

Le rôle du secteur du bâtiment dans la décarbonatation du Québec

Miguel F. Astudillo (U. Sherbrooke / liride)

Kathleen Vaillancourt (Esmia Consultants Inc.)

Marianne Pedinotti-Castelle (U. Sherbrooke / Liride)

Pierre-Olivier Pineau (HEC Montreal)

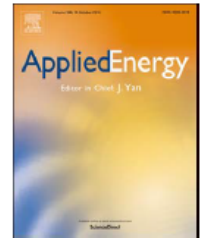
Ben Amor (U. Sherbrooke / liride)



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Applied Energy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/apenergy



Can the household sector reduce global warming mitigation costs?
sensitivity to key parameters in a TIMES techno-economic energy model

Miguel F. Astudillo^{a,c,*}, Kathleen Vaillancourt^b, Pierre-Olivier Pineau^c, Ben Amor^{a,*}



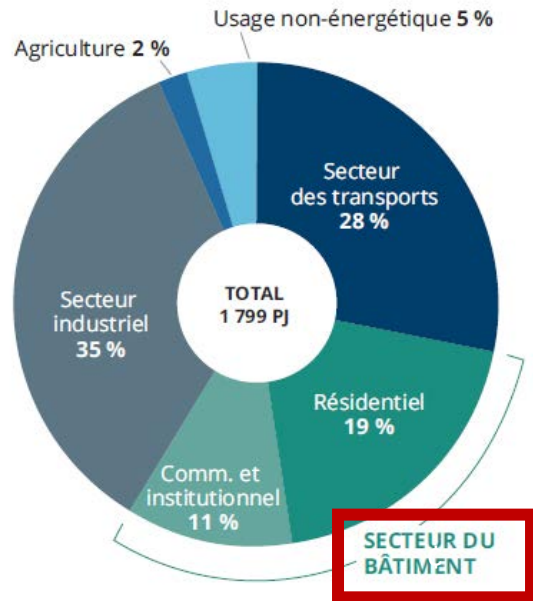
Présentation basée sur notre récent article

Contenu

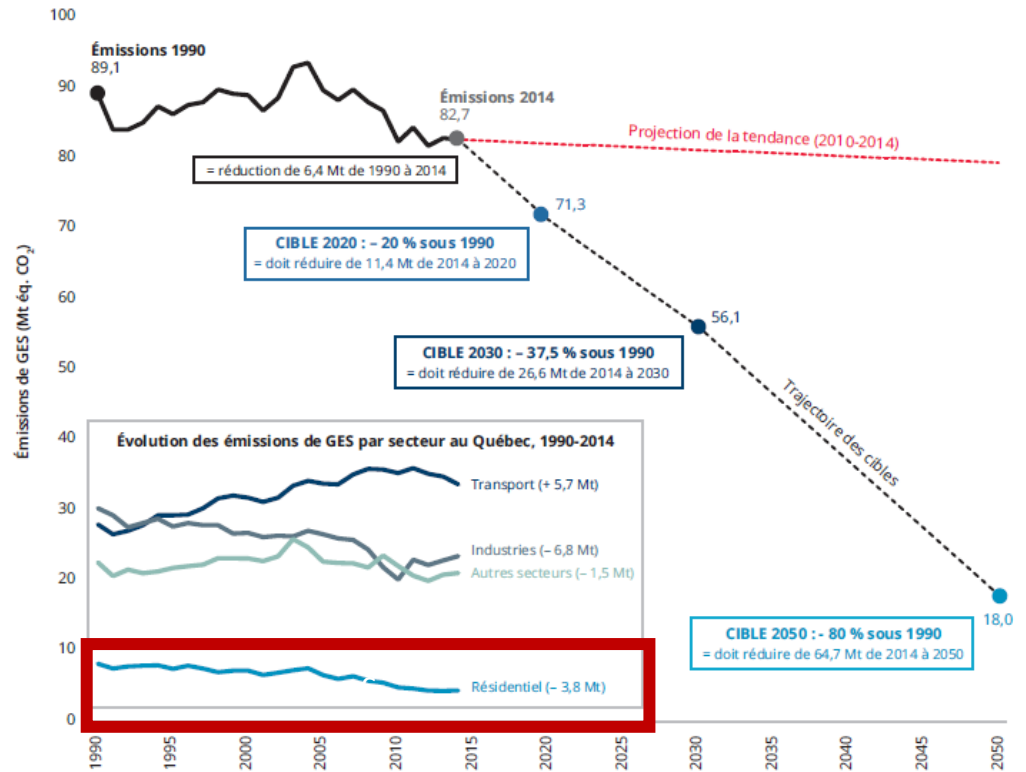
1. Mis en Contexte
2. Méthode
3. Résultats + Interprétation

Contexte

GRAPHIQUE 16 • CONSOMMATION D'ÉNERGIE PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ AU QUÉBEC, 2014



GRAPHIQUE 35 • ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS ET CIBLES DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS DE GES POUR LE QUÉBEC, 1990 À 2050



Services énergétiques ± 70% émissions Gaz-a-effet de serre (GES)

Bâtiment (résidentiel) une partie du problème?

- Grande **consommation de pointe** en hiver.
- Plinthes: Système de chauffage peu recommandé (IEA, 2013)
- Maisons de plus en plus grands
- Découragement de l'investissement en efficacité énergétique (système tarifaire)
- Décarbonisation de l'économie passe par l'électrification des services énergétiques.



Question

Si on fait une allocation optimale de ressources, quelles seraient les implications pour le secteur bâtiment ?

- *Quels systèmes de chauffage sont à recommander?*
- *Est-ce que mieux isoler les maisons est efficace?*
- *Quel est l'impact sur la demande électrique de pointe à long-terme?*
- *Comment l'aménagement urbain peut influencer la décarbonisation?*

*Efficacité (perspective économique) > coût minimal

Méthode:

NATEM: Modèle d'optimisation technico-économique du secteur énergétique.

(bâtiment résidentiel, industrie, génération d'électricité, bâtiment commercial, transport...)

+Modélisation des améliorations de l'enveloppe des maisons

- + Énergie: (Can-Quest)
- + Coûts : Rsmeans
 - Maisons existants
 - Nouvelles maisons
 - Caractéristiques d'une maison « moyenne » : Swan et al. 2009

- Maisons unifamiliales
- Maisons attenantes
- Appartements
- Mobiles.

-Choix technologiques
« optimales »

Options chauffage:

- plinthes électriques
- fournaies a gaz
- fournaies mazout
- pellets
- pompes à chaleur (air)
- pompes à chaleur geotherm.
- solar combisystem

Non considéré: réseaux de chaleur

Modèle NATEM

Technologies disponibles

- Fournaies à gaz
 - Pompes à chaleur
 - Voitures électriques
 - Voiture à biocombustible
 - Nucléaire
 - Panneaux solaires
- ...

Coûts

Efficacité

Émissions GES

...

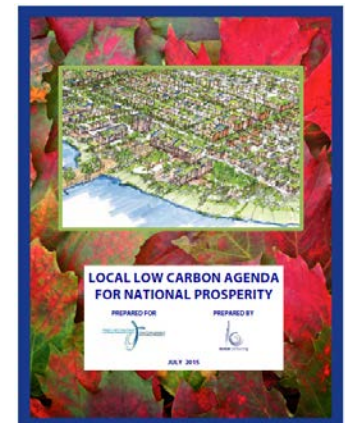
Résultats:

- Choix technologiques « optimales »
- Coûts totales
- ...

Prévisions de la demande des services énergétiques.

4 scenarios

1. «Business as usual»
2. 50% réduction de GES au Québec d'ici a 2050.
3. Option de **changer l'enveloppe thermique** (toit, murs, fenêtres ...) des maisons unifamiliales
4. Aménagement urbain alternatif (- maisons unifamiliales, + autopartage etc)

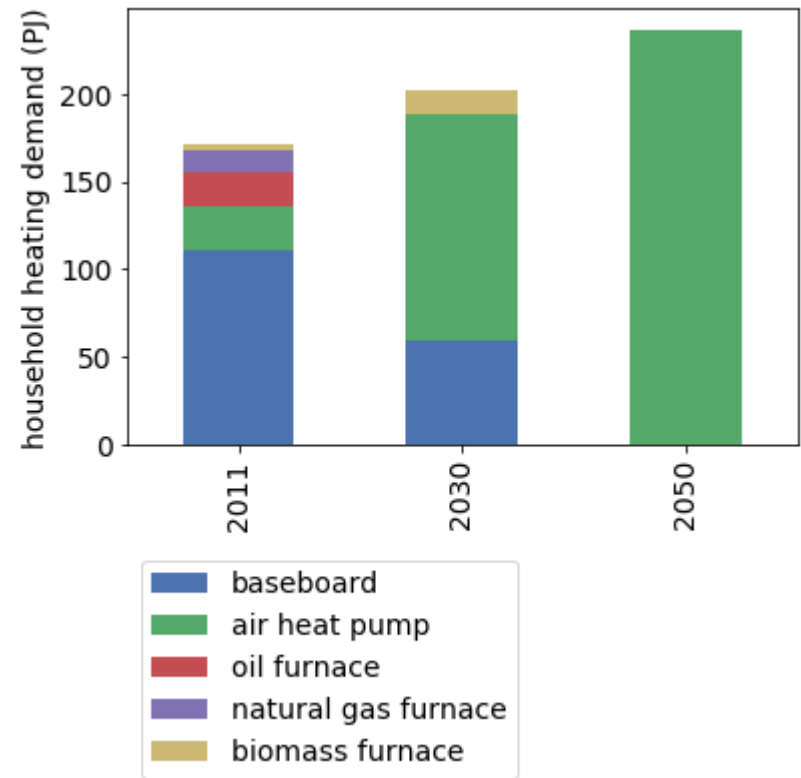


Résultats

50% moins de GES (scenario 2)

Chauffage des maisons: Pompes à chaleur

- Réduction de plinthes électriques
- Augmentation des pompes à chaleur
- Biomasse et gaz naturel comme solutions de transition.



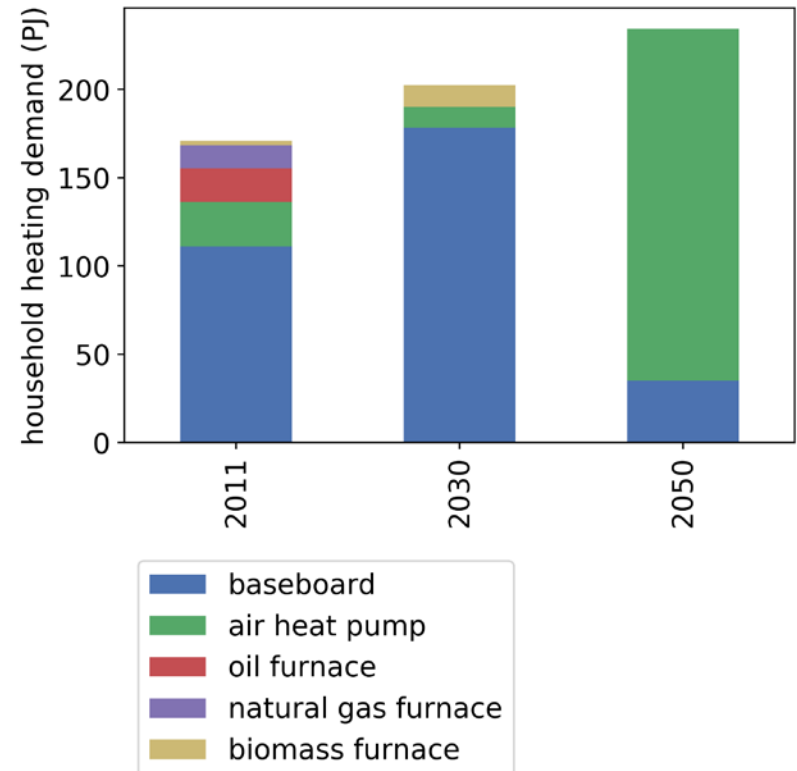
Et si moins efficaces que prévu ?

Analyse de sensibilité:

pompes à chaleur 30%
moins efficaces

=

Transition moins rapide



50% GES + enveloppes thermiques

(Scénario 3)

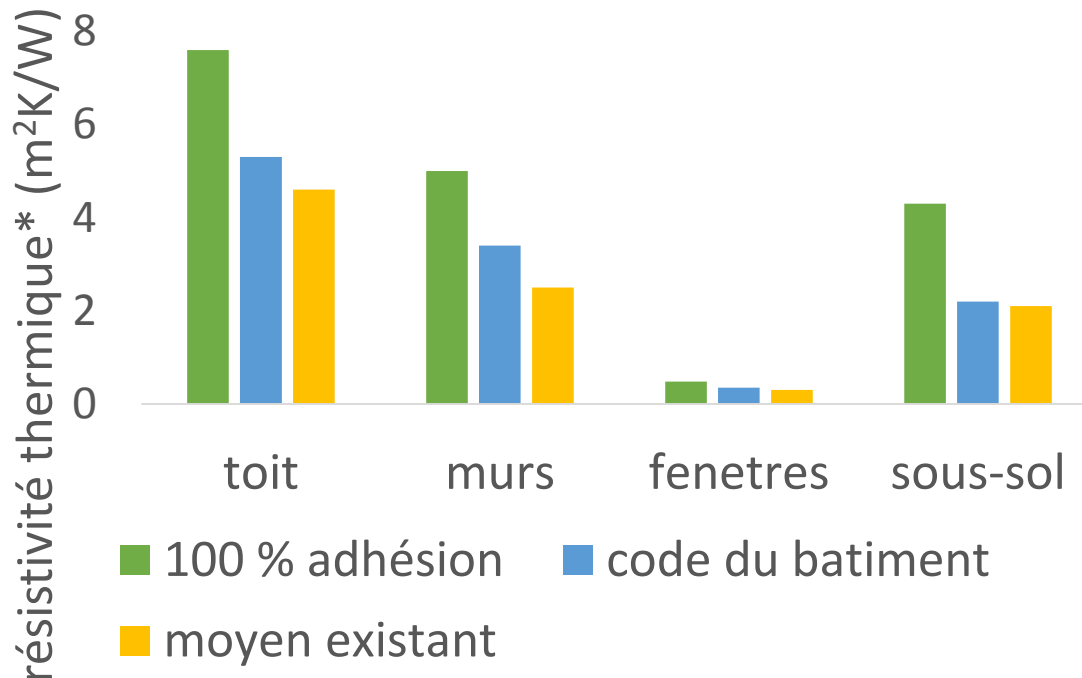
Augmenter l'isolation, est-il rentable?

	Maisons existants (moyenne)	Nouvelles maisons
Toit	x	Oui
murs	x	Oui
fenetres	x	Oui
Sous-sol	Oui	Oui
Thermostat programable	Oui	Oui

Valeurs au-dessus
des
recommandations
du code du
bâtiment

Enveloppes optimales pour nouvelles maisons

Différence par rapport a enveloppes optimales



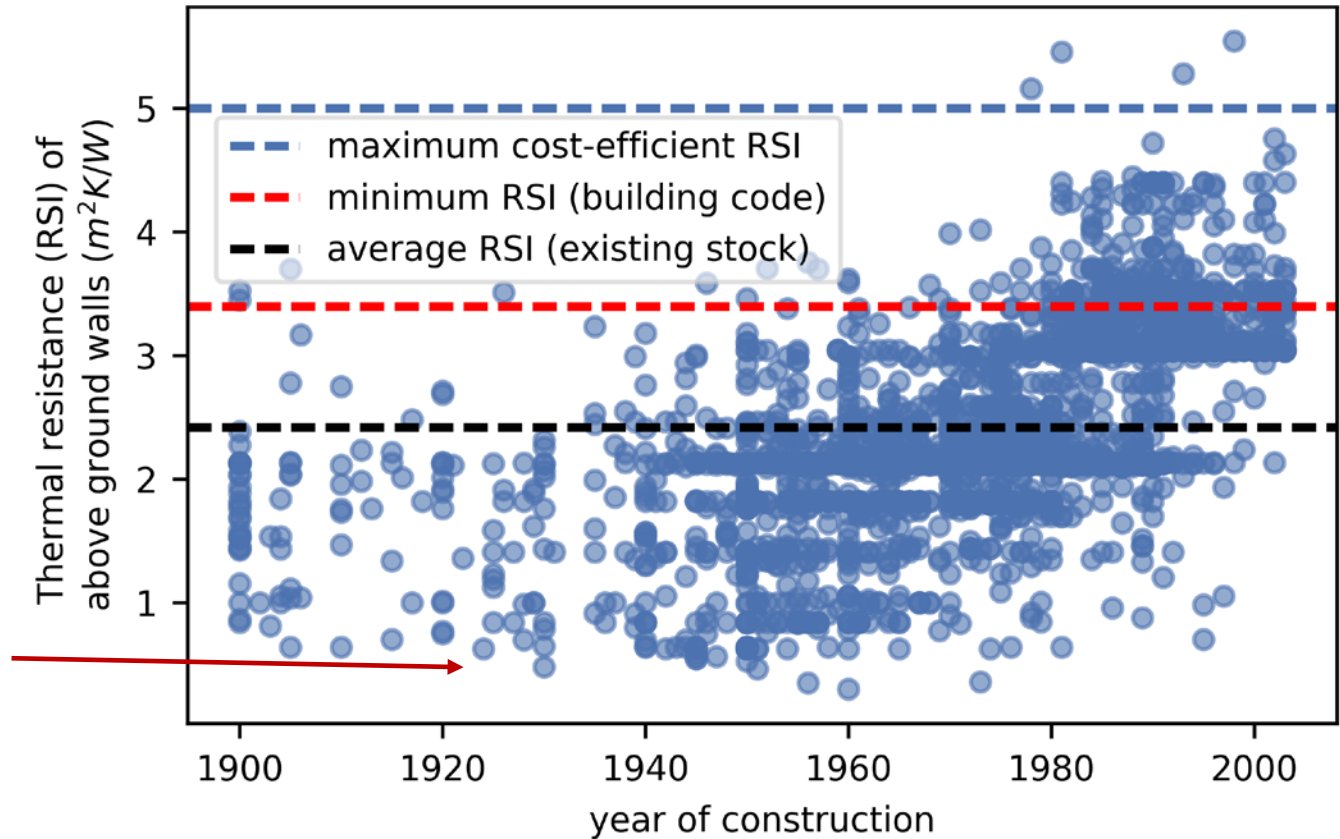
Valeurs optimales + près des valeurs de l'homologation Novoclimat

Les enveloppes ont une long durée de vie. Il faut Penser longterme.

* Estimé par méthode des plans isothermes

Maisons au dessous de la moyenne

Maisons unifamiliales - Québec



Maisons existants:
cibler les vieilles
maisons

Données de Swan et al. 2009

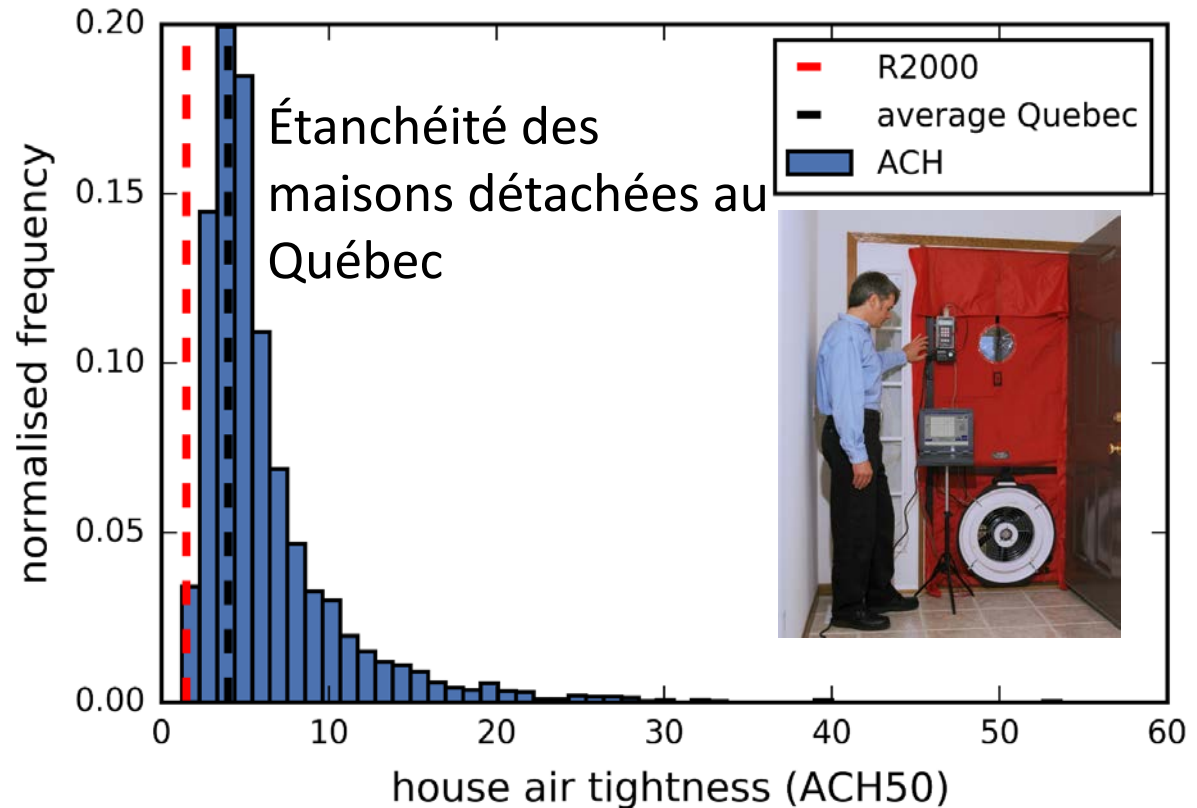
Chauffage des maisons: infiltrations d'air

Infiltration d'air, un facteur important

Les maisons unifamiliales ont beaucoup de pertes de chaleur par infiltrations

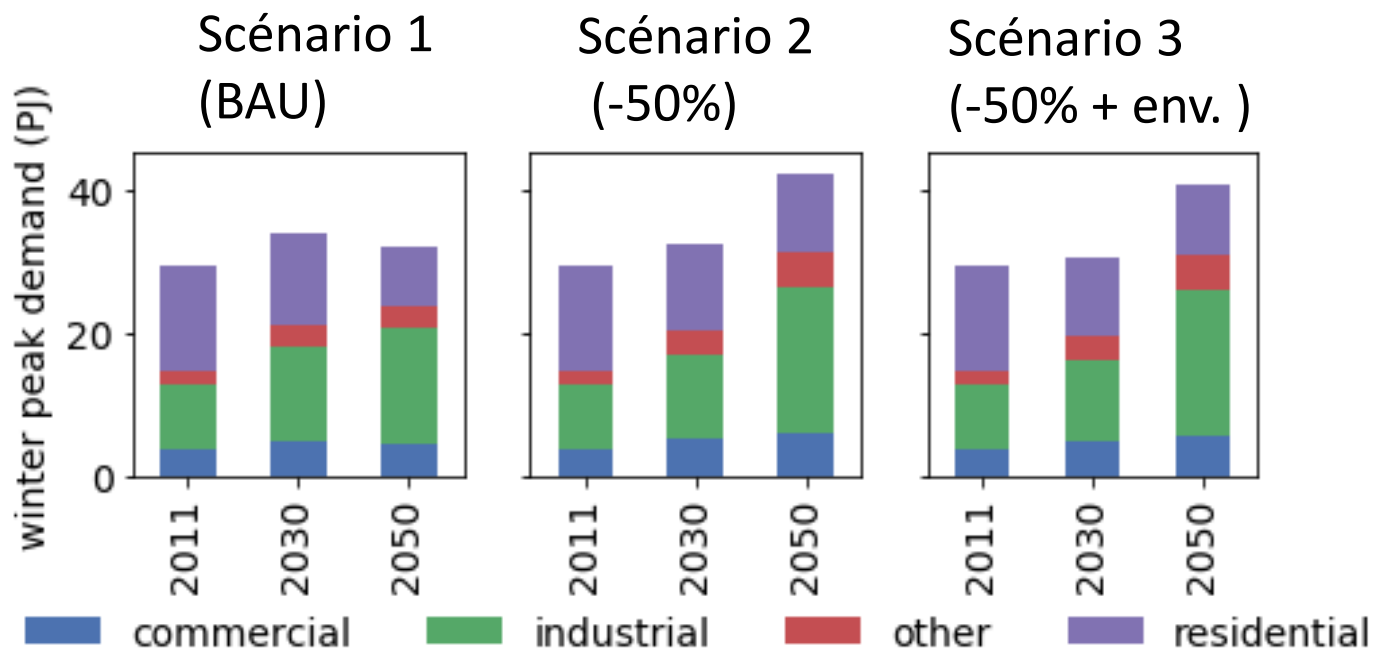
ACH50
Maisons unifamiliales: 6,19
Maisons attenantes: 7,67
R2000: 1,5
Passivhaus: 0,6

Appartements ?



Données de Swan et al. 2009

Demande de pointe de électricité



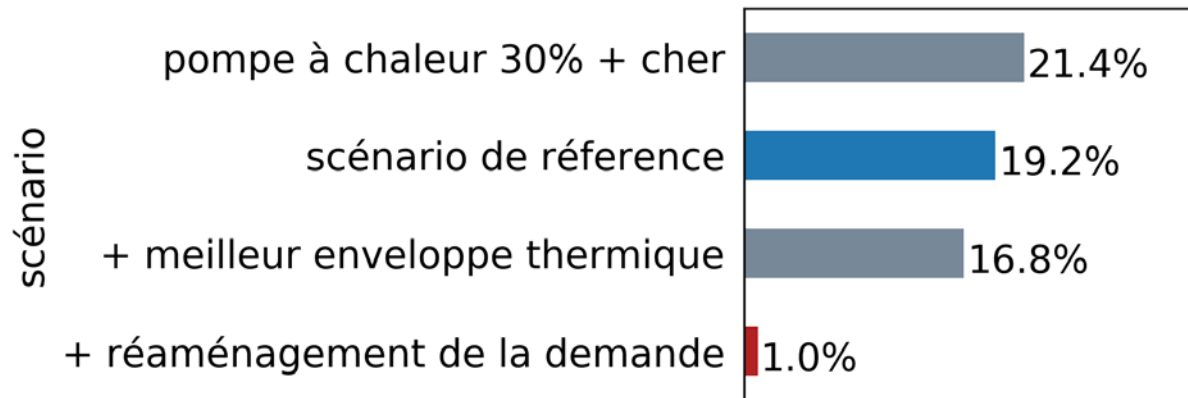
Secteur industriel plus grand contributeur en 2050

Éviter plinthes électriques peut la réduire considérablement

Reduction GES (- combustibles fossiles) (+ électricité) = augmentation

Aménagement urbain alternatif (scénario 4)

coûts de réduction de GES dans le secteur énergétique



Transition
beaucoup moins
couteuse.

$$\frac{\text{Scenario total costs} - \text{BAU total costs}}{\text{BAU total costs}}$$

Autres considérations

Couts de réduction de GES dans le long-terme assez élevés. Il faut penser long terme.

La réalité est plus complexe:

- Diversité dans le parc immobilier.
- Modélisation simplifiée de l'enveloppe thermique.
- ...

Mais les modèles peut nous aider a naviguer le problème et envisager des pistes de solution.

À retenir:

- Agir sur la demande peut réduire beaucoup les coûts de transition vers une société à faible émissions.
- Investir en (nouvelles) maisons mieux isolées pour réduire les coûts totales de la transition.
- Codes de bâtiment: Besoin d'une analyse coût-bénéfice au long-terme.
- Pompes à chaleur comme solution de chauffage à long/moyen terme.
- Secteur industriel, un défi pour réduction des GES.
- Modèles du système énergétique: outil pratique pour concevoir des transitions efficaces et tester des hypothèses.

Références

- Astudillo MF, Vaillancourt K, Pineau P-O, Amor B (2017) Can the household sector reduce global warming mitigation costs? sensitivity to key parameters in a TIMES techno-economic energy model. *Appl Energy* 205:486–498. doi: 10.1016/j.apenergy.2017.07.130
- Swan L, Ugursal VI, Beausoleil-Morrison I (2009) A database of house descriptions representative of the Canadian housing stock for coupling to building energy performance simulation. *J Build Perform Simul* 2:75–84. doi: 10.1080/19401490802491827

Questions?