

18. Autres sujets en énergie

18.4 – *Passive House*

Daniel R. Rousse, ing., Ph.D.

Groupe t3e, Département de génie mécanique

Roody St-Pierre, ing, M.Sc

Frédéric Coulombe, ing, M.Sc

David Mercier, ing

Plan de la présentation

- Introduction et Objectifs
- Approches distinctes
- Origines de la maison passive
- Principes de base
- Certification
- Passive House dans le monde
- Conclusion

Plan de la présentation

- Introduction et Objectifs
- Approches distinctes
- Principes et éléments de base
- Certification
- Passive House dans le monde
- Conclusion

Introduction

- En bref :

[Passive House Explained in 90 Seconds](#)

Introduction

- Objectifs :
 - Présenter le standard de construction éco-énergétique *Passive House*
 - Comprendre par quels moyens il est possible de diminuer la consommation des bâtiments.

Approches distinctes

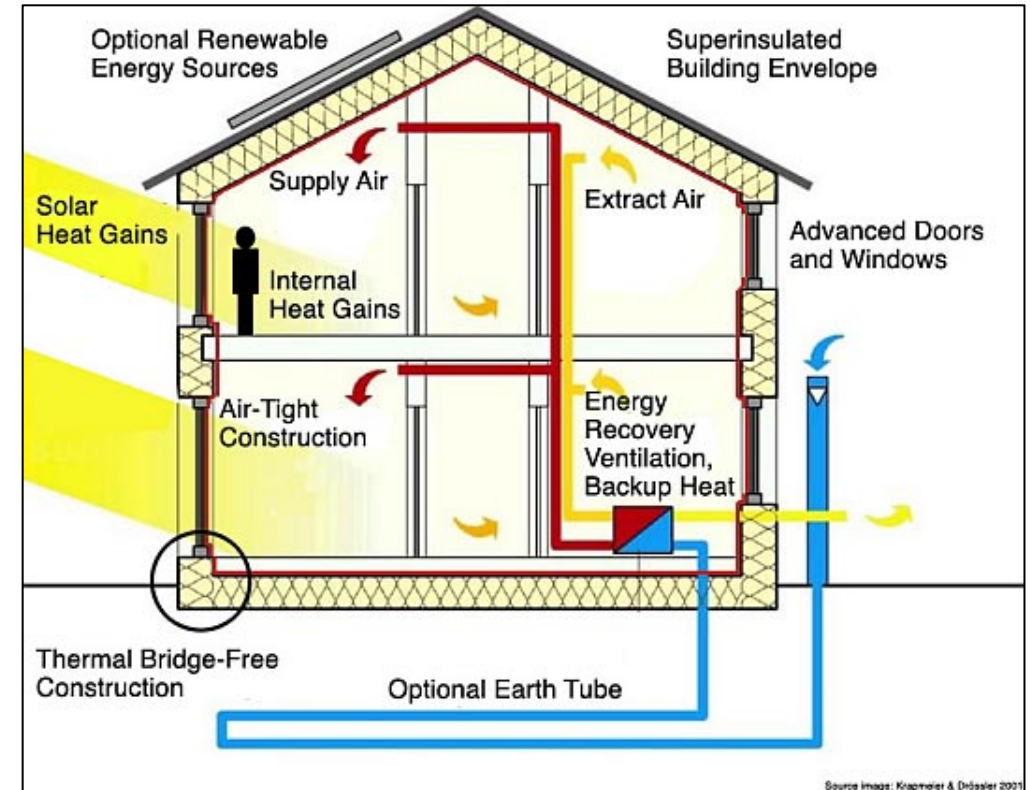
- Maison passive - généralités :

- Avantages

- Indépendance énergétique
- Confort thermique accru
- Maison reste habitable en cas de panne
- Pas d'équipement de chauffage (\$\$)
- Climatisation optionnelle

- Désavantages

- Environ 5-10% de coûts supplémentaires pour la construction (passipedia.org)
- Beaucoup de documentation à remplir



Approches distinctes

LEED

Réduire (E + Déchets + Eau + Toxicité)

≠

Net Zero-Energy Building

Consom. + Prod. = 0 kWh/an

≠

Passive Solar House

Chauffage solaire seulement

≠

Passive House Standard

Consommation E quasi-nulle

Approches distinctes

- Bâtiment LEED :
 - « Leadership in Energy and Environmental Design »
 - Standard américain reconnu dans 160 pays
 - Certification basé sur un système de pointage
 - Recyclage des matériaux
 - Économies d'énergie & eau
 - Réduction des émissions de CO2
 - Incorporation de toits verts (îlots de chaleur)
 - Niveau selon pointage: Certifié, Argent, Or, Platine
 - CaGBC: 2800 bâtiments certifiés depuis 2004

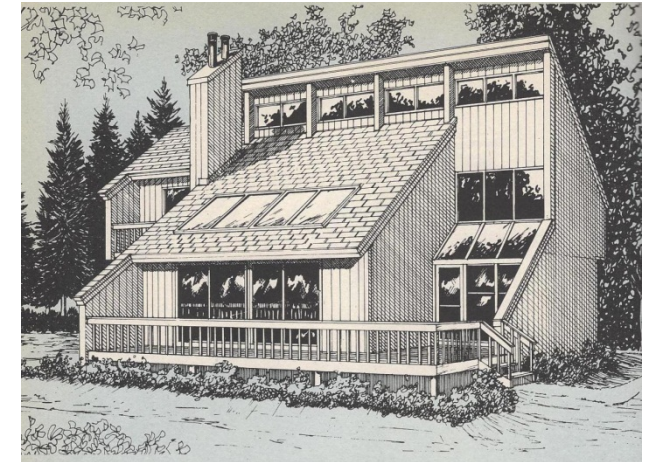


Approches distinctes

- Net Zero-Energy Building (NZEB) :
 - Consommation – Production ≤ 0 kWh/m²-a
 - Petit cousin: Nearly Zero-Energy Building
 - Consommation: Méthodes similaires au Passive House
 - Production: ER seulement, habituellement du PV
 - Plusieurs définitions (Site, Source, Coût, Émissions)
 - CE 2012: 75 approches recensées dans 17 pays
 - Certification disponible depuis 2013:
 - Net Zero-Energy Building Certification (International Living Future Institute) avec audit énergétique

Approches distinctes

- Passive Solar House :
 - Principes de conception popularisés dans les années 70
 - Utilisation des gains solaires et de la masse thermique
 - Pas de mesures, pas de standard, pas de certification
 - Défauts rencontrés
 - Mauvaise étanchéité
 - Surchauffe en été
 - Économies pas toujours au rendez-vous



A distinguer de la « Passivhaus » ou maison passive, sujet de cette présentation

Approches distinctes

- Passive House (PassivHaus) :
 - Un standard de construction géré par un institut privé allemand, le Passive House Institute
 - Réduction de 90% des charges de chauffage et climatisation par rapport à un bâtiment typique
 - Basé sur une combinaison de méthodes
 - Super-isolation
 - Haute étanchéité à l'air
 - Les gains solaires et internes sont utilisés
 - Ventilateur récupérateur de chaleur efficace
 - Critères de certification: Énergie seulement



Approches distinctes

- Passive House (PassivHaus) :
 - Début des années 90 le professeur Bo Adamson (Suède) et le Dr Wolfgang Feist (Allemagne) mettent en place le standard de construction Passivhaus.
 - En 1996, le Dr Wolfgang Feist fonde le Passivhaus Institut à Darmstadt en Allemagne.



Principes et éléments de base

- Critères :
 - Chauffage: Max 15 kWh / m²-an ou 10 W/m²
 - Climatisation: Max 15 kWh/m²-an ou 10 W/m²
 - Étanchéité: Max 0.6 ch. air/h à 50 Pa
 - Énergie renouvelable primaire: Max 60 kWh/ m²-an
- La certification est basée sur les résultats de calcul du logiciel PHPP (Passive House Planning Package) distribué par PHI.
(260\$)
 - Bilan énergétique

Principes et éléments de base

- 3 certifications possibles par le PHI :
 - PassivHaus (original)
 - EnerPHit (critères adaptés aux projets rétrofit)
 - PHI Low Energy (critères moins exigeants)

Table 5 PHI Low Energy Building criteria

				Criteria ¹	Alternative Criteria ²
Heating					
Heating demand	[kWh/(m ² a)]	≤		30	
Cooling					
Cooling + dehumidification demand	[kWh/(m ² a)]	≤		Passive House requirement ³ + 15	
Airtightness					
Pressurization test result n ₅₀	[1/h]	≤		1.0	
Renewable Primary Energy (PER)⁴					
PER demand ⁵	[kWh/(m ² a)]	≤		75	Exceeding the criteria up to +15 kWh/(m ² a) is permitted... ...with compensation of the above deviation by additional generation
Renewable energy generation ⁶ (with reference to projected building footprint)	[kWh/(m ² a)]	≥		-	

Principes et éléments de base

- Isolation :
 - Le toit et les murs extérieurs comptent pour 70% des pertes de chaleur d'un bâtiment (PHI)
 - PassivHaus typique: $U \leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (R-38)
 - Il ne faut pas économiser sur la quantité d'isolant
 - Ce n'est pas la masse thermique qui compte

U-value <i>W/m²K</i>	heat loss rate <i>W</i>	annual heating losses <i>kWh/yr</i>	annual costs external wall only <i>€/yr</i>
1.250	4,125	9,750	644.00
0.125	412	975	64.00

Principes et éléments de base

- Isolation :
 - Pas de contrainte sur la nature de l'isolant

material	thermal conductivity W/mK	thickness required for $U=0.13$ $W/(m^2K)$ m
reinforced concrete	2.3	17.30
solid brick	0.80	6.02
perforated brick	0.40	3.01
softwood	0.13	0.98
porous brick, porous concrete	0.11	0.83
straw	0.055	0.41
typical insulation material	0.040	0.30
high-quality conventional insulation material	0.025	0.19
nanoporous super-insulating material normal pressure	0.015	0.11
vacuum insulation material (silica)	0.008	0.06
vacuum insulation material (high vacuum)	0.002	0.015

Principes et éléments de base

- Isolation :

$$Q = U * A * \Delta T$$

- U = coefficient de transfert global [W/m²-C]
- R = résistance thermique globale [m²-C/W]
- R= 1/U ... mais R est habituellement exprimé en unités impériales
- 1 [m²-C/W] = 5.68 [h-ft²-°F/BTU]
- Requis nominal du Code canadien :
 - murs R-20 (Effectif R-14 = 0.4 W/m²-K)

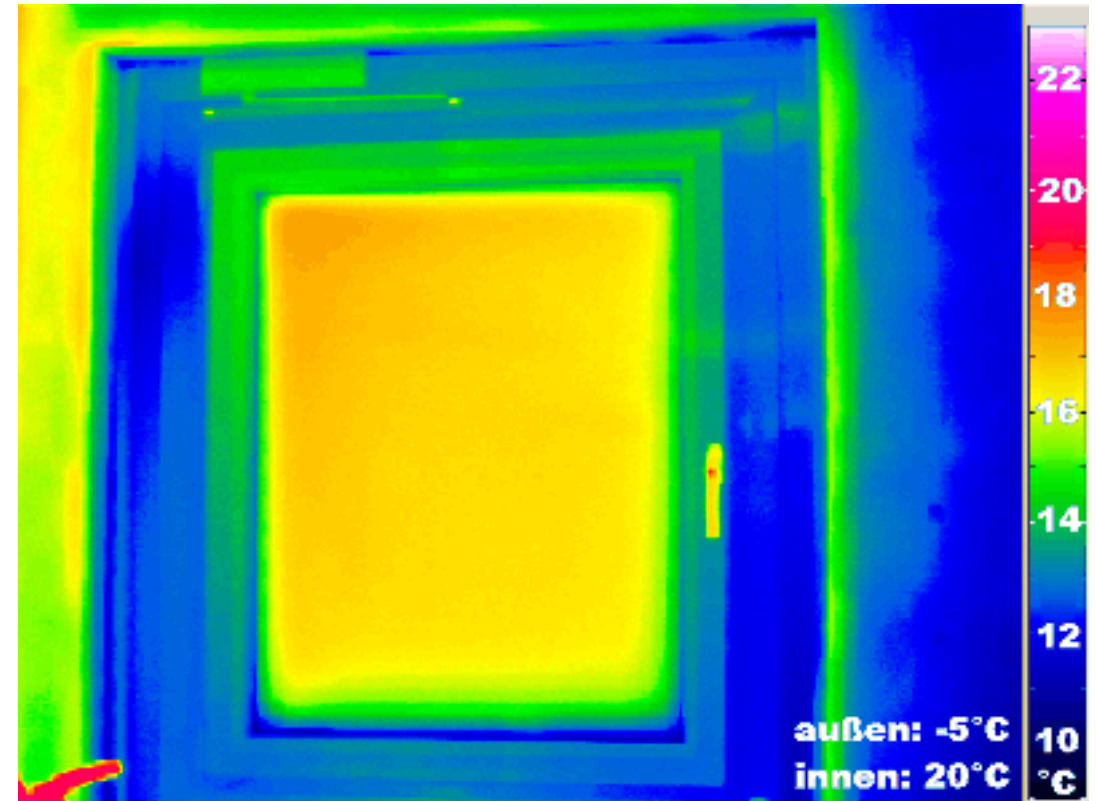
Principes et éléments de base

- Fenêtres :
 - Triple vitrage souvent nécessaire
 - Argon scellé (faible conductivité)
 - Low-e (faible émissivité)
 - Conception sans pont thermique

Résultat :
0.5 and 0.8 W/(m²K)
R-7 à R-11 (système impérial)

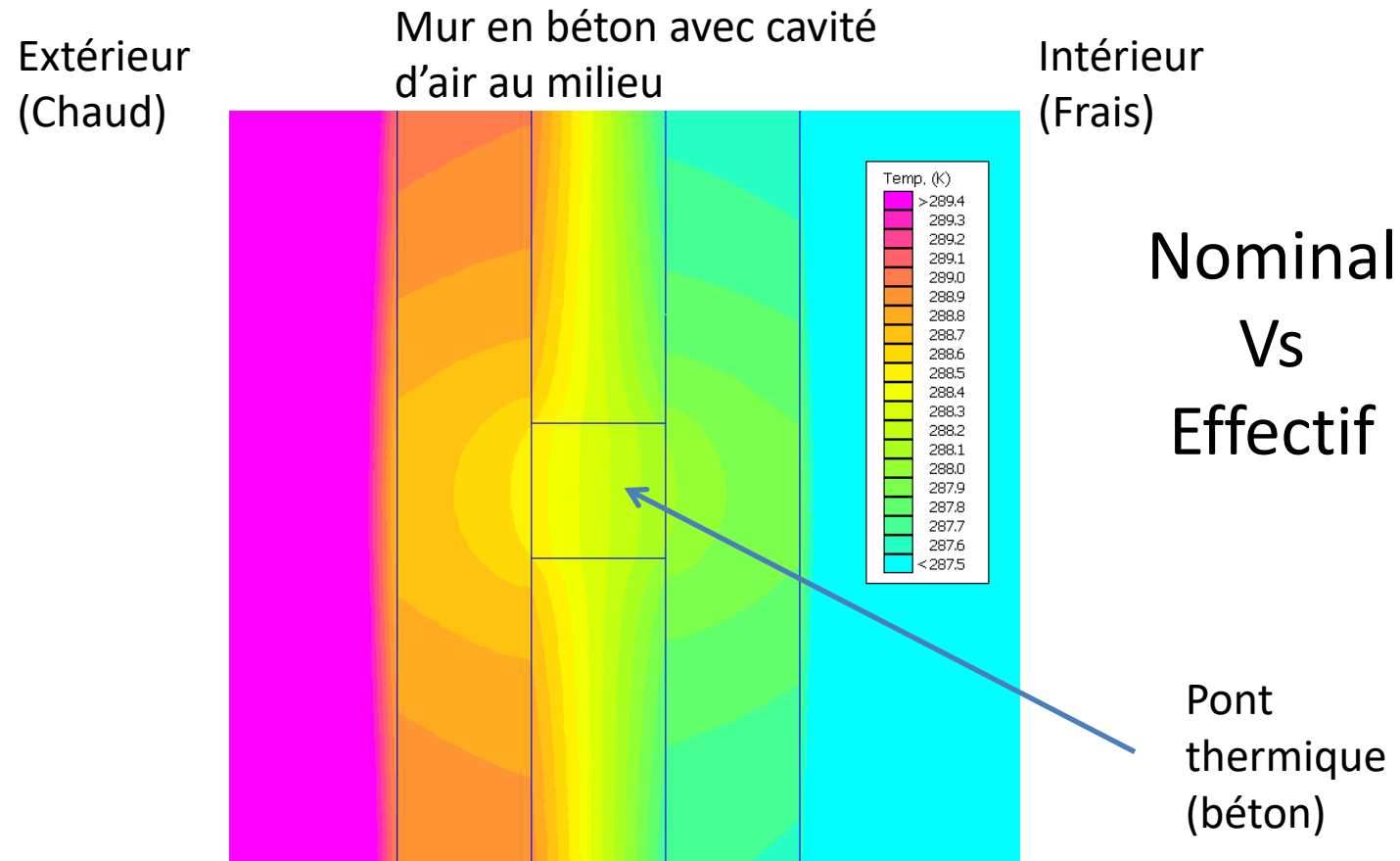


+ U-value 0.125 / R-value 8.0



Principes et éléments de base

- Pont thermique à éviter :



By Zureks - Own work, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10775234>

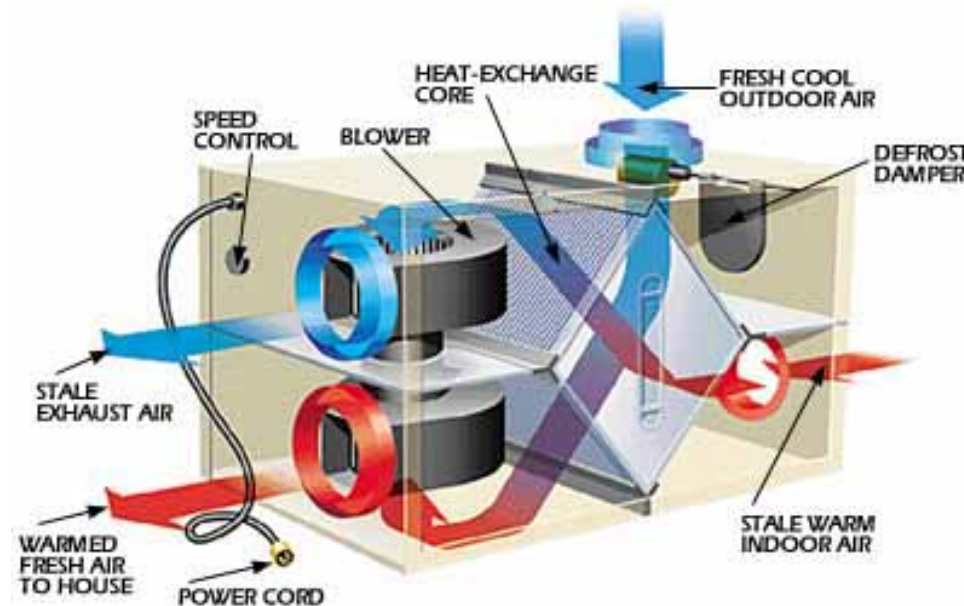
Principes et éléments de base

- étanchéité :
 - Haute étanchéité ($ACH < 0.6 @ n50$)
 - Nouvelles constructions au Canada: 1.9 – 4.3 ACH @ n50
 - Test d'étanchéité (blower door test)



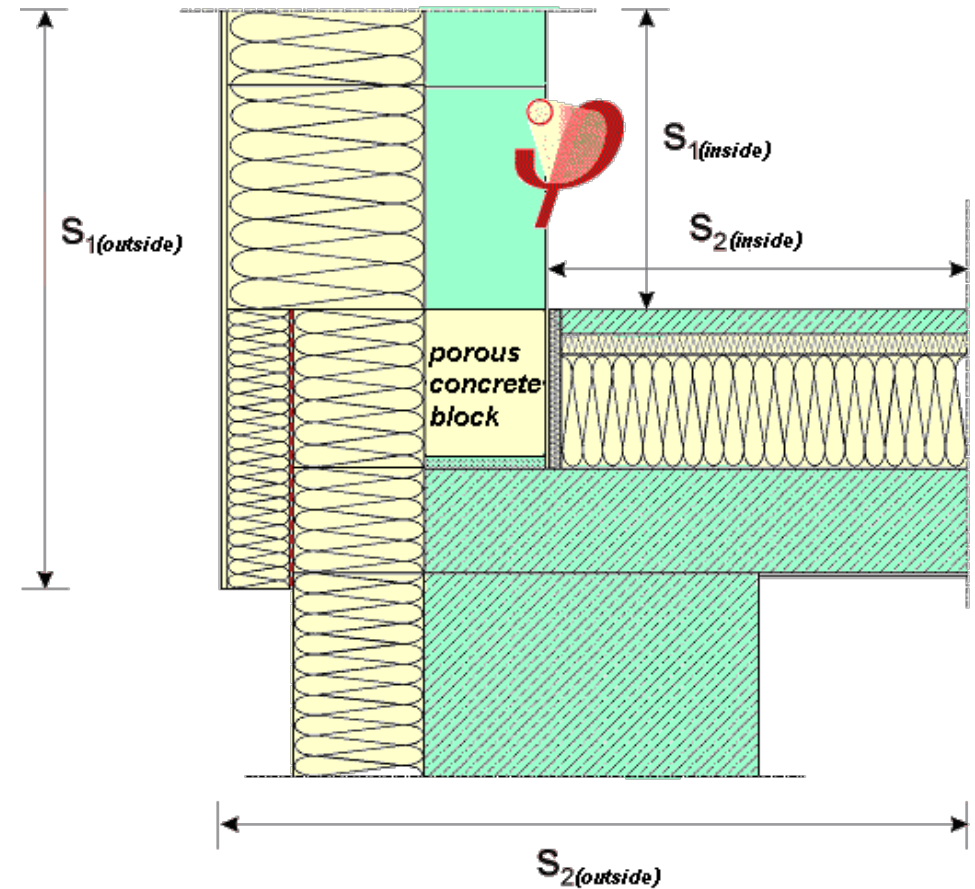
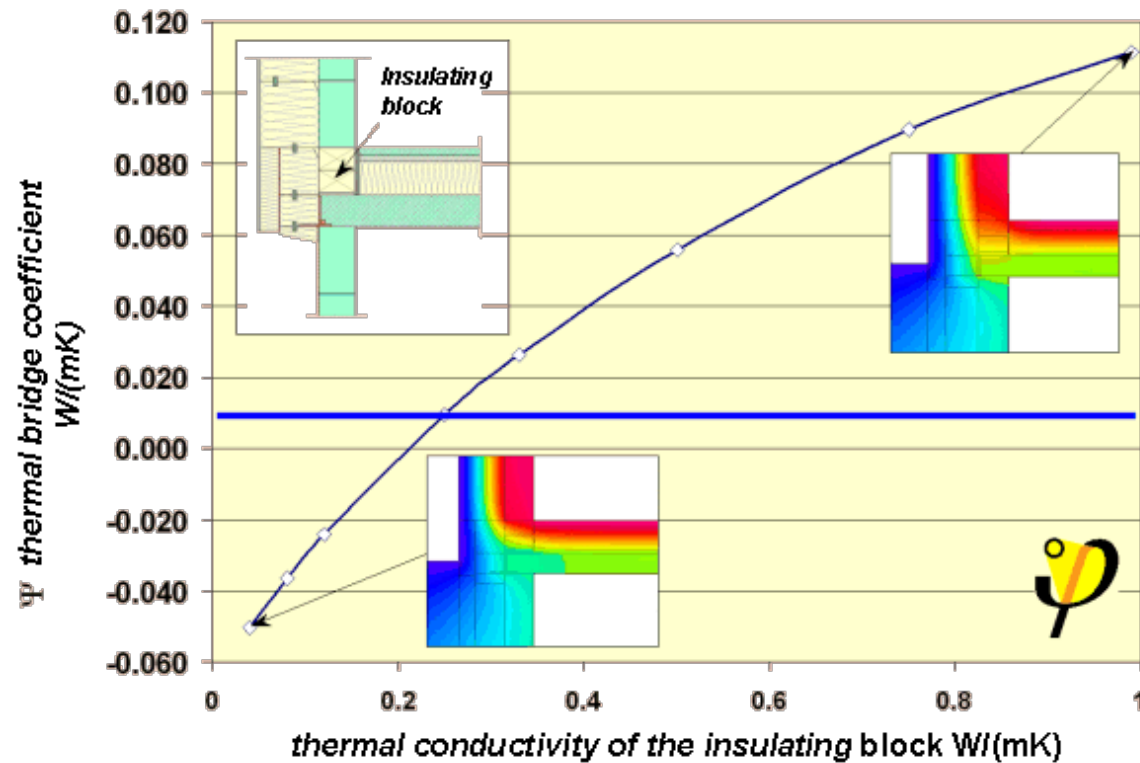
Principes et éléments de base

- Ventilateur récupérateur de chaleur :
 - Requis: $\eta > 75\%$ et 0.45 Wh/m^3
 - Essentiel pour éviter condensation, moisissure
 - Appoint de chauffage par le système de ventilation



Principes et éléments de base

- Fondations
 - Forte isolation sous la dalle de béton
 - Éviter les ponts thermiques



Principes et éléments de base

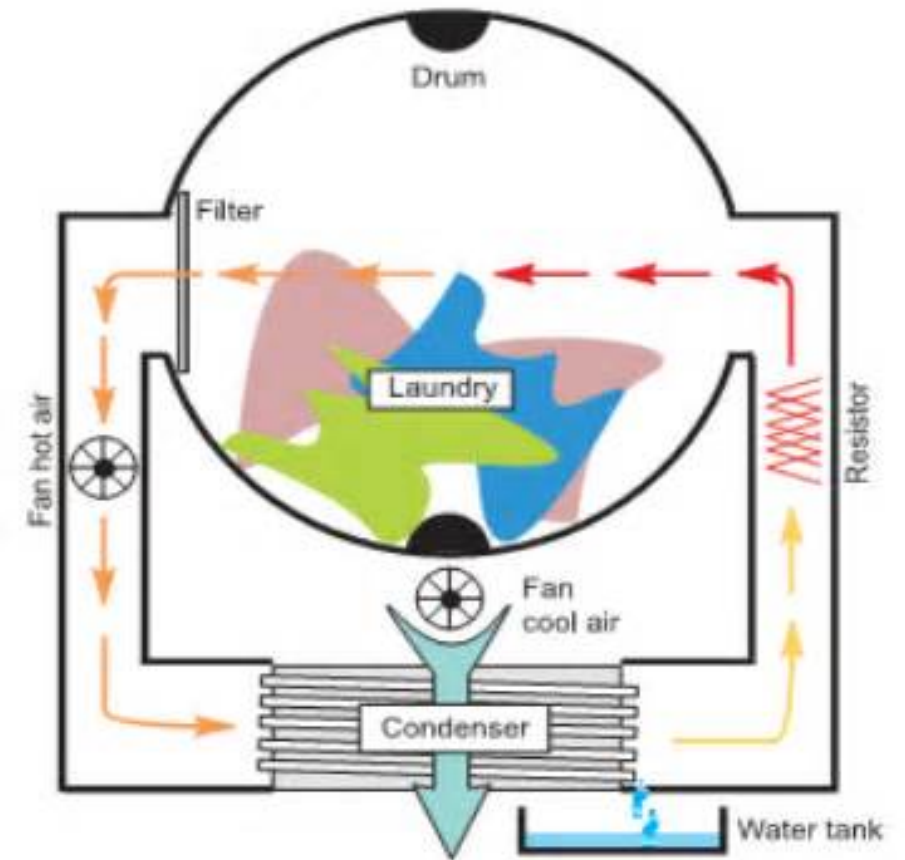
- Préchauffage géothermique :
 - puits canadien de la bibliothèque Raymond-Lévesque
 - 1,2 m de diamètre
 - Longueur de 60 m
 - Selon la saison, ajoute ou retranche 7°C à la température de l'air neuf



Bibliothèque Raymond-Lévesque - Longueuil
<http://www.sabmagazine.com/blog/2012/07/26/2012-sab-awards-winning-project-bibliotheque-raymond-levesque-st-hubert-qc/>

Principes et éléments de base

- Machines éco-énergétiques : sèche-linge à condensation ?
 - "condenser dryer"
 - PAC possible
 - Coût plus élevé
 - Moins énergivore
 - Pas de sortie d'air
- Le fil à linge reste plus économe.



Certification

- Qui peut donner la certification ?
 - PHI directement
 - ou un « Passive House Institute accredited Building Certifiers »
 - N'importe qui peut soumettre, mais PHI recommande de faire affaire avec un consultant
- Pour les requis détaillés de la certification, voir le site web d'un certificateur canadien (Certification Submission Package)

<http://www.peelpassivehouse.ca/passive-house-building-certification.html>

Le secret de la réussite repose dans la planification et la mise en oeuvre minutieuse



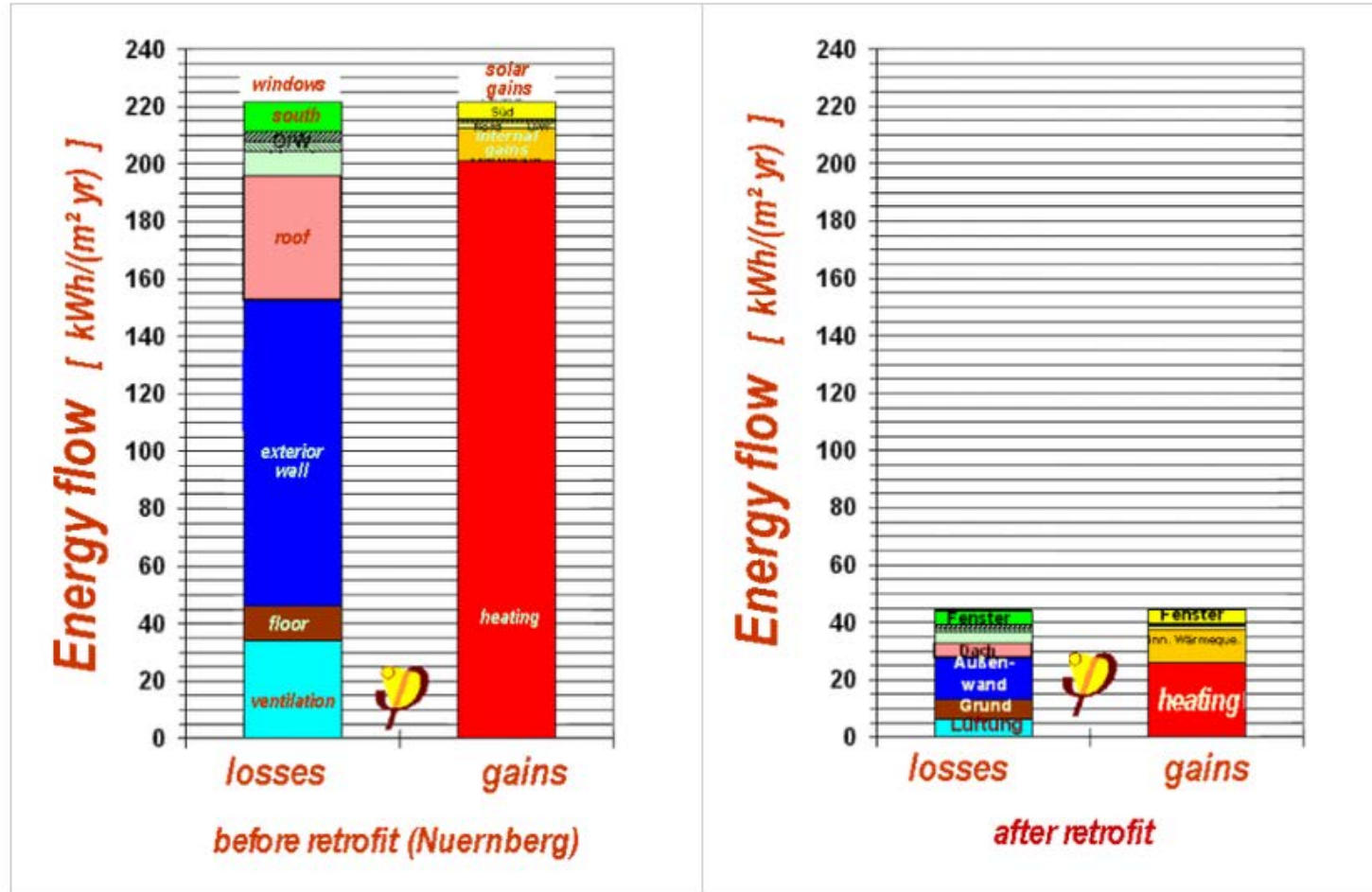
Certification

- Matériaux spécifiques et certifiés
 - Portes, fenêtres, châssis
 - Ventilateur récupérateur de chaleur (VRC)
 - Joints d'étanchéité
 - Sèche-linge à condensation
 - Isolants
- Techniques de construction et d'assemblage



Certification

- Rétrofit, comment faire?



passipedia.org

Passive House dans le monde

- Bien implanté en Europe :



Passive House dans le monde

- Principalement les pays du centre et du nord de l'Europe
- En 2012, environ 30 000 constructions à travers le monde dont un peu plus de 16 000 seulement en Allemagne
- “The Energy Performance of Buildings Directive requires all new buildings to be nearly zero-energy by the end of 2020. All new public buildings must be nearly zero-energy by 2018.”

Passive House dans le monde

- Francfort en Allemagne
 - Plus de 1000 maisons construites selon le standard
 - Depuis 2007, tous les bâtiments municipaux sont construits selon Passive house
 - Tous les bâtiments construits sur des terrains achetés à la Ville doivent être selon Passive house

Passive House dans le monde

- 32 bâtiments certifiés au Canada par PHI
- 5 par PHIUS (principalement des aéroports):
- La maison autrichienne construite à Whisler pour les jeux olympiques 2010.



Passive House dans le monde

- Jumelé construit à Ottawa (2010) par VERTDesign (aussi certifié maison LEED platine).
 - A perdu sa certification européenne en 2012 parce que PHI ne reconnaît plus les certifications de PHIUS.



Passive House dans le monde

- Maison construite à Wakefield, Qc (2005-2006) selon le standard, mais n'a pu être certifiée. En 2009, la consommation énergétique était 70% inférieure au CMNEB. La maison atteint cependant le standard 'Low Energy' de l'institut.



150 m² (1700 pi² brutes)
25 kWh/m²-a
3677kWh/an (312\$)

Passive House dans le monde

- Maison unifamiliale à Mont-Tremblant



150 m² (1800 pi²)

Matériaux conventionnels

Pas de climatisation

Fenêtres européennes

Murs R-66

11.8 kWh/m²

0.16 ACH@50pa

Puissance de chauffage: 2000W

Chauffage: 1793 kWh/an (152\$)

Coût de fabrication: 167\$/pi²
(300 600\$)

Spécifications complètes:

<http://www.passivehouse.ca/project/maison-bombardier>

Passive House dans le monde

- Formations :
 - LEED Green Associate:
 - Cours CaGBC: 765\$ (Montréal, 23 nov)
 - Examen: 250\$ (100\$ étudiant)
 - LEED Spécialisation: 250\$

 - Certified Passive House Designer (1400\$)



Conclusion

- Plusieurs visions du bâtiment écologique
- La maison passive se distingue des autres certifications
- Certification bien établie
- Technologie mature en implantation
- Amérique du Nord en retard sur l'Europe



Merci de votre attention !