

26. Énergie et bâtiment

26.4 – Certifications et normes

26.4.2 Maison passive, Passive House ou Passivhaus

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
- Principes et éléments de base de la maison passive
- Certification
- Passive House dans le monde
- Conclusion

Plan de la présentation

- ***Introduction et Objectifs***
- Certifications distinctes
- Principes et éléments de base de la maison passive
- Certification
- Passive House dans le monde
- Conclusion

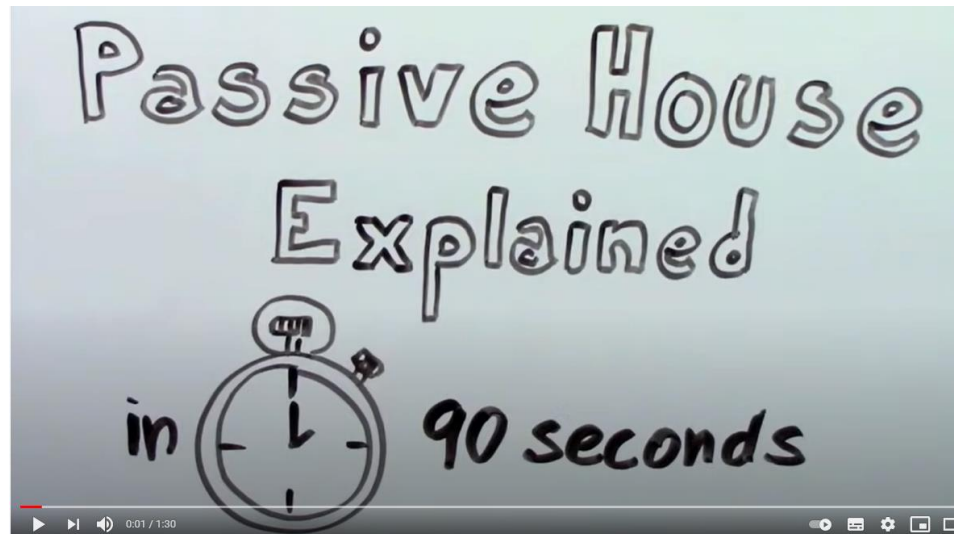
Introduction

- Rencontrer le standard Maison Passive, Passive House ou Passivhaus est extrêmement exigeant;
 - Une maison ayant la certification pourrait être chauffée avec un seul sèche-cheveux par étage (image) pour maintenir le confort;
- Cette certification est présentée puisqu'elle apparait la plus exigeante en termes de consommation énergétique;
- Elle est toutefois imparfaite:
 - Trop rigide (discuté en 26.4.3);
 - Uniquement axée sur la performance énergétique.

Introduction

- En bref :

Passive House Explained in 90 Seconds



Introduction

- Autres vidéos :
 - [Insulation and Airtightness - Passive House Series](#) 3min27 à 4min52
 - [Kingdom builders, Vancouver BC.](#)
 - Passive house Canada, Video library
 - <https://www.passivehousecanada.com/video-library/>
- MOOC – La maison passive :
 - Bâtiment passif et bas carbone : l'approche globale par le BIM
 - www.mooc-batiment-durable.fr

Introduction

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

Plan de la présentation

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

Question

- Quelle est la réduction des charges de chauffage et de climatisation offerte par une Passive House par rapport à un bâtiment standard (à 5% près) ?

A. 10 %
B. 30 %
C. 50 %
D. 70 %
E. 90 %



ENR2020

Principes et éléments de base

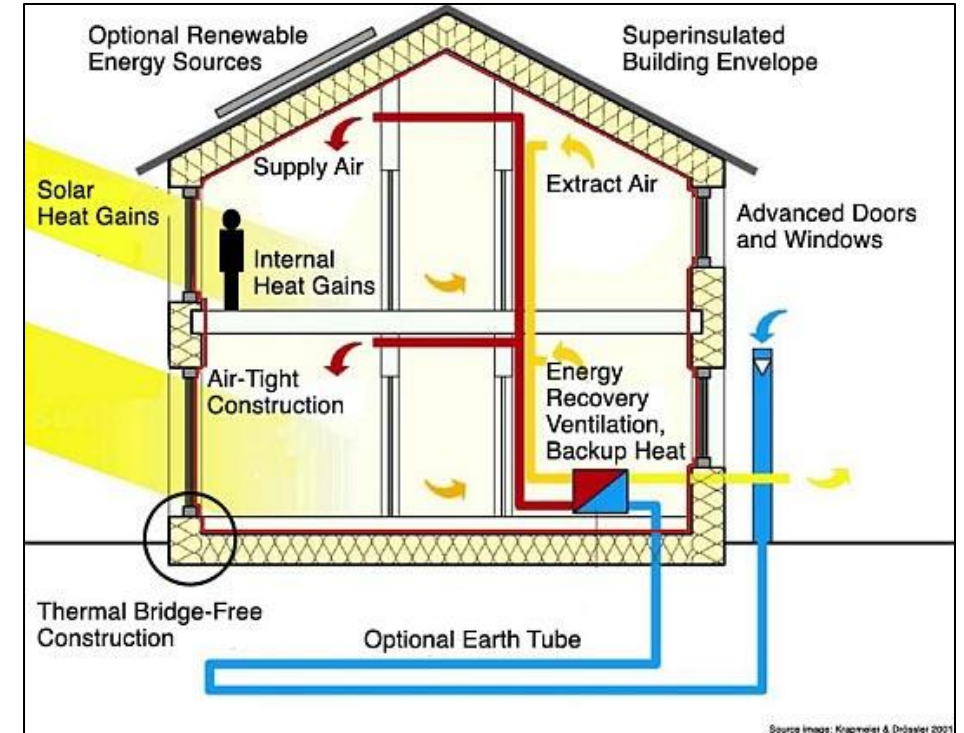
- Maison passive - généralités :

- Avantages

- Indépendance énergétique possible
- 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



Principes et éléments de base

- Passive House (Passivhaus) :
 - Un standard de construction géré par un institut privé allemand, le Passivhaus Institut
 - 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**



Certifications 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 calculs du logiciel PHPP (Passive House Planning Package) distribué par PHI. (260\$)
 - Bilan énergétique

Question

- Selon la norme ISO 13790, quels éléments de la maison sont responsables des pertes énergétiques les plus importantes ?
 - A. Les murs extérieurs
 - B. Le sol
 - C. Le toit
 - D. Les fenêtres orientées vers le Nord
 - E. Les fenêtres orientées vers le Sud



ENR2020

Principes et éléments de base

PASSIVE HOUSE DESIGN with PHPP



Passive House Verification

BUILDING: Erd- und-Terrassen-Passive House, Brunnshausen
 Location and address: Hermannstr. 29, Brunnshausen, Gredford, Germany
 ZIP CODE: 39100
 Coordinates: 51° 42' 23" N, 10° 42' 23" E
 Country: Germany (Köln)
 Building Type: Terraced House / Dwelling
 User Category / Occupant: Single-family house / Residential
 Room: 4-10238, 10-10238
 Architect: Erd- und-Terrassen-Passive House
 Address: 2
 Project City: 5-10238, 10-10238
 Mechanical System: Air-Flow - Inc. Herbert Space
 Room: 4-10238, 10-10238
 Project City: 5-10238, 10-10238

Year of construction: 1991
 Number of Dwelling Units: 1
 Heating System: 0-10238
 Number of stories: 4.0

Indoor Temperature: 20,0 °C
 Outdoor Air Temp.: 1,1 °C

Specific Demands with Reference to the Total Floor Area

Parameter	Value	Limit	Passive
Specific Space Heating Demand	14 kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	Yes
Heating Load	10 W/m²	10 W/m²	Yes
Preparation Test Result	0,2 h⁻¹	0,5 h⁻¹	Yes
Specific Primary Energy Demand (with heating system and ventilation system)	51 kWh/(m²a)	55 kWh/(m²a)	Yes
Specific Primary Energy Demand (without heating system and ventilation)	0 kWh/(m²a)	0 kWh/(m²a)	Yes
Specific Cooling Demand	0 kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	Yes
Cooling Load	0 W/m²	0 W/m²	Yes

© PHI

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: $U \leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; RSI $6,67\text{m}^2\text{K}/\text{W}$; 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/m²K]
- R = résistance thermique globale [m²K/W]
- R = 1/U ... mais R est habituellement exprimé en unités impériales
- 1 [m²K/W] = 5.68 [h-ft²-°F/BTU]
- Requis nominal du Code canadien :
 - murs R-20 (Effectif R-14 = 0.4 W/m²K)

Question

- Quel est le flux thermique (en Watt) passant par un mur ayant une surface de 5 m^2 , une résistance thermique surfacique de $2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$, et si l'on considère une différence de température entre les deux parois du mur de 20K (ou 20°C)?

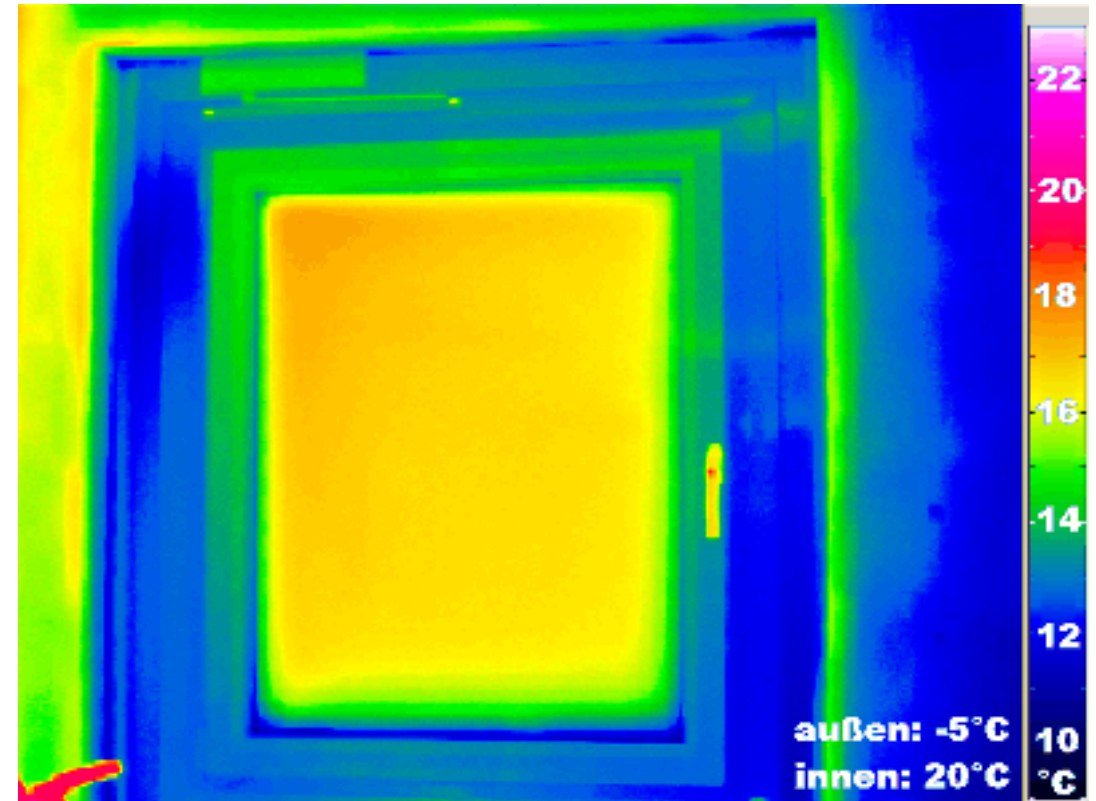
Principes et éléments de base

- 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)

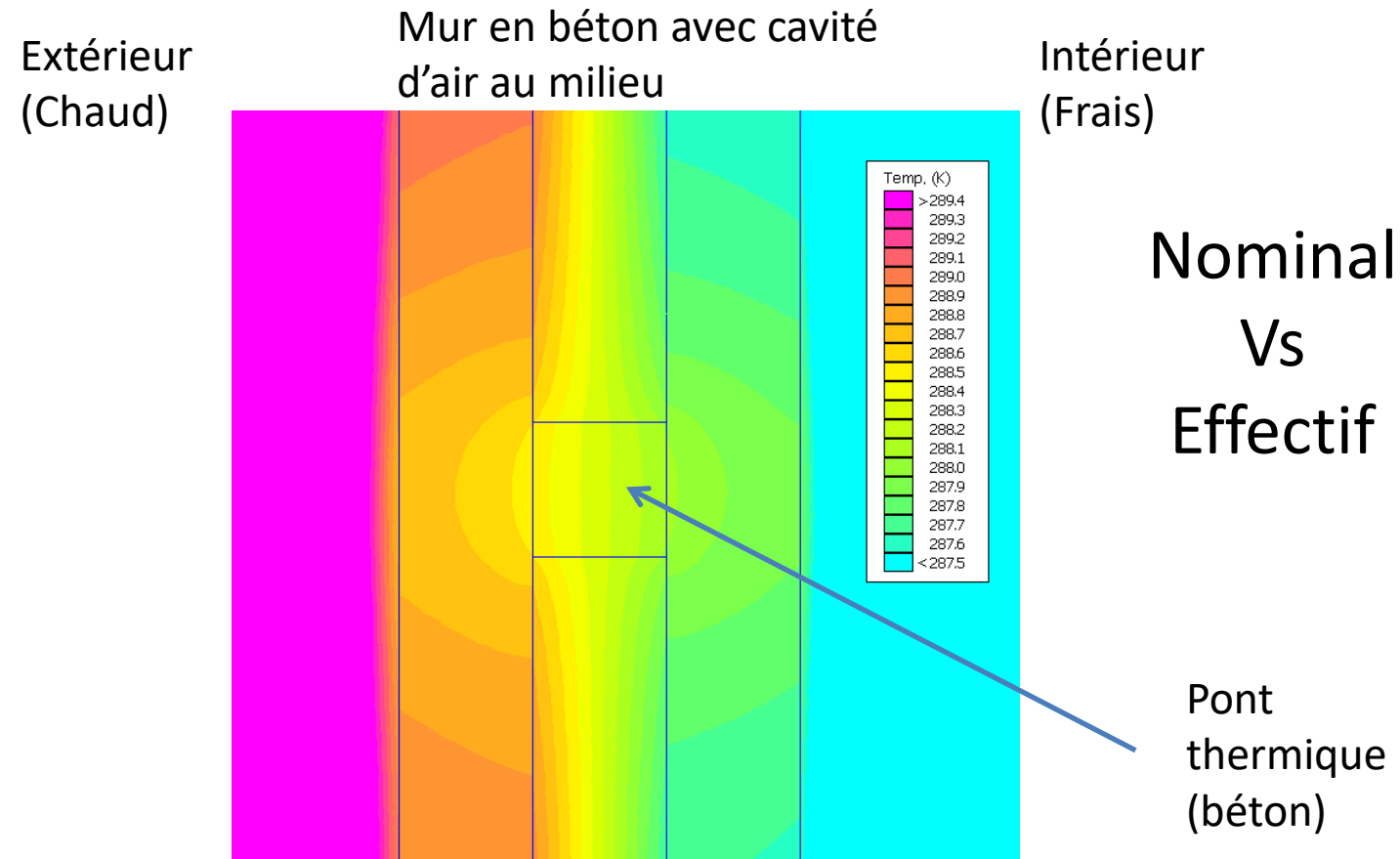


+ U-value 0.125 / R-value 8.0



Principes et éléments de base

- Pont thermique à éviter :



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

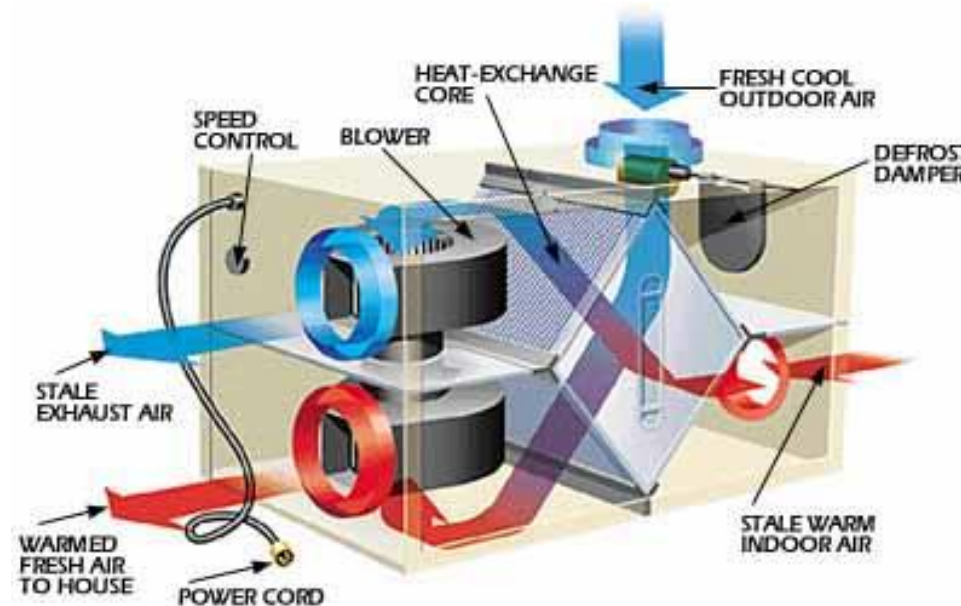
Principes et éléments de base

- Étanchéité :
 - Haute étanchéité des PH (CAH ou ACH ≤ 0.6 @ n50)
 - Nouvelles constructions au Canada: 1.9 – 4.3 ACH @ n50
 - Test d'étanchéité (blower door test)
 - Une dépression est exercée
 - On mesure le flux d'air
 - On calcule le taux de changement d'air par heure
 - Il faut prendre d'infinies précautions lors de la construction!



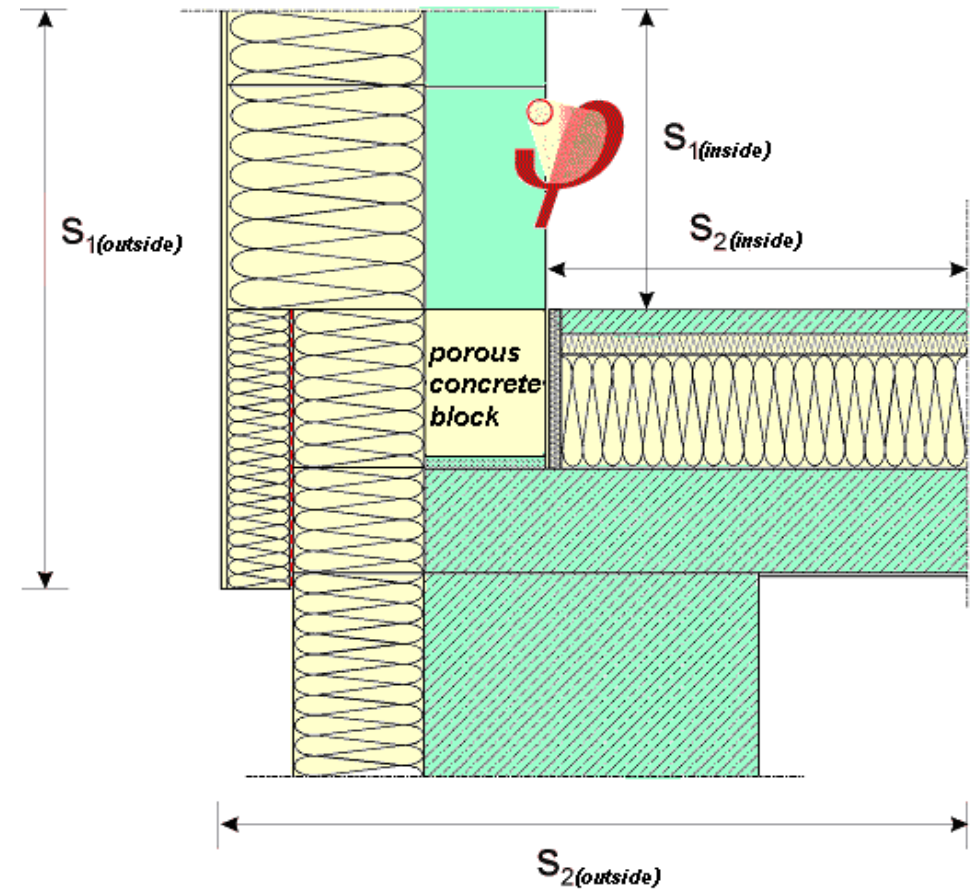
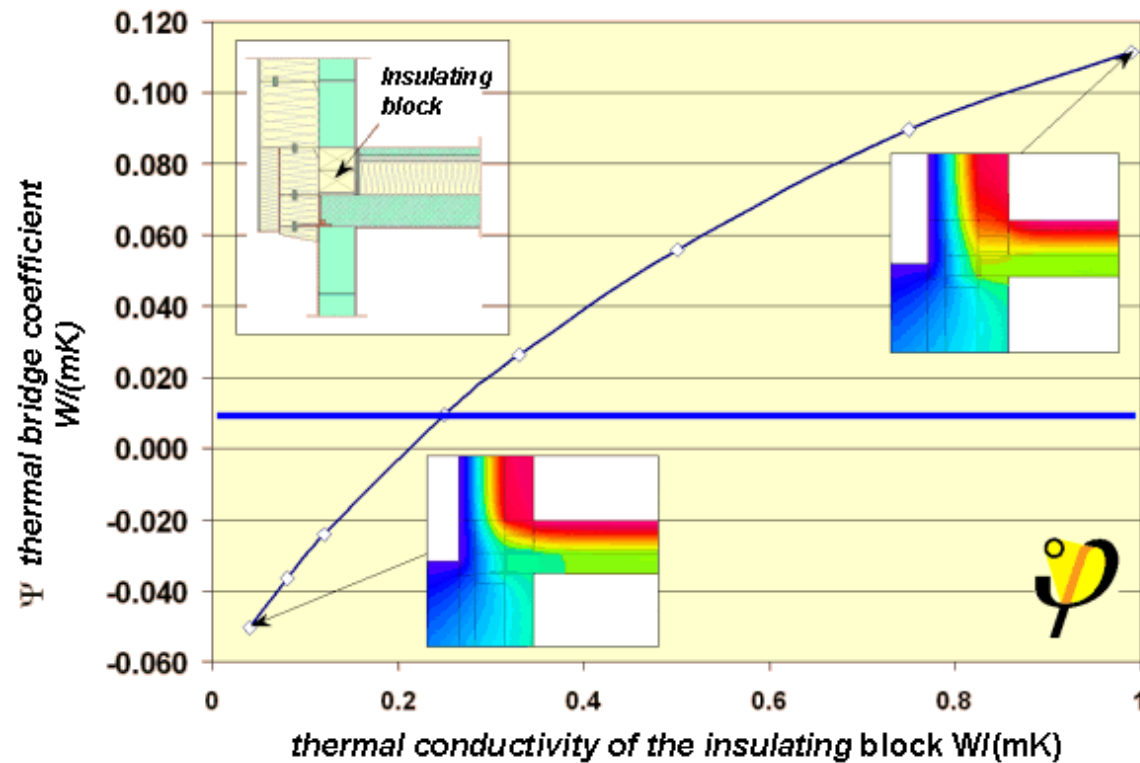
Principes et éléments de base

- Ventilateur récupérateur de chaleur :
 - Requis: $\eta \geq 75\%$ et $0,45\text{Wh/m}^3$;
 - Essentiel pour éviter la condensation et les moisissures;
 - Appoint de chauffage par le système de ventilation.



Principes et éléments de base

- Fondations
 - Forte isolation sous la dalle de béton
 - Évitement des ponts thermiques



Principes et éléments de base

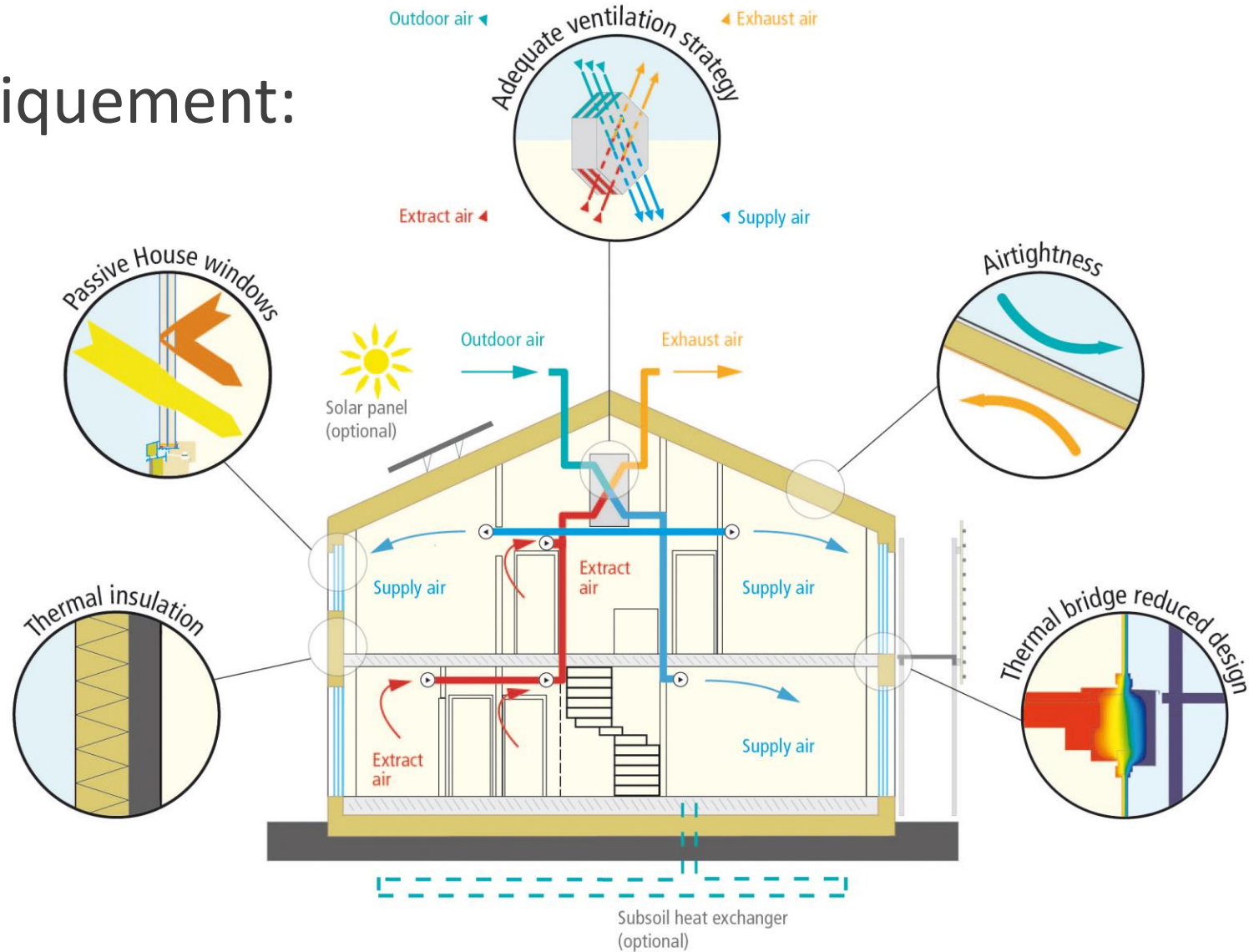
- Préchauffage géothermique :
 - Puits canadien de la bibliothèque Raymond-Lévesque
 - 1,2 m de diamètre
 - Longueur de 60 m
 - Selon la saison, ajoute ou retranche 7°C à la température de l'air neuf



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

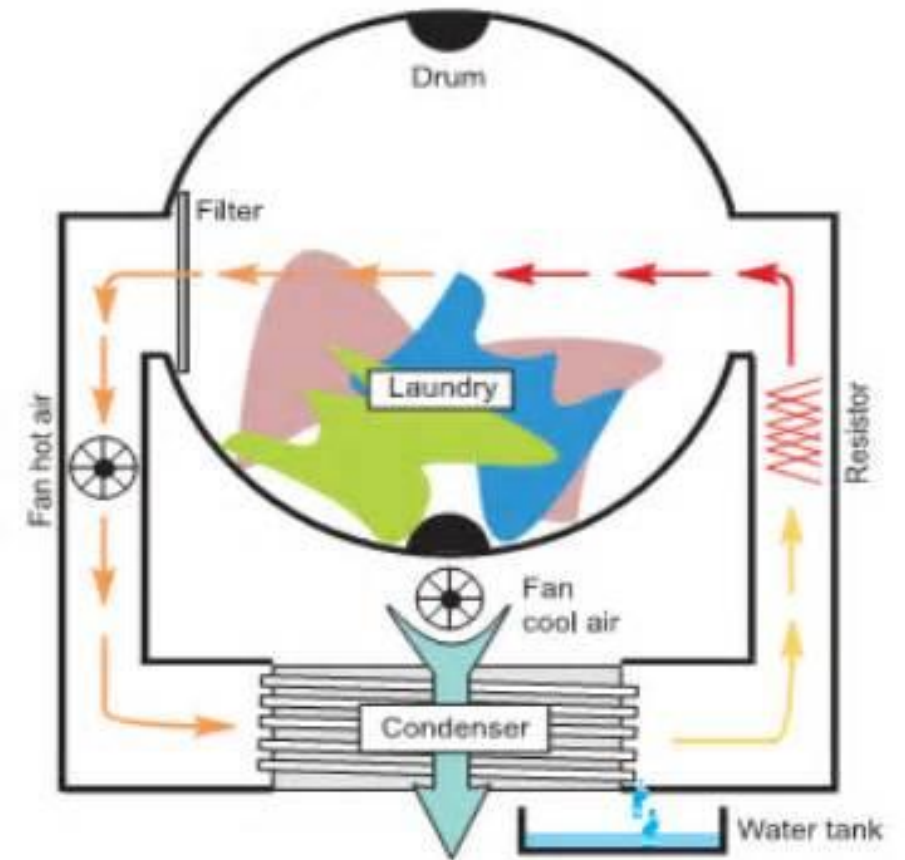
Principes et éléments de base

- Schématiquement:



Principes et éléments de base

- Machines écoénergétiques : 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.



Activité

- Comparez sommairement les frais de chauffage d'une maison novoclimat et d'une Passivhaus (données page suivante)
 - Durée : 20 minutes
 - Travail personnel : 5 minutes (formulation d'une réponse écrite)
 - Travail en équipes : 5 minutes (formulation d'une réponse écrite)
 - Plénière : 5 minutes (présentation des solutions par équipes)
 - Synthèse : 5 minutes

Activité

- Comparez sommairement les frais de chauffage d'une maison novoclimat et d'une Passivhaus à Montréal
 - Résistance thermique doublée $U_{ph} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ vs $U_{nc} = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Géométrie simplifiée : parallélépipède de 15m x 10 m x 6 m
 - Infiltration $CA_{ph} = 0,6 \text{ CAH}$ vs $CA_{nc} = 2,4 \text{ CAH}$
 - VRC, récup ph = 80%, nc = 66%, débit = 100 m³/h
 - Climat de Montréal
 - Chauffage électrique à 0,08 \$/kWh (moyenne)

Plan de la présentation

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

Certification

- Qui peut donner la certification ?
 - PHI directement
 - ou un « Passive House Institute accredited Building Certifier »
 - 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 œuvre minutieuse.



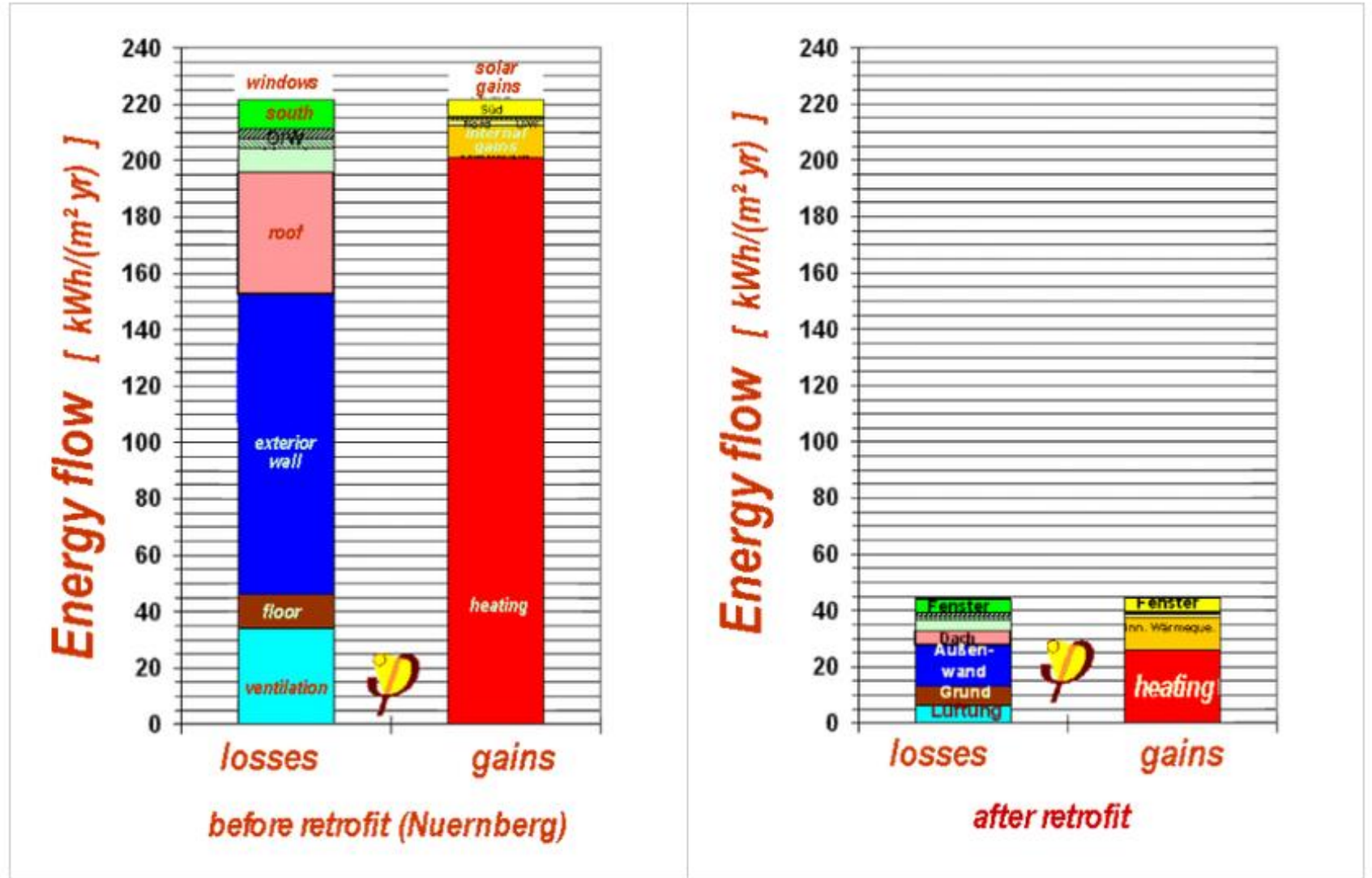
Certification

- 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

Plan de la présentation

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

Question

- Quelle ville allemande ordonne la construction de tous ses bâtiments municipaux selon le modèle Passive House depuis 2007?
 - A. Berlin
 - B. Cologne
 - C. Francfort
 - D. Hambourg
 - E. Munich



ENR2020

Passive House dans le monde

- Bien implantée 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 l'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

- Le mouvement Passive House est né au Canada, dans les années...1970
 - C'est en 1977, en Saskatchewan, que les principes de base des maisons passives ont été expérimentés.
 - Harold Orr, ingénieur visionnaire, nous fait découvrir l'histoire de cette maison hyperperformante qui a révolutionné la construction résidentielle.



Conservation house
www.ecohabitation.com

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



Spécifications complètes:

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

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**

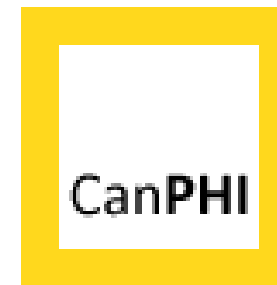
Chauffage: 1793 kWh/an (**152\$/an**)

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

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\$)



Plan de la présentation

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

Conclusion

- Plusieurs visions du bâtiment écologique;
- La maison passive se distingue des autres certifications par sa rigueur ayant trait à la consommation d'énergie;
- Certification bien établie;
- Technologie mature en implantation;
- Amérique du Nord (**très**) en retard sur l'Europe;
- Elle comporte des imperfections, discutées dans la prochaine présentation!



Merci de votre attention !

Lorsque cette capsule de formation est présentée en asynchrone (PDF récupérable sur le site du cours), si vous avez des questions à formuler, veuillez les poser par écrit et spécifier le nom et le numéro de la présentation. Nous vous répondrons le plus rapidement possible.

Période de questions

