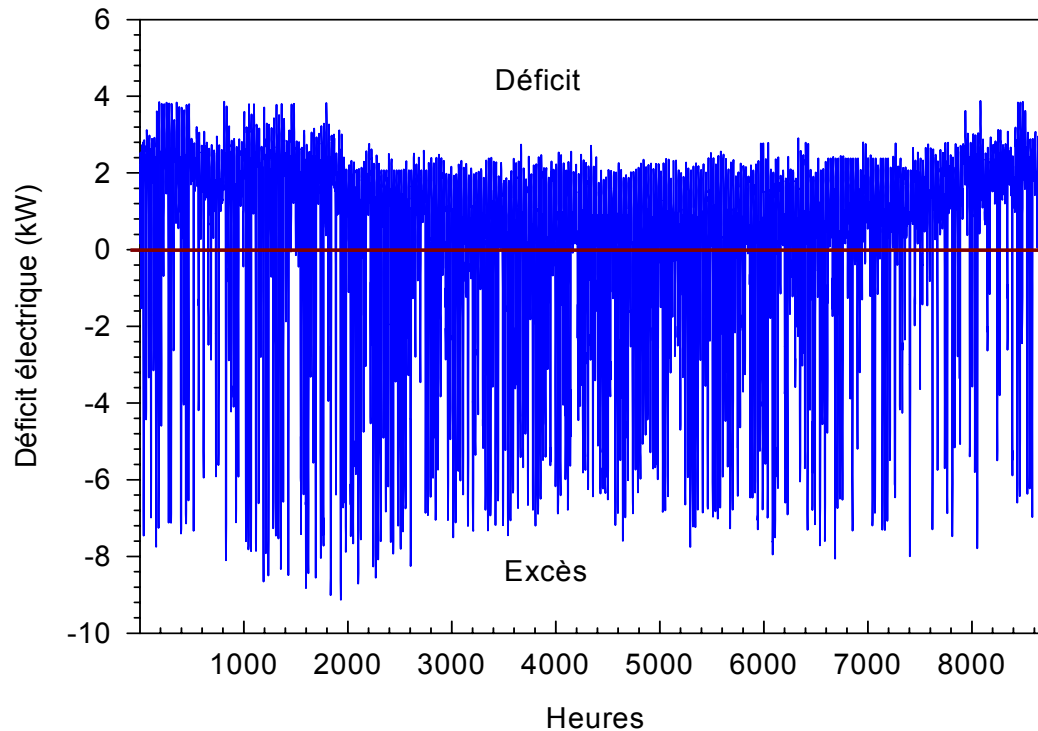
Comparaison conventionnelle vs « zero-net »

- Réduction de 60,5% de la consommation énergétique pour le conditionnement de l'air
- Réduction de 51,5% de la consommation énergétique pour le chauffage de l'eau
- Réduction de l'appel de puissance de 59%



SIMULATIONS de 1e GÉNÉRATION

➤ Résultats (Montréal)



- Énergie envoyée/puisée du réseau: 9000 kWh/an

CONSTATS

▪ Technique:

Besoin de raffiner les modèles pour obtenir des résultats plus précis:

- Échangeur géothermique
- PAC
- Pertes de chaleur par le sous-sol deviennent importantes (Modèles 3-D requis)
- Modélisation fine de l'infiltration (modèle AIM-2)

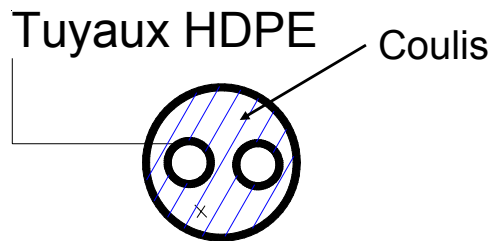
▪ Économique:

- 85 m² de PV -> \$\$\$\$\$
- Nécessité de réduire la consommation
- Cellules PV avec meilleur rendement (11.5% -> 13.3%)

RAFFINEMENT DES MODÈLES

Échangeur géothermique.

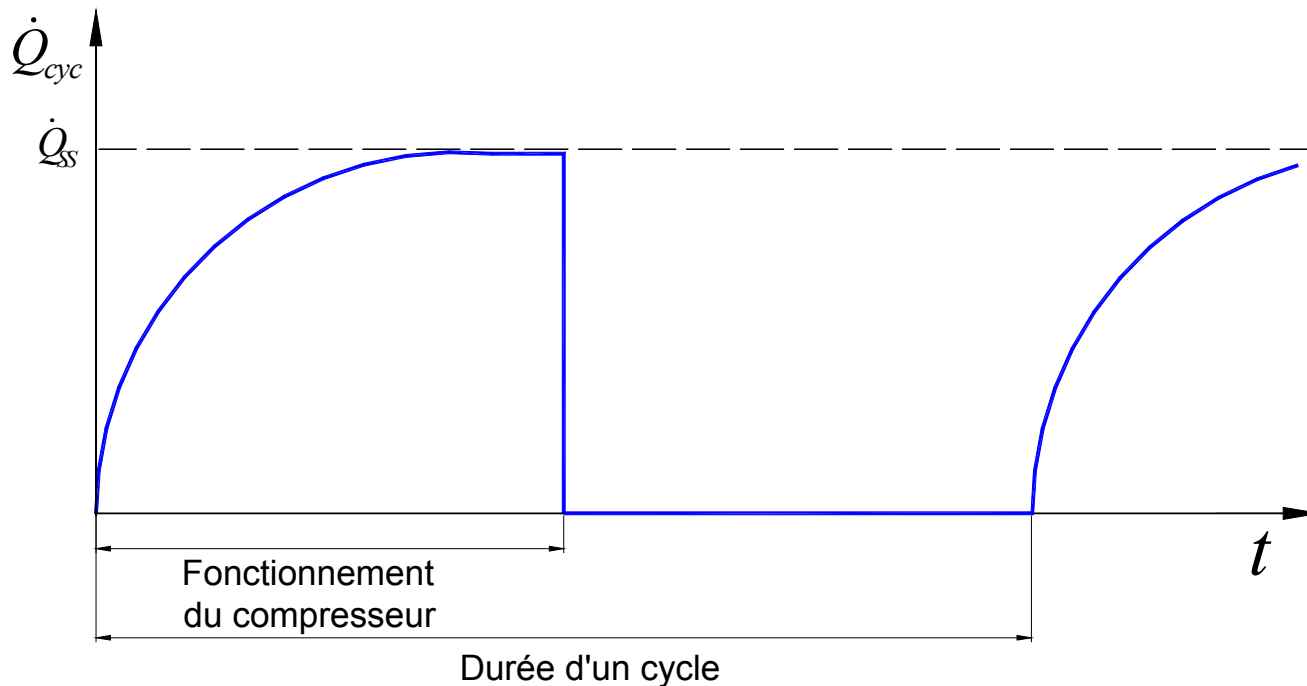
- Capacité thermique du coulis
- Dynamique du fluide à l'intérieur



RAFFINEMENT DES MODÈLES

Pompes à chaleur:

- On doit tenir compte du cyclage de la PAC



RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION

CONSOMMATION (13550 kWh):

PAC : 5735 kWh

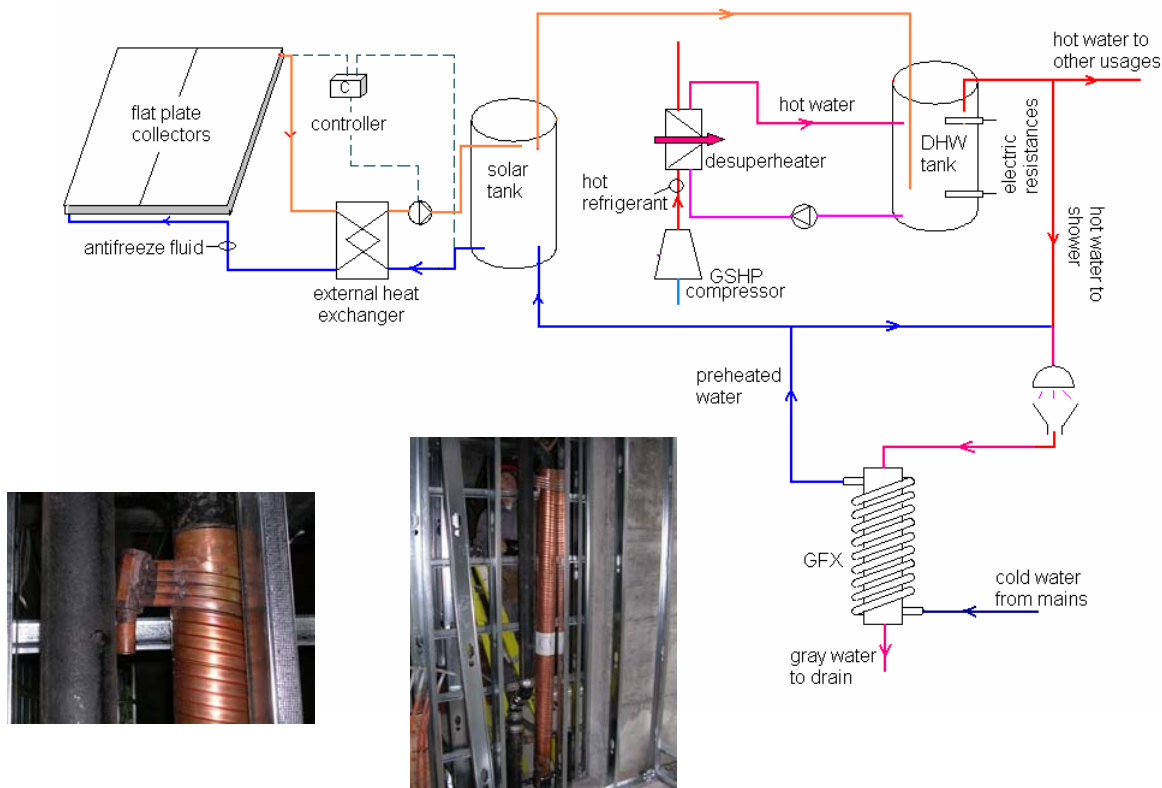
ECS : 2473 kWh (avec désurchauffeur de la PAC)

Appareils (Éclairage ..etc.) : 4659 kWh

RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION

ECS:

Récupération + Désurchauffeur + Solaire thermique:



RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION

Appareils* :

Possible de réduire de 40% en utilisant des appareils performants (EnergyStar).

4659 kWh → 3000 kWh

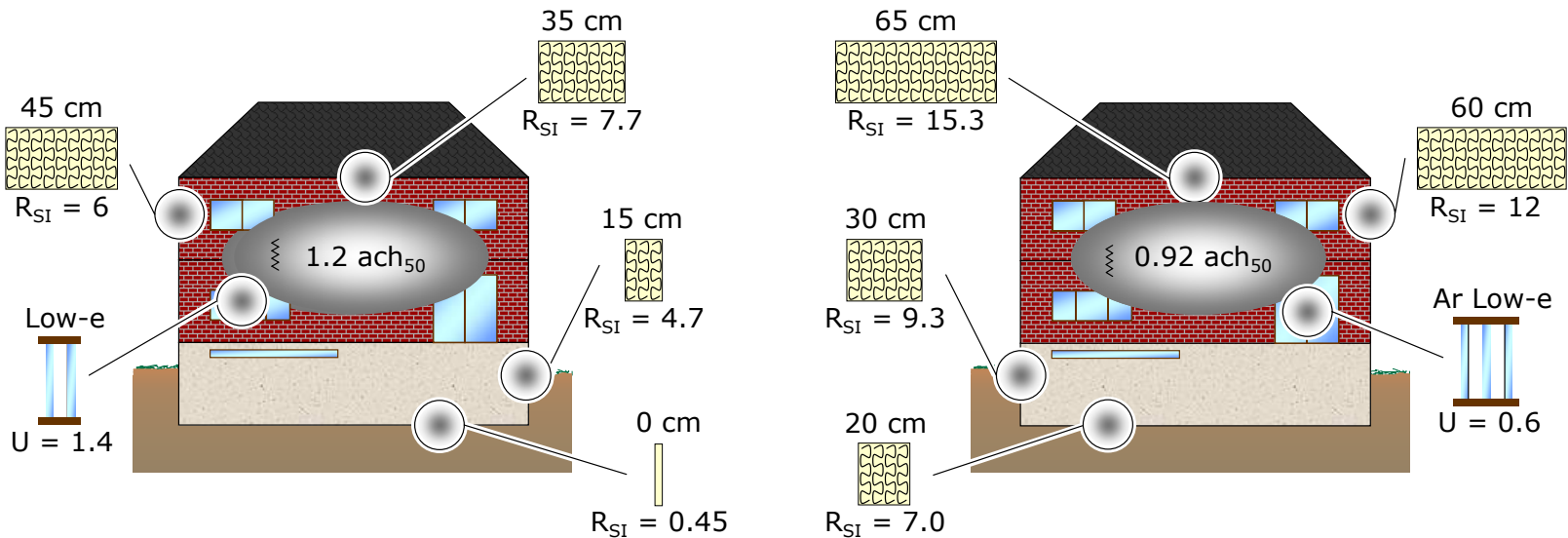
Exemple:
Réfrigérateur à 0.5 kWh/Jour



*Holton, J.K., Rittelmann, W.D., Base Loads (Lighting, Appliances, DHW) and the High Performance House. ASHRAE Transactions 2002.

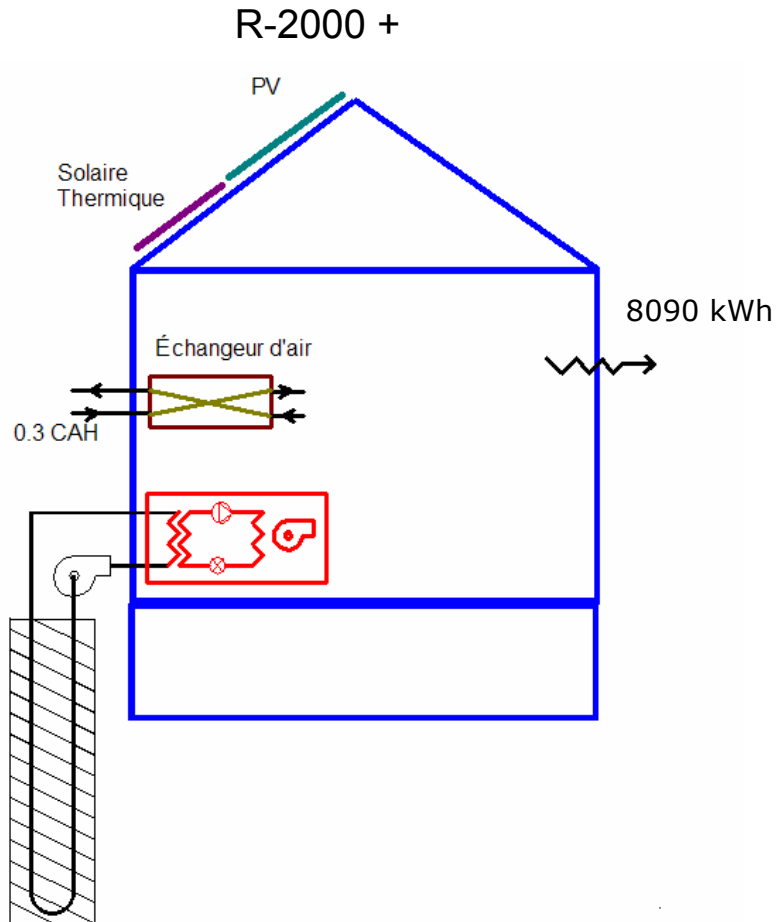
RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION

- Augmentation du niveau d'isolation/étanchéité



R-2000 +		Super-isolée
5.0 kW	Demande chauffage maximale	2.70 kW
8090 kWh/an	Demande chauffage annuelle	2530 kWh/an

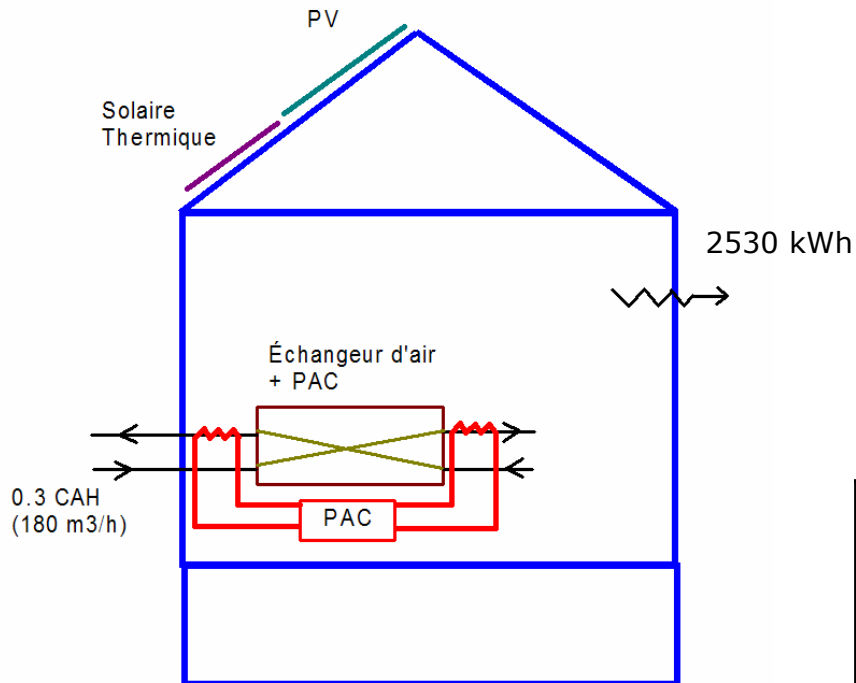
2e GÉNÉRATION



Estimation (kWh)	
ECS (solaire thermique + désurchauffeur)	500
PAC (COP=4), $8090/4$	2000
Appareils	3000
Production PV requise	5500

2e GÉNÉRATION

Super-isolée



Estimation (kWh)	
ECS (solaire thermique)	1000
PAC (COP=3), 2530/3	850
Appareils	3000
Production PV requise	4850

CONCLUSION

- 1e génération : ~ 13000 kWh (~ 80 kWh/m²/a)
- On doit simuler avec un pas de temps de l'ordre de la minute.
- Précision des modèles est importante pour des maisons à faible consommation.
- 2e génération : ~ 5000 kWh (~ 30 kWh/m²/a)