

## 11. L'énergie solaire

### *11.6 – Les collecteurs hydroniques*

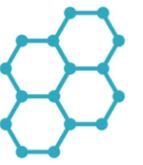
Daniel R. Rousse, ing., Ph.D.

*Département de génie mécanique*

Don Halme

François Relotius, M.ing.

# Question



ENR2020

- Quels sont les noms des différents types de capteurs solaires thermiques ?
  - A. Les collecteurs à tubes sous vide
  - B. Les collecteurs plans non vitrés
  - C. Les collecteurs plans vitrés
  - D. Les collecteurs tubulaires plans
  - E. Les collecteurs à concentration

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs
- Définition
- Types de capteurs
- Types de systèmes
- Le marché
- Le logiciel RETScreen®
- Conclusion

# Plan de la présentation

- ***Introduction et objectifs de la capsule***
- Définition
- Types de capteurs
- Types de systèmes
- Le marché
- Le logiciel RETScreen®
- Conclusion

# Introduction et objectifs

- Les collecteurs solaires hydroniques (à l'eau chaude ou par extension à fluide caloporteur sous forme liquide) sont une solution efficace pour capter et distribuer la quantité de chaleur transportée par les rayons incidents.
- Il existe une grande variété de capteurs hydroniques pour chauffer l'eau et la maison tout au long de l'année. Cependant, en fonction de l'utilisation recherchée (chauffer une piscine l'été ou subvenir à ses besoins en hiver), un type de collecteur particulier sera à favoriser.

# Introduction et objectifs



# Introduction et objectifs

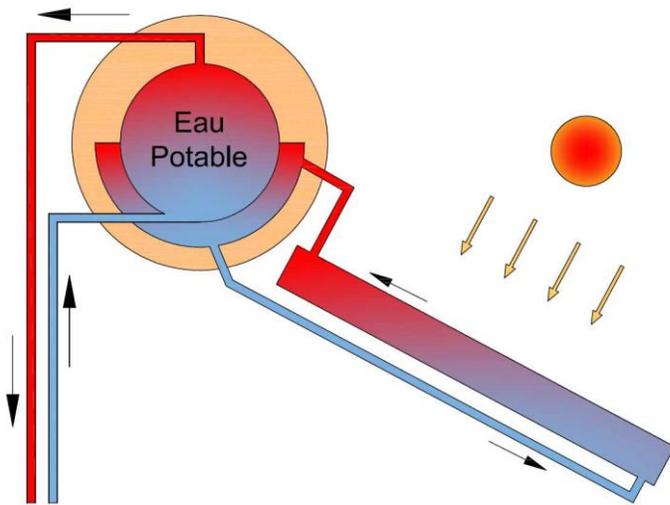
- Objectifs de cette présentation
  - Découvrir les différents types de capteurs solaires hydroniques et leurs principes de fonctionnement;
  - Apprendre qu'il existe différents types de systèmes;
  - Prendre connaissance de la part des collecteurs hydroniques dans le monde;
  - Connaître l'utilité du logiciel RETScreen®.

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- ***Définition***
- Types de capteurs
- Types de systèmes
- Le marché
- Le logiciel RETScreen®
- Conclusion

# Définition

- Qu'est-ce qu'un collecteur solaire hydronique ?
  - Un collecteur solaire hydronique est un dispositif qui capte l'énergie solaire pour la transmettre à un **fluide caloporteur liquide** sous forme de chaleur



Le fluide caloporteur transporte la chaleur pour la redistribuer au fluide à chauffer. Il y a donc **un transfert de chaleur**.

# Définition

- Deux principaux facteurs définissent l'efficacité d'un collecteur solaire hydronique :
  - L'absorptivité  $\alpha$ , soit sa capacité à absorber la chaleur captée incidente;
  - L'émissivité  $\varepsilon$ , qui correspond aux pertes dues à son propre rayonnement thermique
- Par ailleurs, le coefficient de convection et la différence de température collecteur-air extérieur sont aussi importants !

# Définition

- Classification en température:

Qualification	Température, [°C]	Applications
Très basse	20-30	Piscine, préchauffage de l'eau et de l'air
Basse	30-80	Eau chaude sanitaire principalement
Moyenne	100-250	Chauffage, climatisation, désalinisation, extraction de pétrole, électricité, agroalimentaire (collect.. thermodynamiques)
Haute	300-1000	Électricité à large échelle (thermodynamiques)

Ces seuils de température ne sont fournis qu'à titre indicatif seulement.

# Définition

- L'énergie solaire thermique à **très basse** température
  - Utilisation de collecteurs plans sans couvercle;
  - Températures inférieures à 35°C (20 à 30°C environ);
  - Une installation comprend un capteur rudimentaire, un circuit d'eau primaire, un accumulateur, des conduites et parfois un vase d'expansion
  - Applications : production d'eau de préchauffage, chauffage des piscines, recharge estivale d'un champ géothermique à haut débit et basse température.

# Définition

- L'énergie solaire thermique à **basse** température
  - Utilisation de collecteurs plans avec couvercles;
  - Températures inférieures à 65°C (30 à 80°C);
  - Une installation comprend des capteurs, deux circuits d'eau (primaire et secondaire), un échangeur de chaleur, un accumulateur, un vase d'expansion et des conduites
  - Applications : production d'eau chaude sanitaire, chauffage maison, planchers chauffants, climatisation par machines à absorption, recharge estivale d'un champ géothermique.

# Définition

- L'énergie solaire thermique à **moyenne** température
  - Utilisation de collecteurs avec tubes sous vide et concentrateurs;
  - Températures inférieures à 300°C (100 à 250°C);
  - Éléments potentiels d'une installation : capteurs, tubes sous-vide, concentrateurs, suiveurs solaire, un ou deux circuits d'eau (primaire et secondaire), échangeur de chaleur, accumulateur, vase d'expansion, conduites...
  - Applications : production d'eau chaude et de vapeur, chauffage, climatisation par machines à absorption, recharge estivale d'un champ géothermique, désalinisation, extraction de pétrole, électricité, agroalimentaire
  - [Applied Energy](#) Volume 111, November 2013, Pages 1071-1079

# Définition

- L'énergie solaire thermique à **haute** température
  - Températures comprises entre 250°C et 1000°C ;
  - La chaleur crée de la vapeur pour alimenter une turbine qui alimente elle-même un générateur qui produit de l'électricité;

# Question

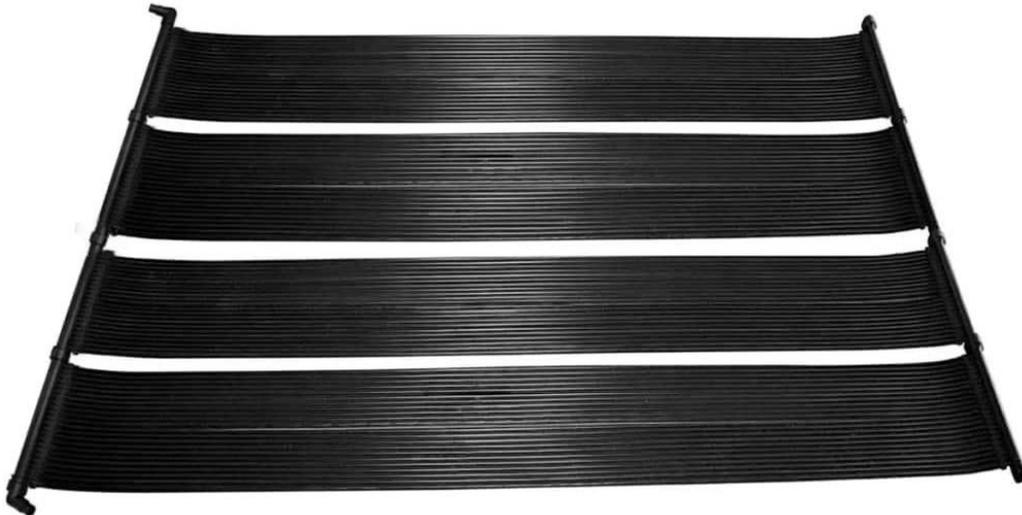
**Quels sont les facteurs d'un projet d'installation d'un système solaire thermique réussi ?**

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Définition
- ***Types de capteurs***
- Types de systèmes
- Le marché
- Le logiciel RETScreen®
- Conclusion

# Types de capteurs

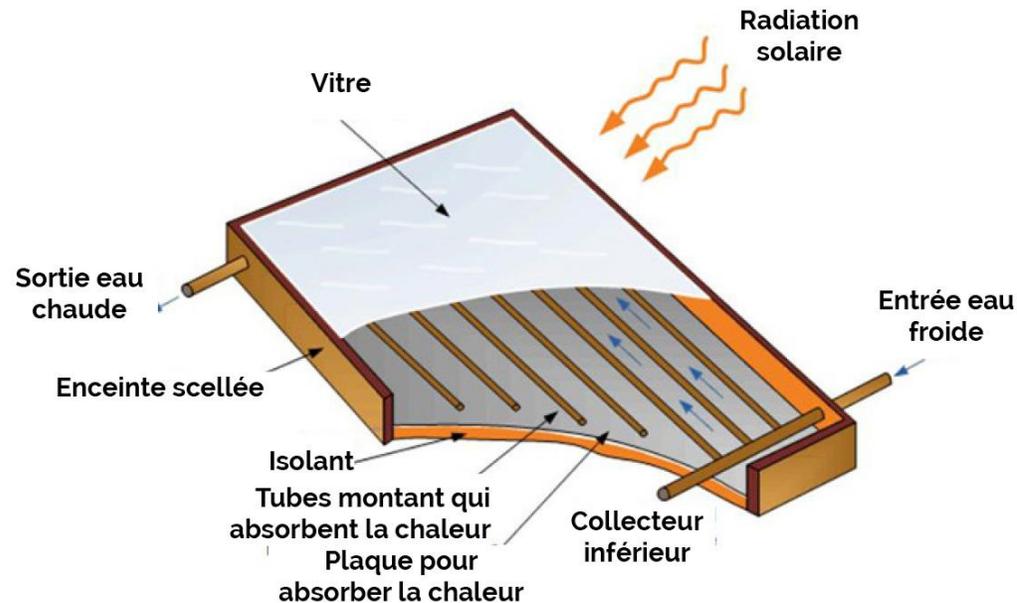
- Capteurs solaires plans non vitrés
  - Absorbeur sans caisse ni vitrage, ce qui simplifie la fabrication et le coût de fabrication



- Coût faible
- Basse température
- Dépendant de la température de l'air
- Performant l'été et sensible l'hiver
- 1,5 fois plus de surface que les capteurs vitrés pour égaler la production

# Types de capteurs

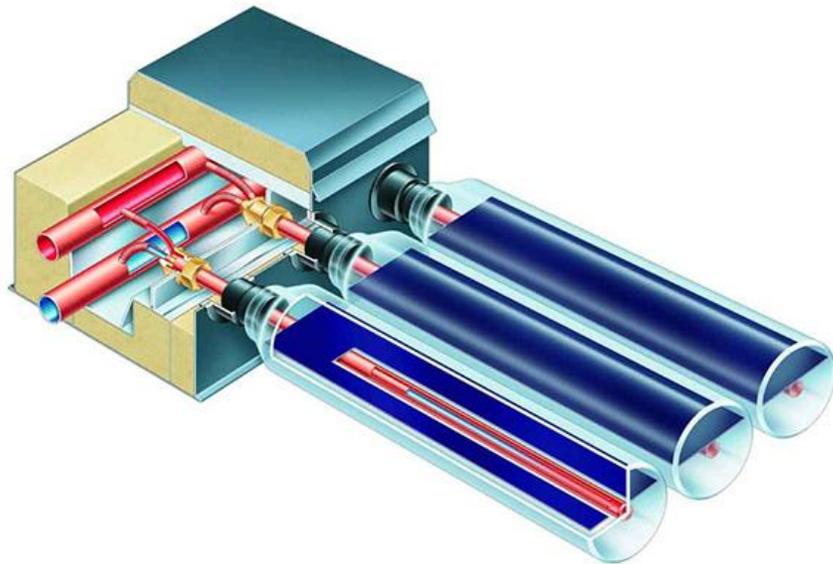
- Capteurs solaires plans vitrés
  - Serpentins de cuivre, recouverts d'une plaque métallique absorbante et d'une autre transparente.



- Coût modéré
- Température d'opération plus élevée
- Pression d'eau de la ville
- Plus lourd et plus fragile
- Surface sélective
  - $\alpha = 0,95$   $\varepsilon = 0,10$  à  $0,20$

# Types de capteurs

- Capteurs solaires à tubes sous vide
  - Tubes de verre scellés hermétiquement contenant des tuyaux de cuivre, couverts par des plaques sombres pour absorber la chaleur.

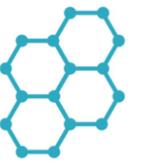


- Coût plus élevé
- Pas de pertes par convection
- Température élevée
- Climats froids (la neige n'est pas un problème)
- Fragile
- Installation plus compliquée
- Caloducs ou circulation du fluide

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Définition
- Types de capteurs
- ***Types de systèmes***
- Le marché
- Le logiciel RETScreen®
- Conclusion

# Question



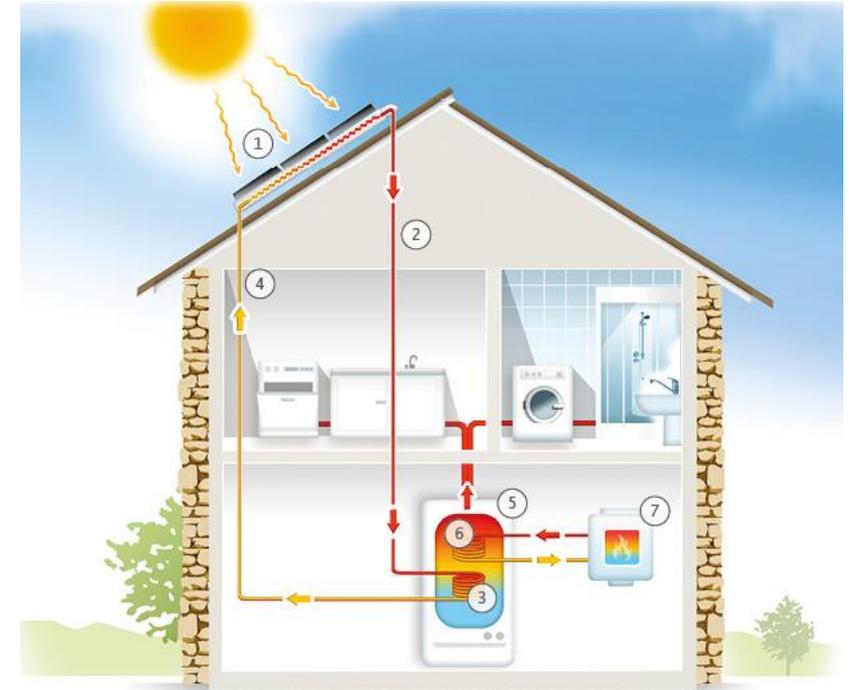
ENR2020

- Au Canada, quelle est la superficie totale de panneaux solaires thermiques hydroniques, tous types confondus ?
  - A. 54 400 m<sup>2</sup>
  - B. 544 000 m<sup>2</sup>
  - C. 5 440 000 m<sup>2</sup>
  - D. 54 000 000 m<sup>2</sup>
  - E. 544 000 000 m<sup>2</sup>

La réponse est explicitement fournie plus loin dans cette présentation

# Types de systèmes

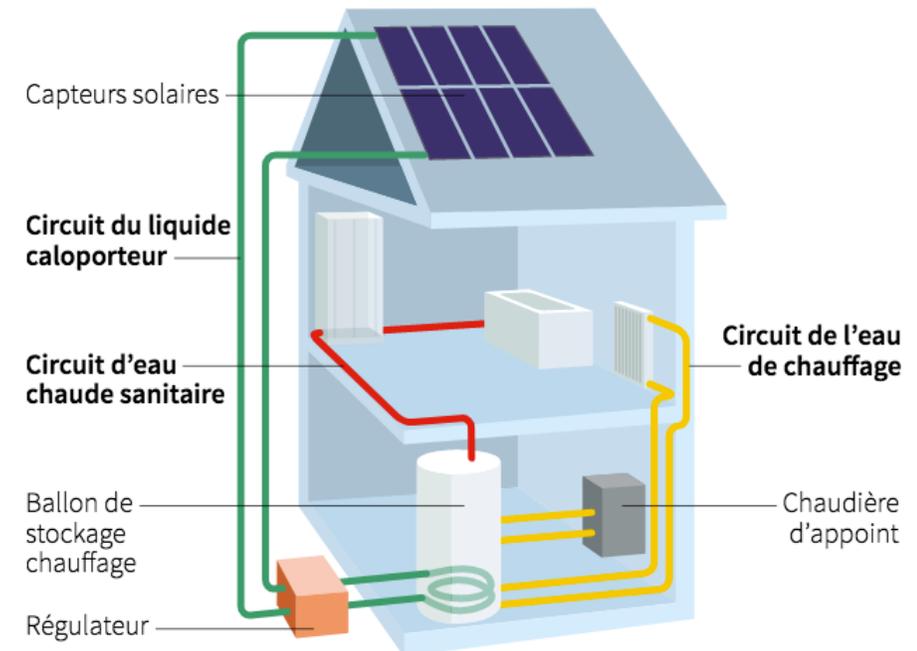
- Chauffe-eau solaire individuel (CESI)
  - Diminue les charges énergétiques dues à la production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) grâce à l'énergie solaire.
  - Comporte un dispositif d'appoint qui prend le relais en cas de besoin (résistance, serpentin raccordé à une chaudière, un second ballon, etc).



# Types de systèmes

- Système solaire combiné (SSC)
  - Produit de l'ECS et du chauffage
  - Le fluide caloporteur chauffé par les collecteurs hydroniques transfère la chaleur à l'ECS stockée dans le ballon
  - Une partie de cette eau chauffée est utilisée dans le circuit de chauffage
  - Couvre jusqu'à **70% des besoins en ECS et 40% de ceux du chauffage**

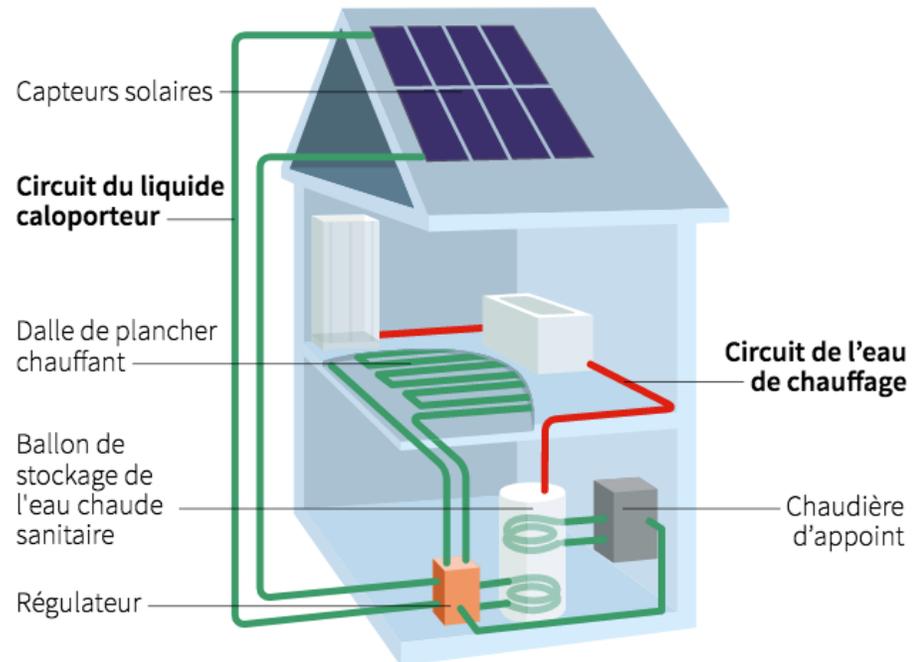
PRINCIPE DU SSC À HYDROACCUMULATION



# Types de systèmes

- Plancher solaire direct (PSD)
  - La chaleur captée par les capteurs solaires est stockée dans la dalle de béton en hiver
  - À la mi-saison, une partie va dans la dalle et le reste dans l'eau chaude
  - En été, toute l'énergie solaire sert à produire de l'ECS

PRINCIPE DU SSC SOLAIRE DIRECT



# Types de systèmes

- Chauffe-eau solaire collectif
  - Bâtisse de 2 à 4 logements
  - Immeuble
  - Sanitaires de camping
  - Restaurants et hôtels
  - Gites ruraux
  - Hôpitaux
  - Complexes sportifs utilisés à l'année



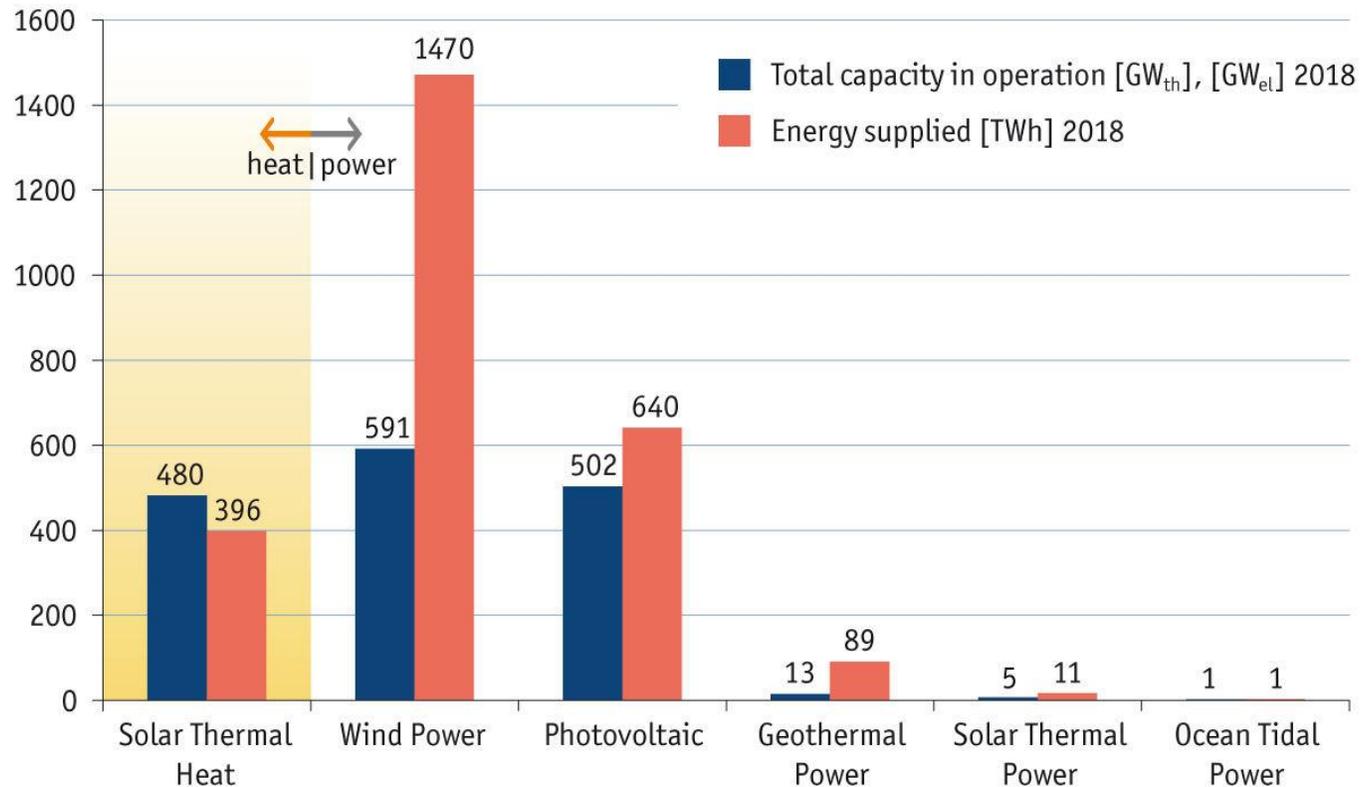
# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Définition
- Types de capteurs
- Types de systèmes
- ***Le marché***
- Le logiciel RETScreen®
- Conclusion

# Le marché

- Le solaire thermique

Global capacity in operation [GW<sub>el</sub>], [GW<sub>th</sub>], and energy supplied [TWh<sub>el</sub>], [TWh<sub>th</sub>], 2018



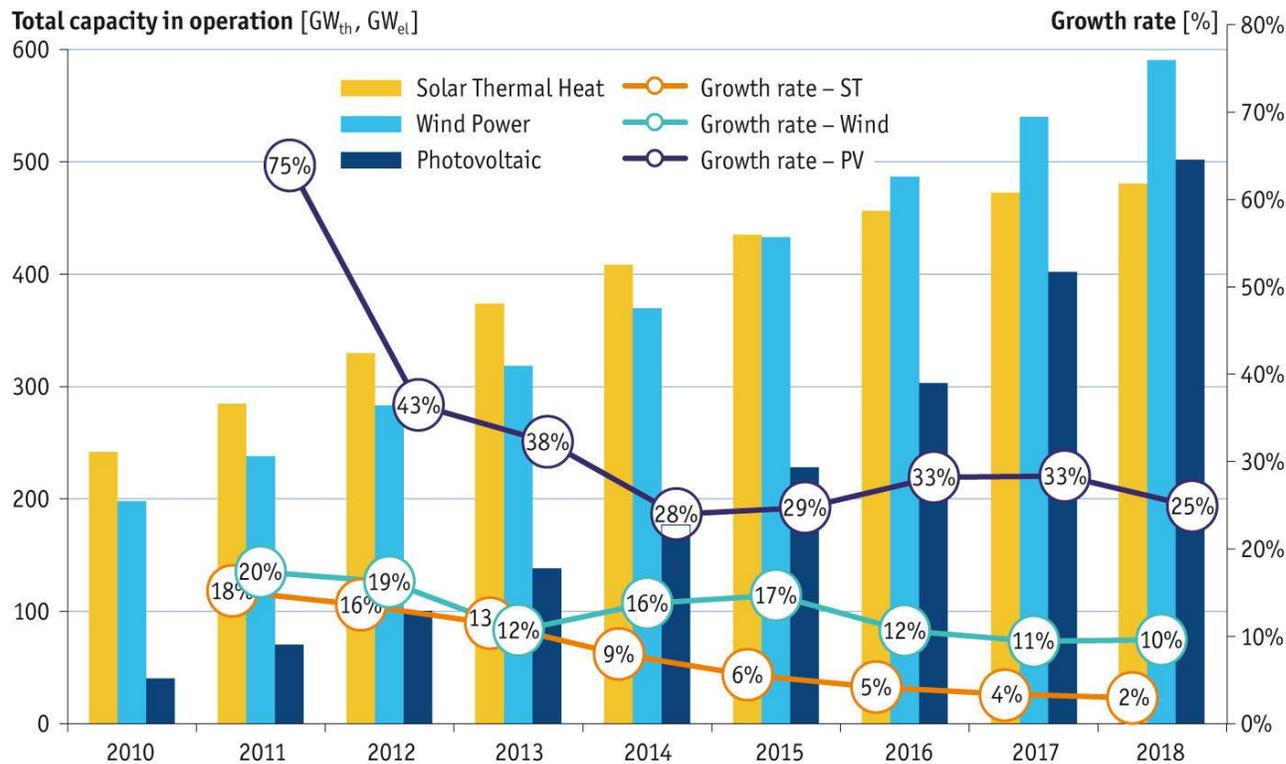
Source : IEA (2019), Solar Heat Worldwide

**480 GWth**

43 millions de tonnes de pétrole économisées et 138 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> eq évitées

# Le marché

- Depuis 2014, les taux de croissance annuels des systèmes de chauffage solaire sont bien inférieurs à ceux de l'éolien et du PV



Source : IEA (2019), Solar Heat Worldwide

Un soutien politique axé sur la chaleur solaire est nécessaire pour combler cette lacune dans les années à venir.

# Le marché

- Les chiffres canadiens (2018)
  - 544 000 m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermiques (tous confondus) au Canada :
    - 71% pour le chauffage de l'eau des piscines
    - 26% sont des collecteurs solaires à air perforés non vitrés pour le chauffage de l'air de bâtiments commerciaux
    - 3% pour d'autres applications
  - Ces collecteurs fournissent environ 627 000 GJ d'énergie et évitent l'émission de 38 000 tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

<https://www.nrcan.gc.ca/energy/energy-sources-distribution/renewables/solar-thermal/7301>

# Question

**Quelles sont les avantages et inconvénients de la mise en place d'un système solaire thermique ?**

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Définition
- Types de capteurs
- Types de systèmes
- Le marché
- ***Le logiciel RETScreen®***
- Conclusion

# Le logiciel RETScreen®

- RETScreen® présente de nombreux avantages comme :
  - Calcul de la charge et de la performance de production d'eau chaude pour l'eau courante ou les piscines avec ou sans stockage
  - Calcul de la production énergétique annuelle, en utilisant des données de ressources mensuelles, donnant des résultats d'une précision comparable à des outils de simulation horaire
  - Permet de faire des économies de coûts significatives pour la réalisation d'études préliminaires de faisabilité

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Définition
- Types de capteurs
- Types de systèmes
- Le marché
- Le logiciel RETScreen®
- **Conclusion**

# Conclusion

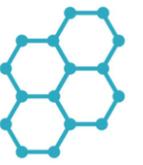
- Les capteurs sans vitrage, vitrés et à tubes sous vide peuvent fournir de l'eau chaude pour plusieurs applications dans tous les climats.
- Une grande demande en eau chaude, des coûts élevés en énergie et un fort engagement de la part du propriétaire ou de l'opérateur sont des facteurs de succès importants.
- Le marché actuel est en pleine croissance.
- De nombreuses applications ont déjà prouvées la rentabilité et le succès de tels projets

# Sources d'informations additionnelles

- CanSIA (Association de l'industrie solaire du Canada)
  - [www.cansia.ca](http://www.cansia.ca)
- Réseau de recherche sur les bâtiments solaires
  - [www.solarbuildings.ca](http://www.solarbuildings.ca)
- International Solar Energy Society
  - [www.ises.org](http://www.ises.org)
- American Solar Energy Society
  - [www.ases.org](http://www.ases.org)
- International Energy Association – Solar heating and cooling
  - [www.iea-shc.org](http://www.iea-shc.org)
- Société des énergies solaires et durables du Canada Inc.
  - [www.sesci.ca](http://www.sesci.ca)

# Documents de référence

- Duffie, J.A., Beckman, W.A., 1991. Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley.
- Peuser, F.A., Remmers, K-H., Schnauss, M., « Installations Solaires thermiques, Conception et mise en oeuvre », Ed. Systèmes Solaires, 206, 403 pages
- International Energy Agency. Solar Energy Perspectives. 2011.
  - <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,34725,en.html>
- Weis W., Mauthner F., Solar Heat Worldwide, SHC programme de l'IEA, Edition 2017.
  - <http://www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2017.pdf>
- International Energy Agency. Technology Roadmap. Solar heating and cooling 2012
  - <http://www.iea.org/publications/freepublications/>



# Question

- Quels sont les noms des différents types de capteurs solaires thermiques ?
  - A. Les capteurs à tubes sous vide ✓
  - B. Les capteurs plans non vitrés ✓
  - C. Les capteurs plans vitrés ✓
  - D. Les capteurs tubulaires plans
  - E. Aucune de ces réponses



**Merci de votre attention !**

# Période de questions

