

PLATEFORME FORMATION & ÉVALUATION





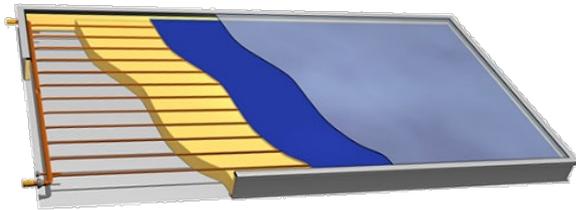
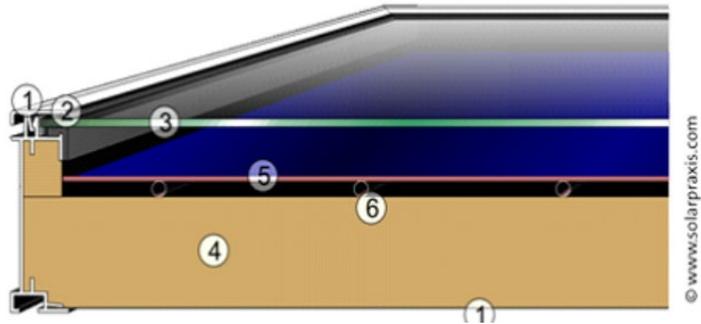
Idée reçue n°1 :

Le solaire thermique produit de l'électricité

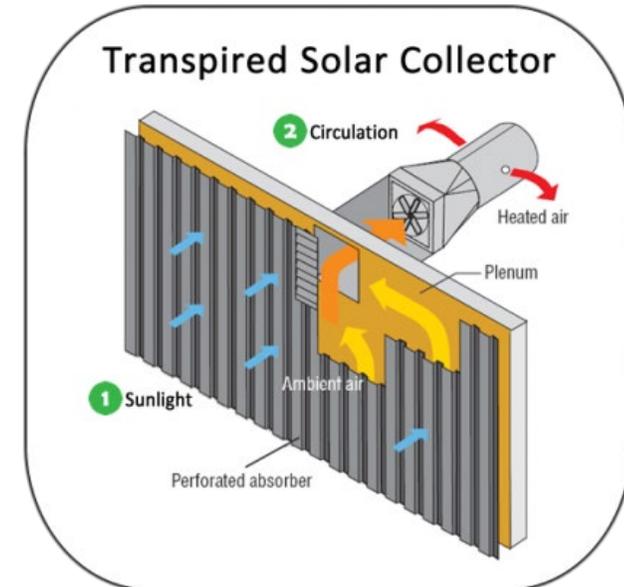
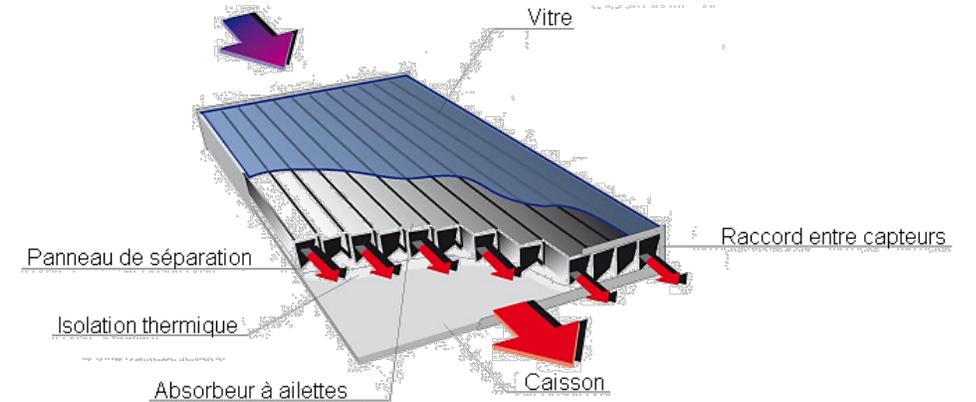
Le solaire thermique produit de la chaleur

► Capteur solaire à eau

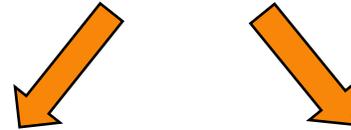
→ Capteur solaire plan vitré : le plus répandu



→ Capteur solaire à air



➤ Double fonction – Gain de rendement PV



➤ Hybride à eau

- ✓ Eau chaude sanitaire / chauffage
- ✓ Piscines

➤ Aérovoltaïque

- ✓ Diffusion de l'air dans le bâtiment
- ✓ Entrée chauffe-eau thermodynamique

Source : Midi Libre



➤ Peu de publications de résultats objectifs

Exemple : ombrière PV-T – piscine de Sète



➤ Multiplier les fonctions pour le même produit

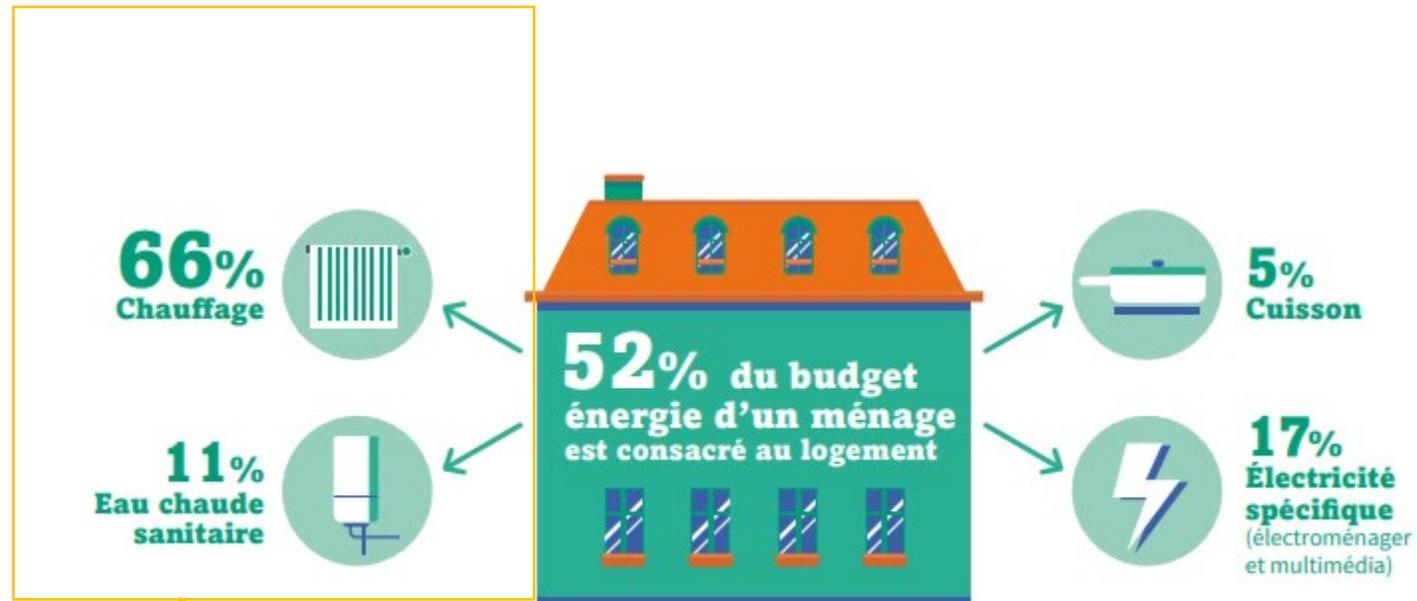
- Production de chaleur (bassins + douches)
- Production d'électricité en autoconsommation
- Ombrière pour le parking

Bonne
adéquation des
3 types de
besoins avec la
ressource !



Idée reçue n°2 :
Le solaire thermique c'est pour les chauffe-
eaux chez le particulier

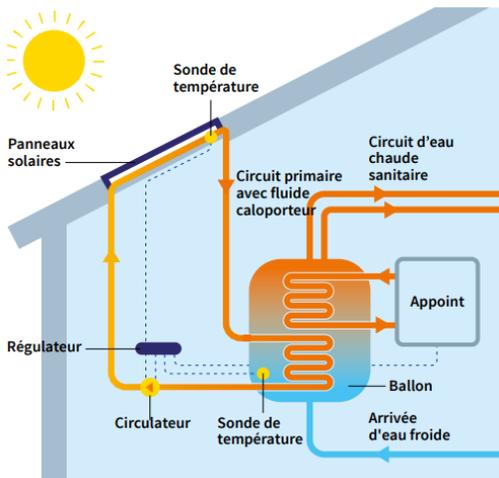
Consommations d'un logement moyen en France



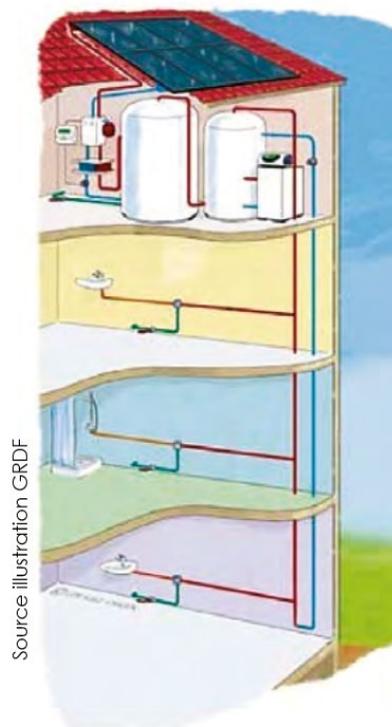
Possibilité d'utiliser de l'énergie solaire thermique pour couvrir en partie ces deux postes

Des applications diverses et variées

► Eau chaude sanitaire : pour particulier et collectif



CESI : Chauffe Eau Solaire Individuel



CESC : Chauffe Eau Solaire Collectif

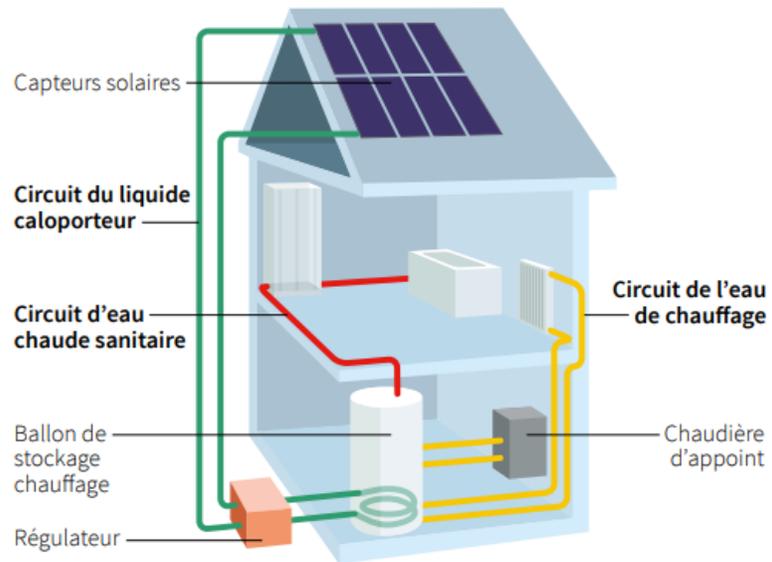


Des applications diverses et variées

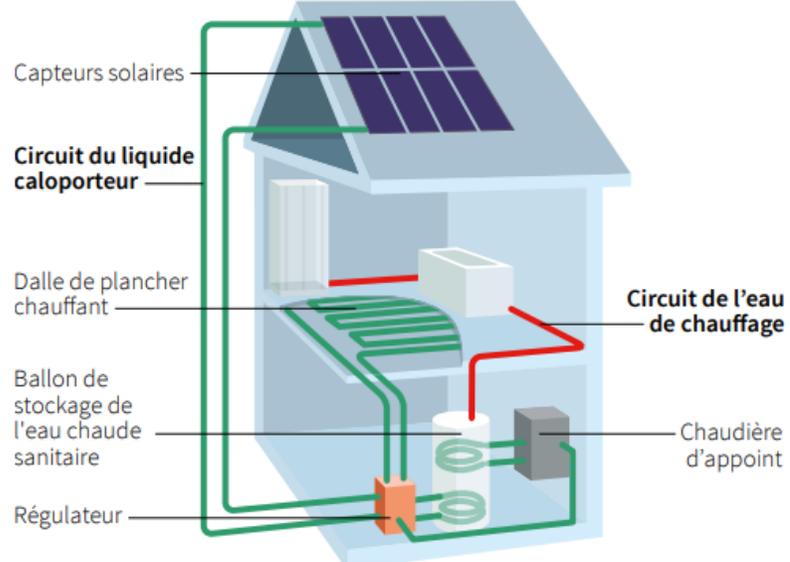
► Le chauffage solaire : système solaire combiné (SSC)

► Pour le particulier et le collectif

PRINCIPE DU SSC À HYDROACCUMULATION



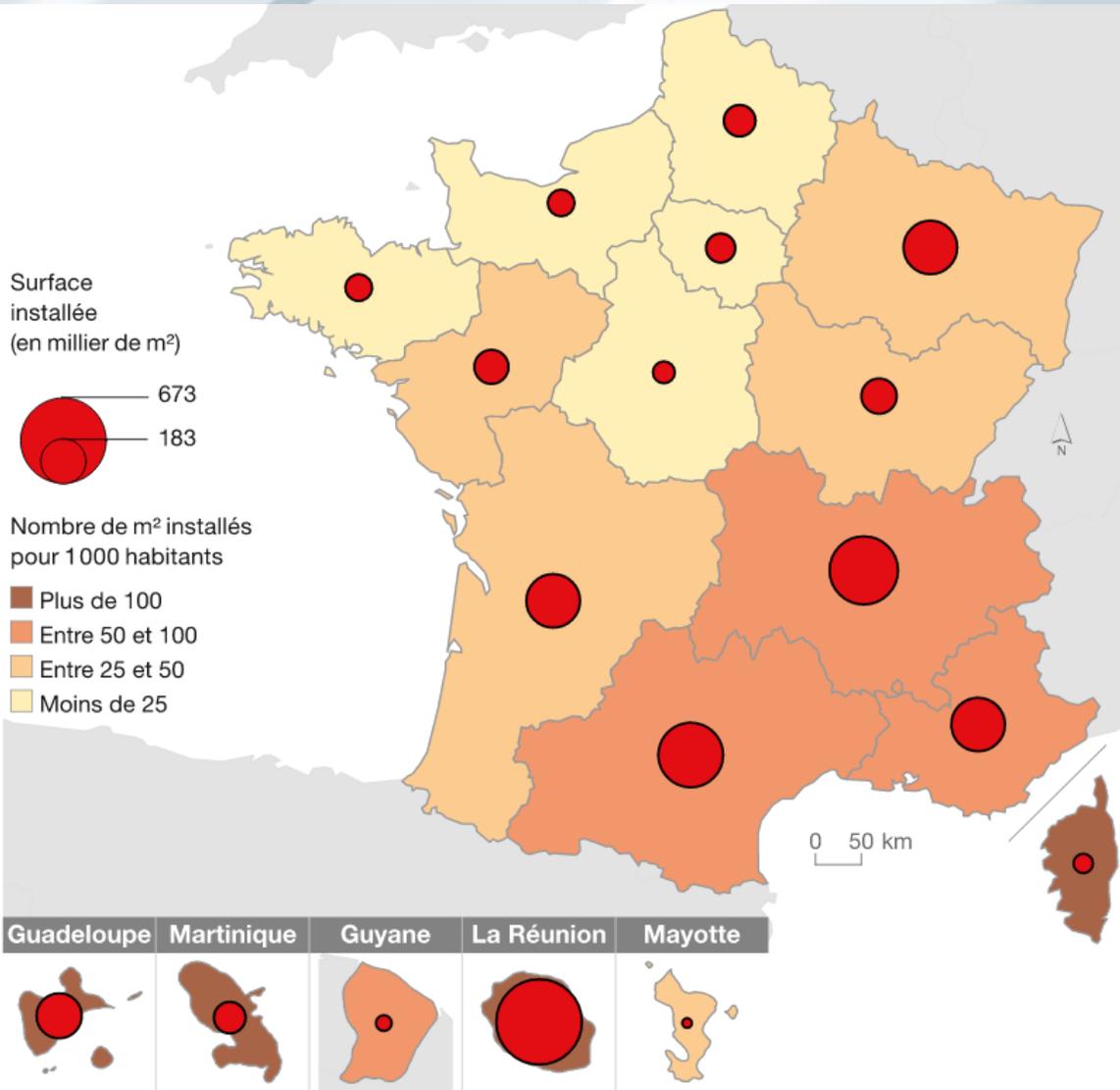
PRINCIPE DU SSC SOLAIRE DIRECT



Chaufferie avec une solution SSC solaire direct

Source : ADEME

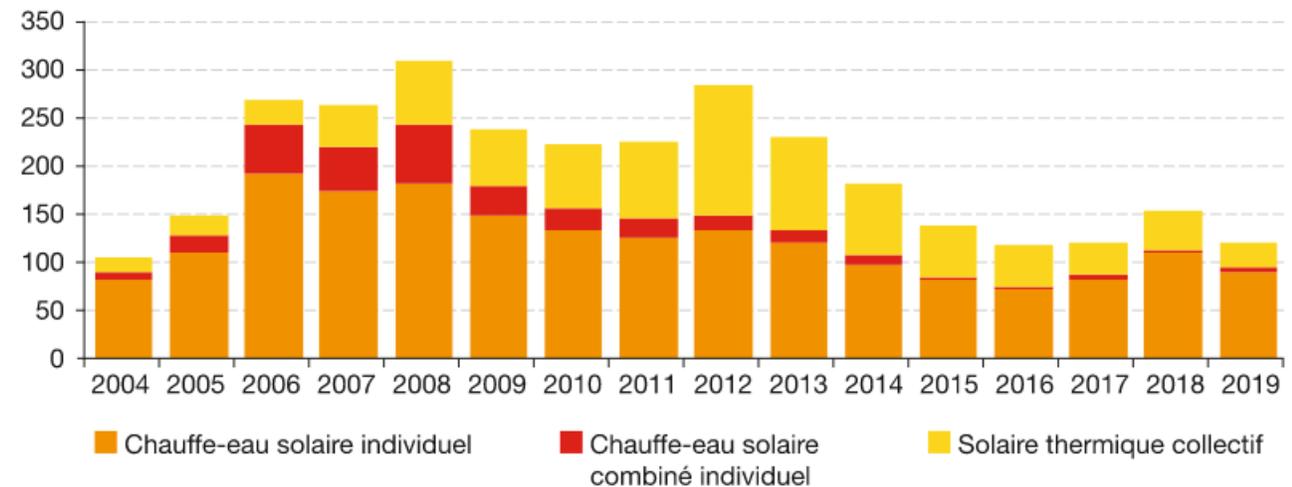
Surface totale et densité des capteurs solaire thermique en activité **fin 2019**



→ DROM : 63 % des surfaces installées en 2019



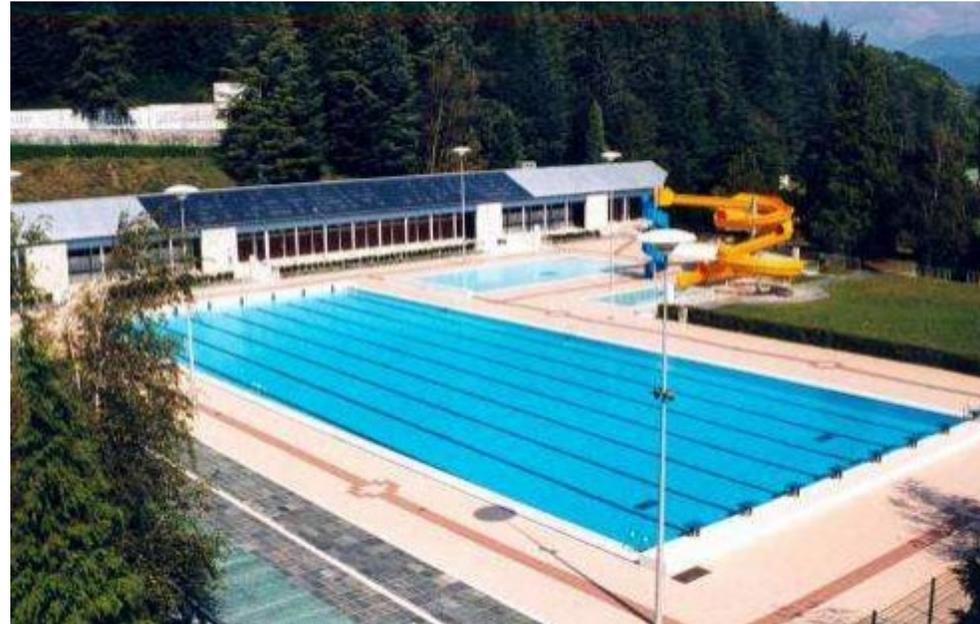
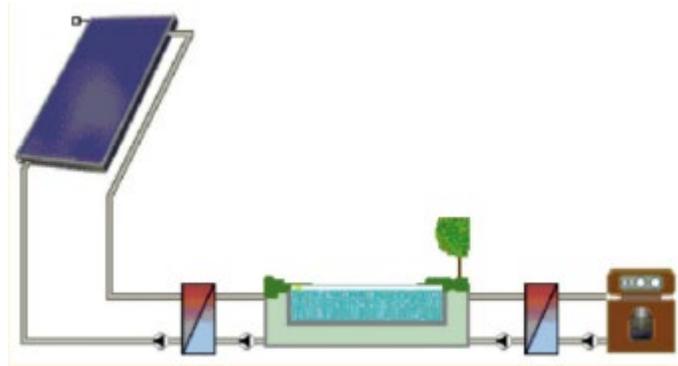
En milliers de m²



Des applications diverses et variées

► Chauffer les piscines intérieures ou extérieures

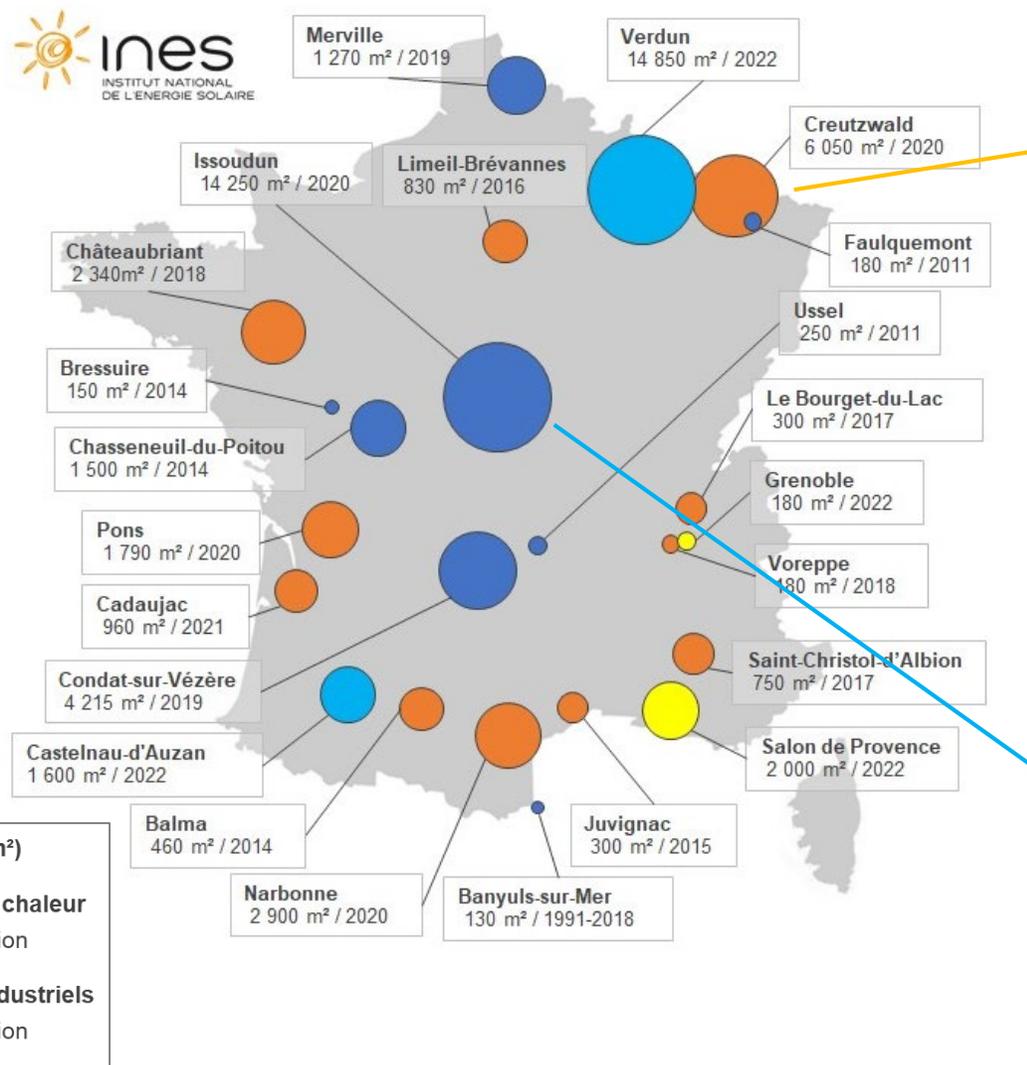
- Augmentation des dates d'ouverture
- Réduction des consommations d'énergie



Exemple de la piscine de Montmélian

Des applications diverses et variées

► Réseaux de chaleur et process industriels



Des applications diverses et variées

► Application « Low-Tech »

- Séchoir solaire
- Four et cuiseur solaires
- Pasteurisation de l'eau

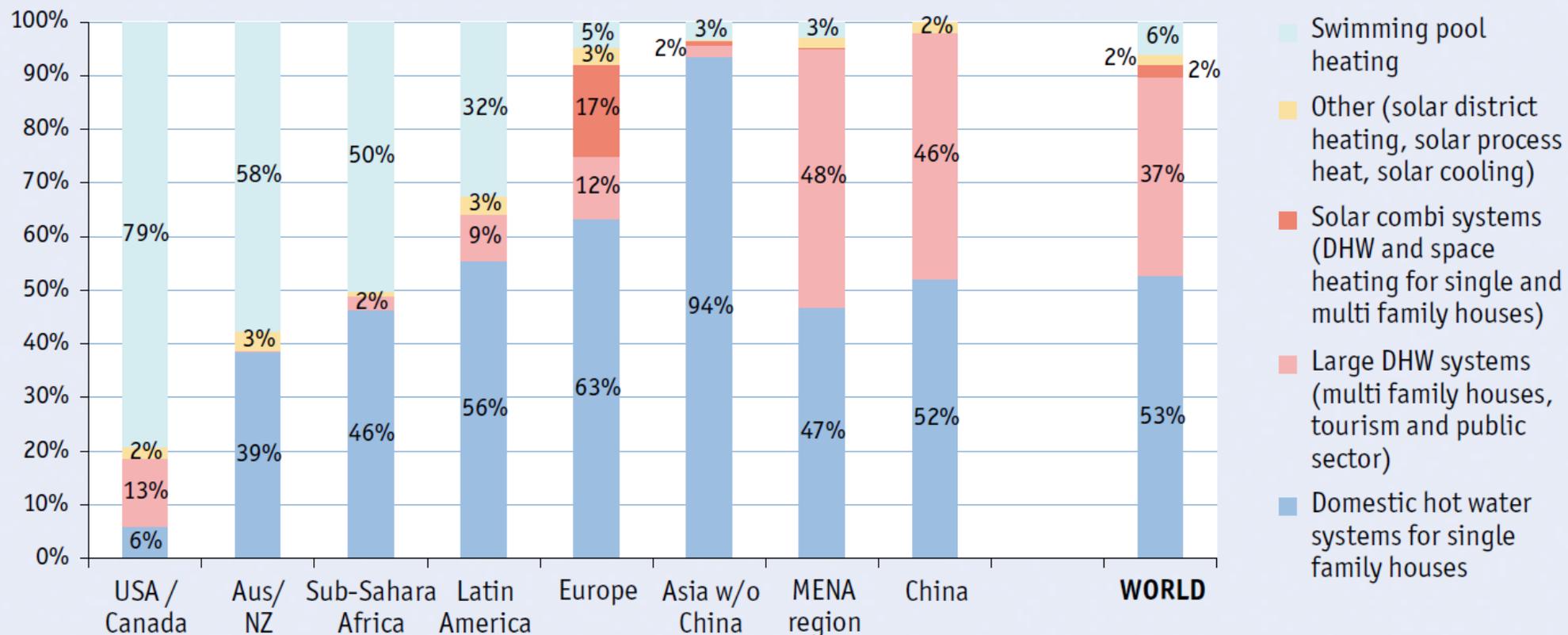


Cuiseur solaire



Séchoir solaire

Applications de la chaleur solaire



Sub-Sahara Africa: Botswana, Burkina Faso, Ghana, Lesotho, Mauritius, Mozambique, Namibia, Nigeria, Senegal, South Africa, Zimbabwe
 Asia w/o China: India, Japan, South Korea, Taiwan, Thailand
 Latin America: Argentina, Barbados, Brazil, Chile, Mexico, Uruguay
 Europe: EU 28, Albania, Northern Macedonia, Norway, Russia, Switzerland, Turkey
 MENA countries: Israel, Jordan, Lebanon, Morocco, Palestine, Tunisia

Figure 54: *Distribution of solar thermal systems by application for the total installed water collector capacity by economic region in operation by the end of 2018* **Source :** *Solar Heat Worldwide*



Idée reçue n°3 :
Le solaire thermique, ce n'est pas esthétique

Type de pose capteurs

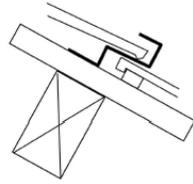
► En intégration



Type de pose capteurs

► En surimposition

- Les crochets de fixation s



éléments de charpente



Type de pose capteurs

► Installation en façade



Type de pose capteurs

► Installation sur châssis (au sol ou toit terrasse)



Type de pose capteurs

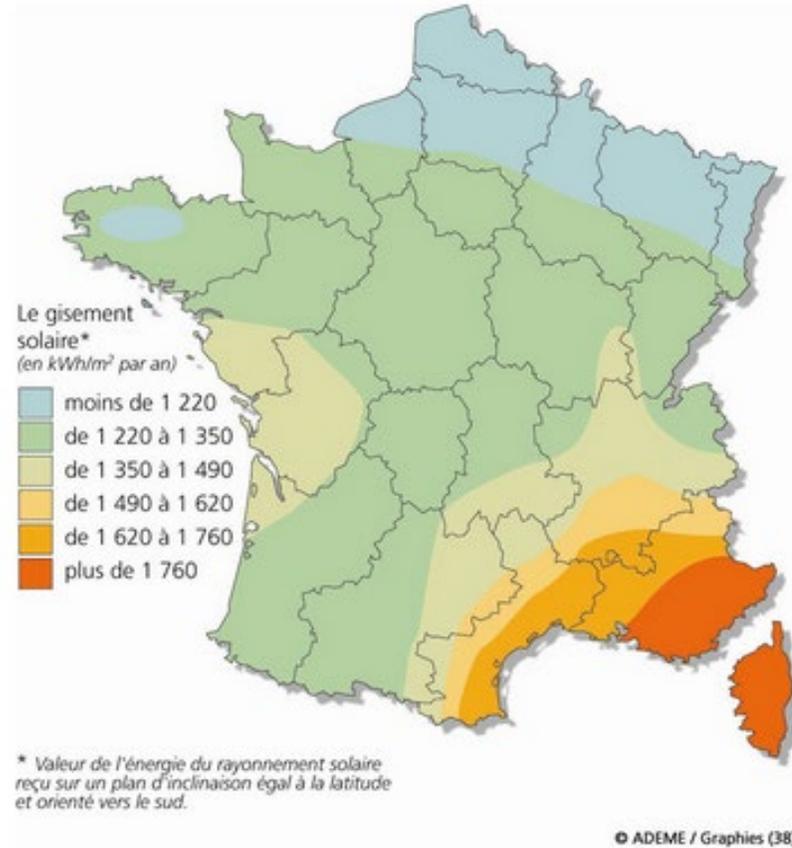
► En Casquette

► Réseau de chaleur de Voreppe





Idée reçue n°4 :
Le solaire thermique, ça ne fonctionne que
dans le Sud



- > Ressource moyenne en France : 1300 kWh/m².an
- > Énergie solaire exploitable partout en France.
- > Avec le Solaire Thermique, on récupère entre 50 à 80% de l'énergie solaire.
- > Une installation pour le chauffage et/ou l'eau chaude sanitaire permet de réaliser **entre 30% et 70% d'économies.**



Idée reçue n°5 :
Le solaire thermique surchauffe et c'est
dangereux

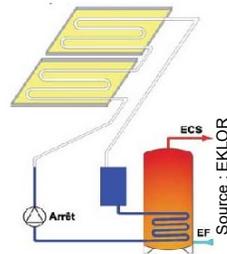
Gestion des surchauffes (excédents d'énergie !)

► Une installation bien dimensionnée et bien entretenue ne surchauffe pas.

- Valorisation solaire pour autres usages (bouclage, piscine, ...)

- Décharge (aérotherme, ...)

- Système auto-vidangeable



- Utilisation de capteurs solaires à limitation de la température de stagnation



- Fonctionnalités des régulations



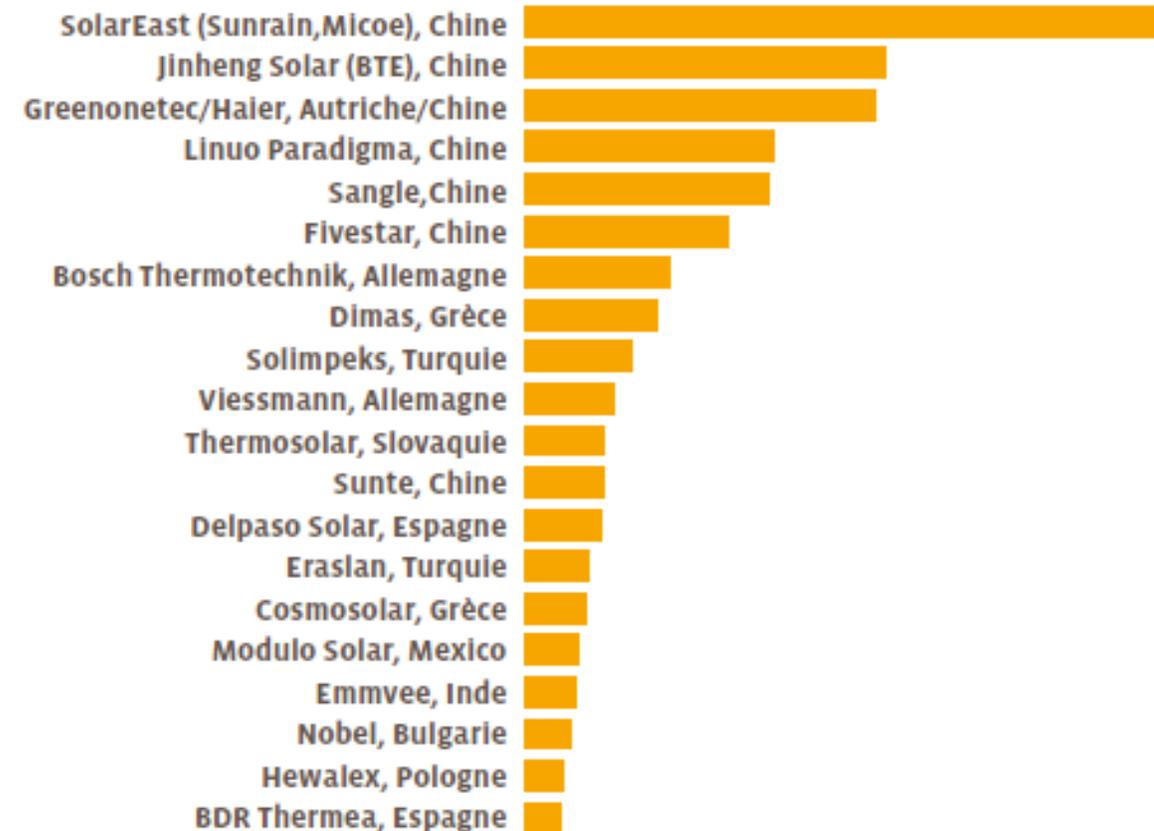


Idée reçue n°6 :
Le solaire thermique, c'est du Made in China

Constructeurs de capteurs solaires thermiques

- ▶ Malgré un classement mettant la Chine en tête, il existe peu d'importation de produits chinois sur le marché du solaire thermique en France et en Europe.
- ▶ Beaucoup de fabricants français :
 - ▶ Emplois locaux
 - ▶ Indépendance énergétique

Classement des plus grands constructeurs de panneaux solaires thermiques de type capteurs plans dans le monde (surfaces produites en 2020 en m²)



Source : Étude Solrico, "Manufacturer's information market", février-mars 2021, www.solrico.com

Puissance solaire thermique installée dans l'UE fin 2022

Légende :

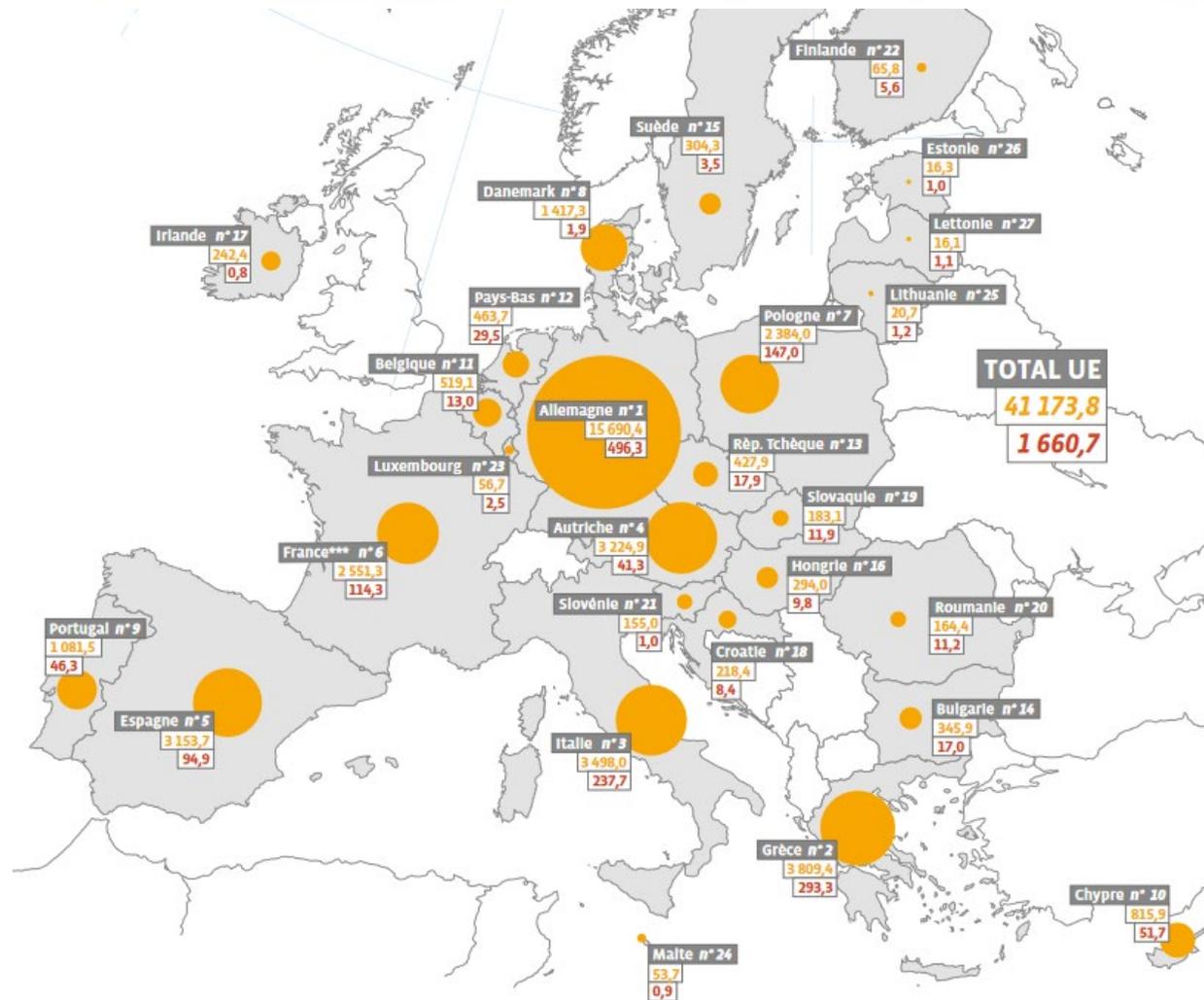
Orange : cumul fin 2022

Rouge : installée courant 2022

Parc européen : 59 Mm²
(41 174 MWth)

1^{er} Allemagne : 15 690 MWth

6^{ème} France : 2 550 MWth



Source :





Idée reçue n°7 :
Le solaire thermique a une durée de vie
limitée et n'est pas recyclable

Le solaire thermique : longévité et recyclabilité

- ▶ Les capteurs ont une durée de vie d'au moins 20 ans

- ▶ A condition que l'installation soit bien entretenue !

- ▶ Exemple de la piscine de Montmélian

- ▶ 220 m² de capteurs solaires thermiques
 - ▶ Installation en 1983 et toujours active !



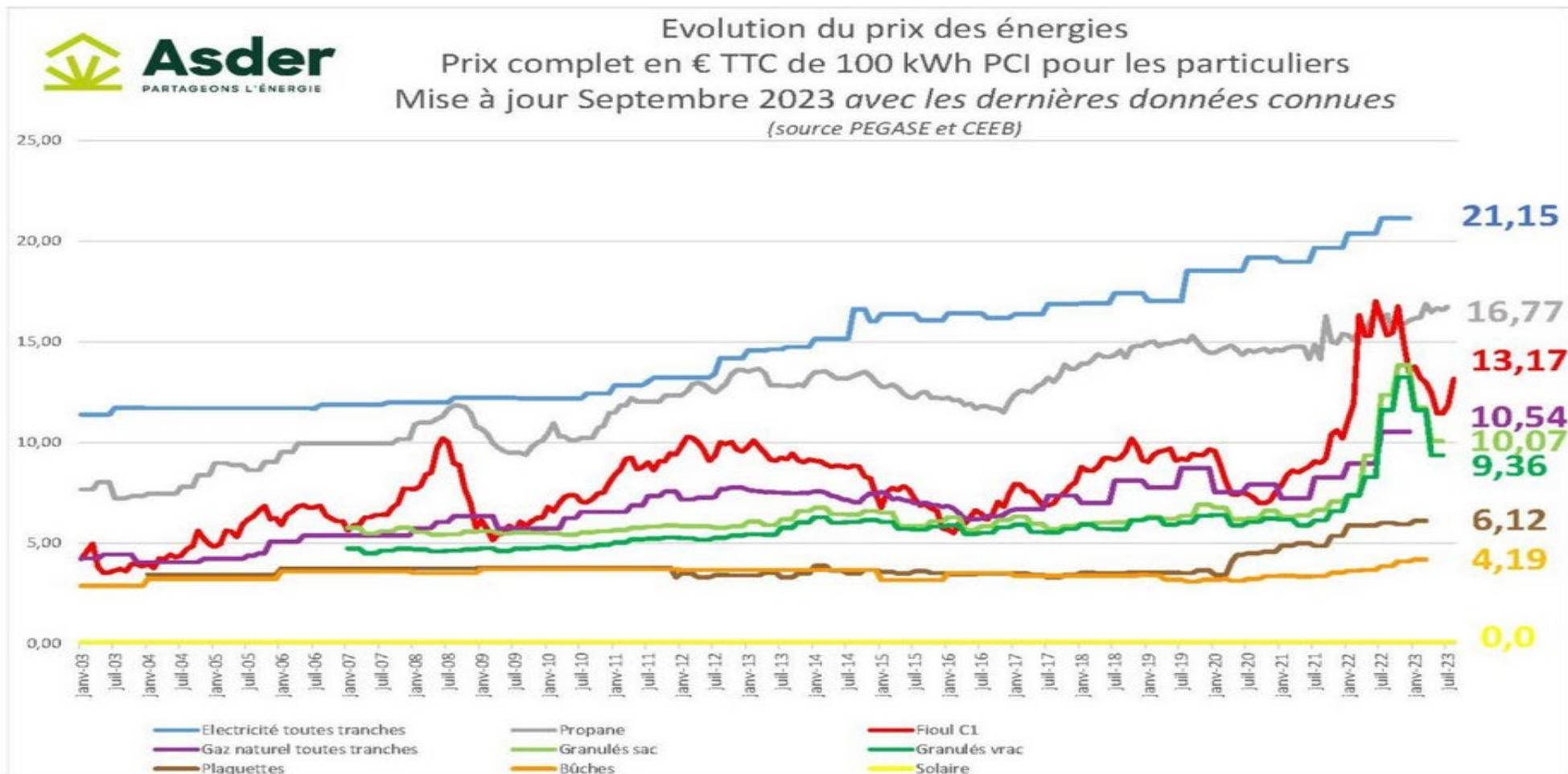
- ▶ Recyclable à plus de 90 %

- ▶ Un capteur est composé de verre, d'un isolant type laine de roche, de cuivre, d'aluminium



Idée reçue n°8 :
Le solaire thermique coûte cher et n'est pas rentable

Evolution du coût de l'énergie en France



- ▶ **Le coût varie selon usage : eau chaude sanitaire, chauffage, réseaux de chaleur...**

- ▶ Fourchette de **1 000 à 2 000 € HT / m²** de capteurs **tout compris** : capteurs, ballons, régulation, pompes, pose du matériel,...

- ❖ **La rentabilité d'une installation dépend également de son usage, de l'énergie utilisée (fioul, gaz, électricité...)**

- ▶ Les installations peuvent avoir un temps de retour sur investissement **inférieur à 10 ans !**

- ▶ **Exemple de la piscine de Montmélian**

- ▶ Chauffage de septembre à mai du gymnase et de l'eau chaude sanitaire
- ▶ Chauffage de la piscine en été
- ▶ Economie annuelle : 27 000 € de gaz

- ▶ IDEALEMENT : historique de mesures
- ▶ DANS TOUS LES CAS : échange sur usages actuels et envisagés
- ▶ Eventuellement : comparaison avec bâtiments similaires
- ▶ Si besoin : utiliser des ratios (voir site solaire-collectif.fr)



Logement :

30 litres par personne et par jour à 60°C

Type de logement	T1	T2	T3	T4	T5 et plus
Ratio d'occupation ¹ (personnes/logement)	1,2	1,4	2	2,6	3

¹ : valeurs basées sur les données INSEE 2008

**Variations
saisonnnières :**

Période	Janv.- Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.- Déc.
Coefficient multiplicateur	1,1	0,85	0,75	0,75	0,9	1,05	1,1

En moyenne : 2,4 pers / logement



Soit 70 L / j.logt => 2 m3 par mois / logement

Source : SOCOL

2- Etablissement de santé



Maison de retraite :

15 litres par lit et par jour à 60°C



Hôpital :

25 litres par lit et par jour à 60°C



Dépend fortement des équipements, du personnel et du degré de dépendance des patients

3- Etablissements touristiques



Hôtellerie :

Nombres d'étoiles	Eco	1 & 2	3 & 4	5 & plus
Litres / chambre à 60°C	30	45	60	80



Restauration :

3 litres par couvert et par jour à 60°C



Camping :

12 litres par personne et par jour à 60°C



Périodes d'ouverture
Taux de remplissage

4- Etablissements scolaires, internats, gymnases, crèches



Périodes d'occupation, de vacances, ...
Utilisation d'eau chaude

3- Etablissements touristiques



Hôtellerie :

Nombres d'étoiles	Eco	1 & 2	3 & 4	5 & plus
Litres / chambre à 60°C	30	45	60	80



Restauration :

3 litres par couvert et par jour à 60°C



Camping :

12 litres par personne et par jour à 60°C

Source : SOCOL



Périodes d'ouverture
Taux de remplissage

~~4- Etablissements scolaires, internats, gymnases, crèches~~



Périodes d'occupation, de vacances, ...
Utilisation d'eau chaude

Eau chaude sanitaire : dimensionnement général

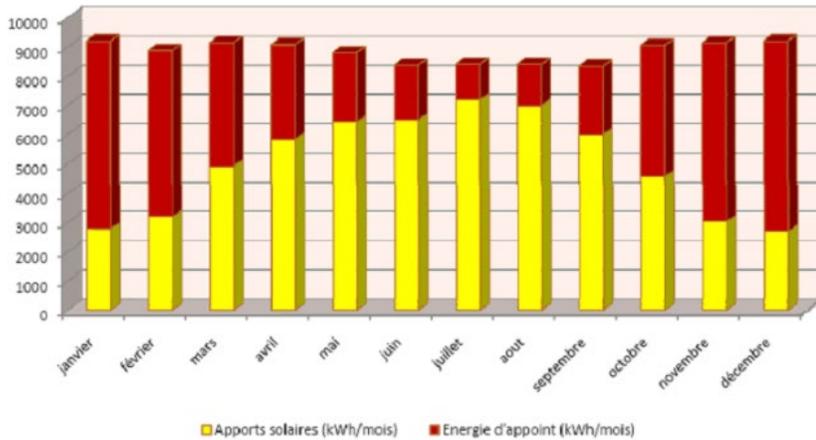
En première approche :

1 à 2 m² pour 100 litres de stockage

Volume du ballon solaire = Volume ECS journalier

Au sein de cette fourchette, on affine en fonction :

- De la zone géographique (donc de la ressource solaire)
- Des conditions d'implantation (inclinaison, orientation) et du masque
- De la répartition des besoins en ECS sur l'année
- Des performances des capteurs solaires et autres matériels sélectionnés



Ce que l'on cherche à éviter à tout prix :

Surchauffe estivale !

Dimensionnement de l'installation :

- > Sur la période d'ensoleillement maximale
- > Objectif : couverture totale des besoins d'eau chaude en été

Objectifs :

- Productivité solaire utile : 400 à 600 kWh/m².an
- Taux de couverture solaire annuel des besoins : 30 à 60 %
- Taux de couverture mensuel maximum : 85-90 % (pour limiter le nombre de surchauffes)
- Taux d'économies d'énergie global : > 30 % (cf subventions ADEME)

► Volume de stockage en fonction de la zone géographique :

Zone géographique	Volume stockage / Surface capteurs (litres/m ²)
H1	45
H2	55
H3	65
H4	75

► Volume de prédimensionnement à valider avec une simulation (via SOLO2018 par exemple)



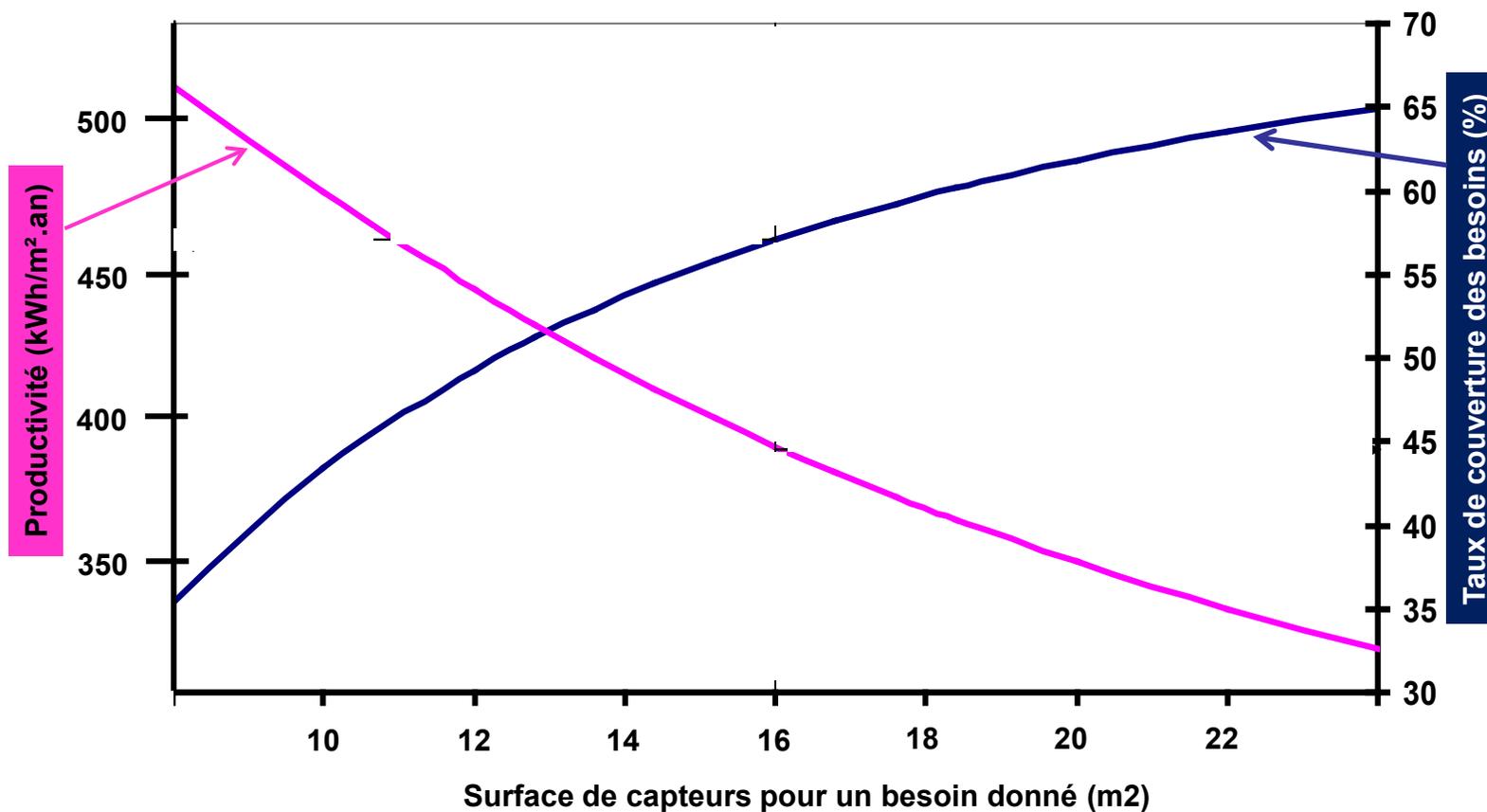
Eau chaude sanitaire : ratios avec alimentation du bouclage

- ▶ Lorsque l'installation solaire permet aussi le maintien en température de la boucle d'ECS, il est préconisé de majorer les ratios en fonction des pertes de bouclage.
- ▶ En première approche, la surface supplémentaire de capteurs (sans changer le volume de stockage) peut être de :
 - ▶ **10 %** si $Q_{bouclage} = 0,6 \times Q_{ECS}$
 - ▶ **30 %** si $Q_{bouclage} = 1 \times Q_{ECS}$
 - ▶ **Le dimensionnement reste à valider par des simulations**
 - ▶ Attention de prévoir également le changement de dimensionnement des autres composants (échangeur, circulateur et débit, diamètre tuyauterie, volume du vase d'expansion,...)

Equilibre entre taux de couverture et productivité solaire par m2

installation solaire
sousdimensionnée

installation solaire
surdimensionnée



► Règle générale :

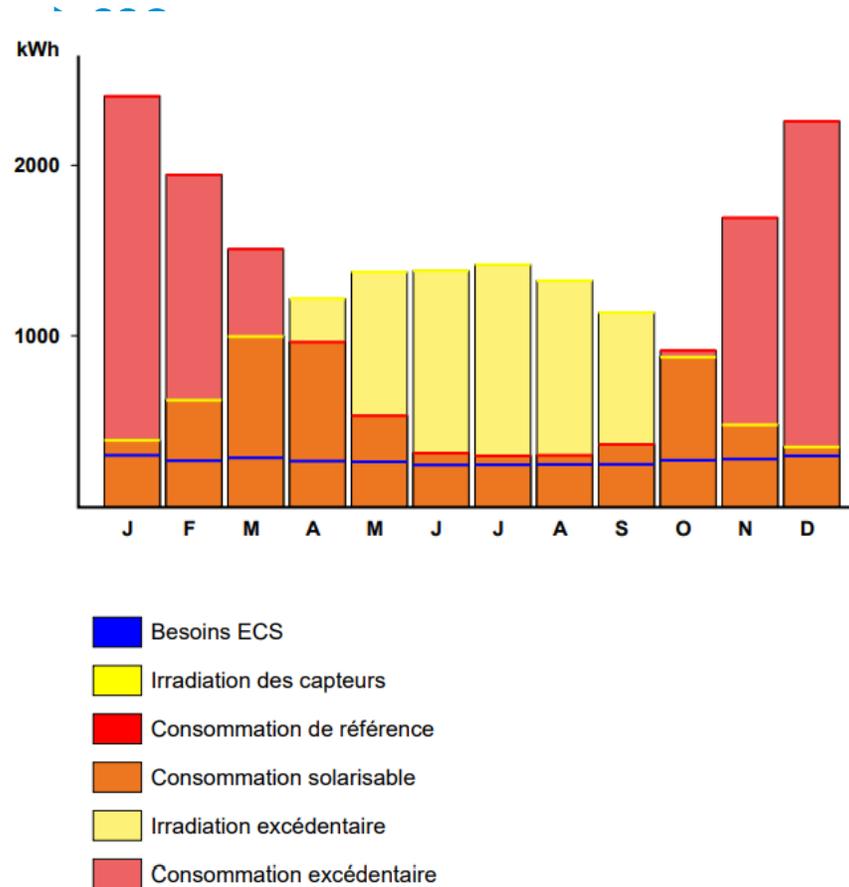
Volume de stockage solaire = volume ECS soutiré par jour

S'il est **sous dimensionné** :

- Il ne permettra pas de stocker toute l'énergie solaire disponible.
- Les risques de surchauffe seront plus importants.

S'il est **surdimensionné** :

- La température de l'eau dans le stockage restera « tiède », même en période de fort ensoleillement, et l'appoint sera plus sollicité.
L'énergie sera trop « diluée ».
- L'eau stockée ne sera pas renouvelée quotidiennement, favorisant ainsi le développement de légionnelles.



En première approche :

10 % de la surface de l'habitation en m² de capteurs

Au sein de cette fourchette, on affine en fonction :

- Des consommations de la maison (neuve, ancienne, rénovée)
- De la zone géographique (donc de la ressource solaire)
- Des conditions d'implantation (inclinaison, orientation) et du masque
- De la place disponible pour les capteurs solaires thermiques
- De la solution retenue et donc du stockage à mettre en place (entre 50 et 100 litres par m² de capteurs en hydroaccumulation, 50 litres pour une solution en solaire direct)

Objectifs :

- Productivité solaire utile : 400 à 800 kWh/m².an
- Taux de couverture solaire annuel des besoins : 30 à 70 %

Questionnaire pour dimensionnement

Quel est l'usage du bâtiment ?	Logements, Hôtel, Camping...
Quelles sont les consommations ECS mensuelles et annuelles ?	
Quel est l'emplacement possible des capteurs ?	
Quelle surface disponible (m ²) ?	
Quelle orientation et inclinaison ?	
Quelle hauteur et distance entre les capteurs et la chaufferie ?	
Chaufferie	
Quel est la place disponible (m ²) ?	
Quelle est la hauteur sous plafond ?	
Est-ce qu'il y a des contraintes pour le passage de porte ? Quel largeur de passage de porte ?	

CALSOL dimensionnement d'installations d'eau chaude solaire gratuit et plus simple d'utilisation. version en ligne:
http://ines.solaire.free.fr/ecs_1.php

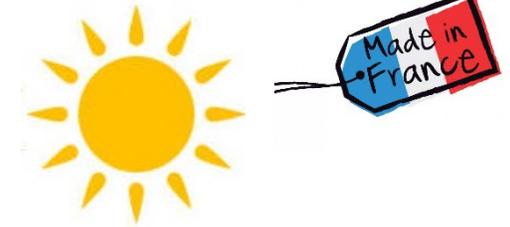
SOLO : dimensionnement d'installations d'eau chaude solaire gratuit. Version logiciel téléchargeable SOLO 2000 ou version en ligne SOLO 2018.
<http://solo2018.tecsol.fr/>

CASSSC : dimensionnement d'installations de systèmes solaires combinés. Version gratuite disponible sur le site de l'INES.
<https://www.ines-solaire.org/ressources/casssc/>

Pas rentable, vraiment ?

► Gains pour la collectivité

- ✓ Emplois non délocalisables (études, installation, exploitation)
- ✓ Réduction des émissions de gaz à effet de serre et de particules fines (par rapport au bois-énergie)
→ Problématiques associées atténuées
- ✓ Production d'énergie locale, contribuant à l'indépendance du pays



► Gains pour le maître d'ouvrage

- ✓ Facture d'énergie allégée pour la production de chaleur
- ✓ Communication « verte » associée à l'installation solaire



► Gains pour la planète

- ✓ Lutte contre la raréfaction des ressources
- ✓ Lutte contre la pollution



Maison solaire zéro émission:

▶ https://www.youtube.com/watch?v=m_lhmyl2wdk&t=1s

Lien site enerplan retours d'expériences:

<https://youtube.com/playlist?list=PLWFdpJ33TkSlvt3rpvmgXMeXrBBUvNXU3&si=kdbtxKhpYRA30F2X>



© CEA - JP GUERRINI



ines
INSTITUT NATIONAL
DE L'ÉNERGIE SOLAIRE

MERCI
DE VOTRE ATTENTION

www.ines-solaire.org

