

JOURNÉE

RÉGIONALE DU SOLAIRE

HAUTS-DE-FRANCE

by CD2E

CORÉSOL

Le collectif régional de l'énergie solaire

by CD2E

ATELIER 2

COMPRENDRE LE SOLAIRE

De vos besoins à la solution,

Choisir l'EnR qui vous correspond



Sommaire

- **L'Énergie solaire et ses applications**

Guillaume FLAMENT, Solaire en Nord

- **ENR Choix – Comment choisir la solution la plus adaptée?**

Florent TANIÈRE, ADEME

- **Repenser les technologies et les modèles, l'exemple Michauco**



L'énergie solaire et ses différentes applications



Guillaume FLAMENT
Solaire en Nord

PRÉSENTATION DES MISSIONS DE L'ASSOCIATION DYNAMIQUE TERRITORIALE DE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE



1- Promotion de l'énergie solaire et de l'investissement citoyen dans la transition énergétique

Centre de ressources, expertise, pédagogie et animation



2 - Mise en réseaux d'acteurs régionaux de la filière solaire

Innovation, développement local et coopération

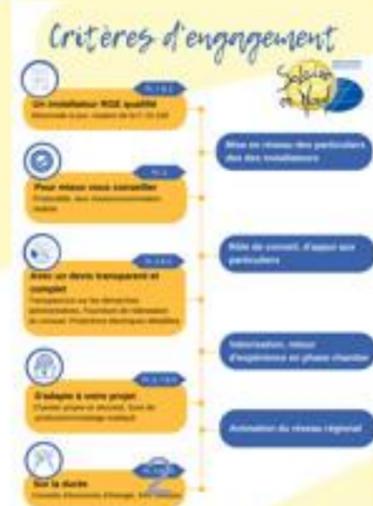
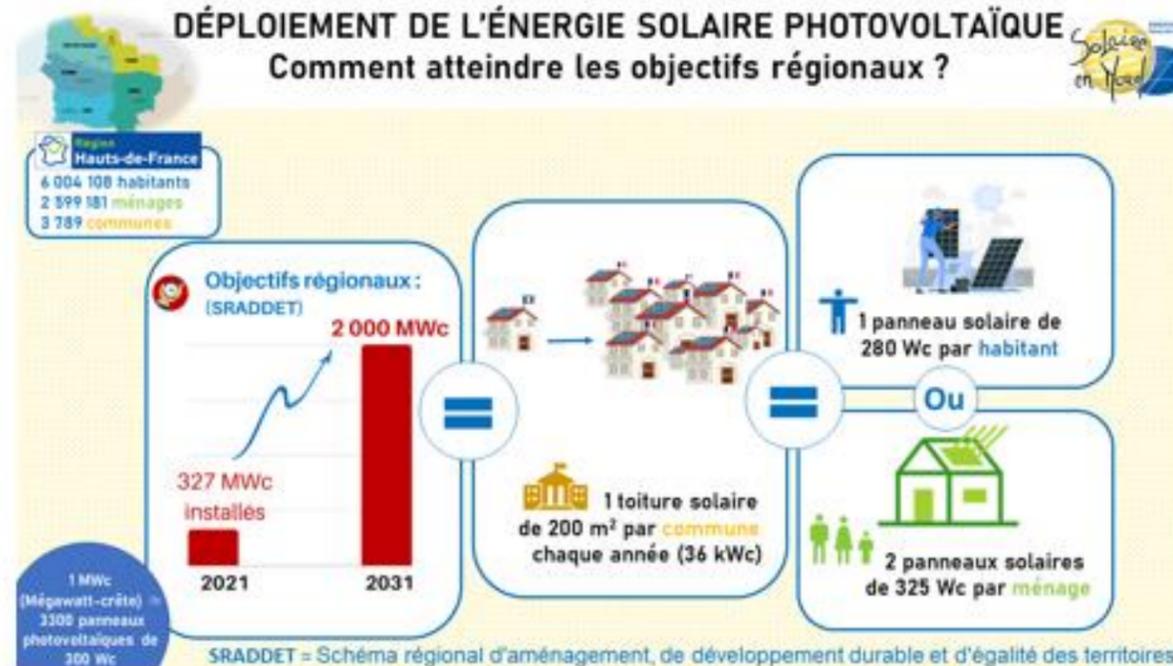


3 - Développer l'énergie solaire à l'échelle individuelle

Conseils et accompagnements des habitants et porteurs de projets

4 - Développer l'énergie solaire à l'échelle collective

Accompagnement de dynamique territoriale et de projets collectifs



L'énergie, c'est quoi ?

- Puissance et énergie
- Les besoins : chauffage, rafraichissement, eau chaude sanitaire, usages spécifiques de l'électricité et cuisson
- L'énergie solaire

Les technologies solaires et leurs applications

- Le solaire thermique, passif ou photovoltaïque
- Applications domestiques, artisanales, industrielles
- Des solutions low-tech

Connaître son potentiel solaire

- Orientation & inclinaison
- Les outils
- Les cadastres solaires

L'énergie, c'est quoi ?

Connaître ses consommations d'énergie et identifier ses besoins

Notions sur l'énergie : puissance, énergie, kWh ?



Le **Watt (W)** est une **puissance**

- Quantité d'énergie par unité de temps
- Autre unité : cheval-vapeur (CV)

Le **kilowattheure (kWh)** est une unité d'énergie.

- Il correspond à l'énergie consommée ou produite par un appareil d'une certaine puissance pendant une durée.
- Autres unités : Joule (J), électron-volt (eV), calorie (cal)
- Mais aussi : m³ de gaz, la capacité d'une batterie (VAh), l'énergie cinétique ($E_c = \frac{1}{2}mv^2$) et potentielle ($E_p = mgz$)



Exemple : Grille-pain ou un four micro-onde

- Puissance (de consommation) = 1000 Watts (W) = 1kW
- Durée d'utilisation : 1 heure (h)
- Consommation : 1000 W x 1 h = 1000 Wh soit 1 kWh



16 heures



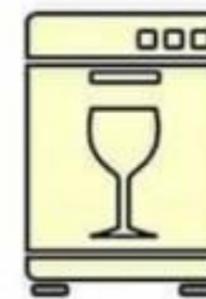
24 heures



142 heures



1 heure



1 vaisselle

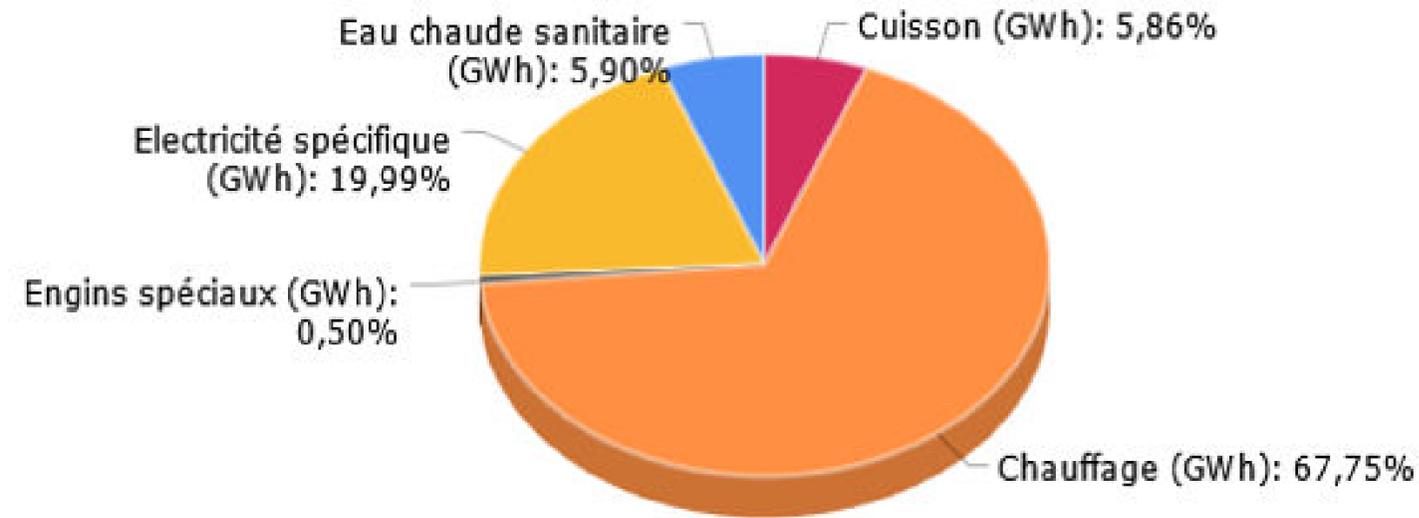


1 lessive

L'énergie dans l'habitat : les besoins à identifier

Résidentiel : consommation d'énergie par usage – 2021

Total : 43 395 GWh



Cuisson (GWh)	2 543	Chauffage (GWh)	29 398
Engins spéciaux (GWh)	217	Electricité spécifique (GWh)	8 676
Eau chaude sanitaire (GWh)	2 561		

Connaître et évaluer ses consommations d'énergie

Équivalences :

1 m³ de gaz de ville
= 10 kWh
= 1 litre d'essence

1 m³ de granulés (650 à 700kg)
= 330 litres de fioul
= 260 kg de gaz propane

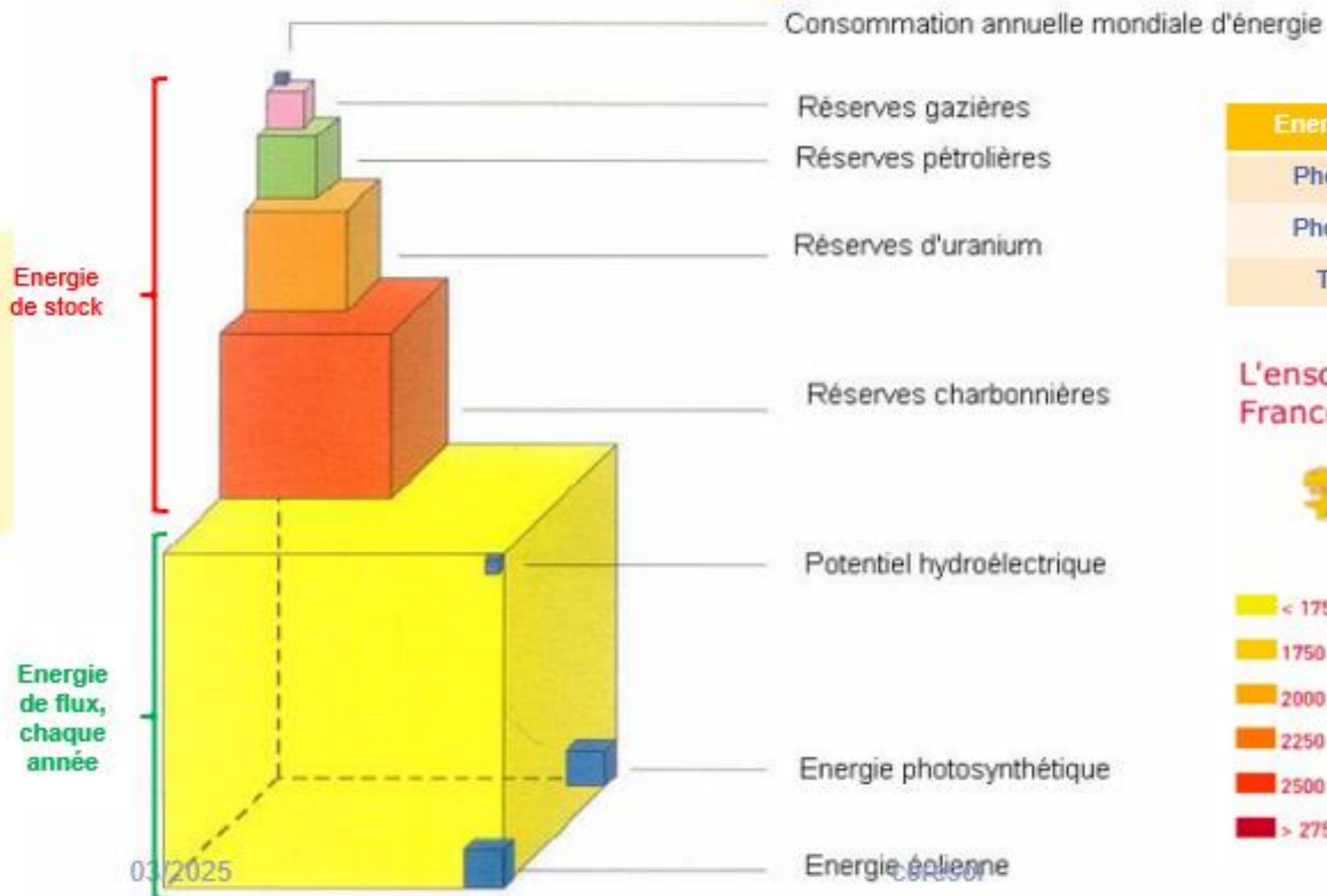
0.7 stère de bûche
= 1 MAP (m³) de plaquettes
= 220 kg de granulés
= 100 litres de fioul
= 1000 kWh

L'énergie : une démarche globale

>> Réduire avant de produire

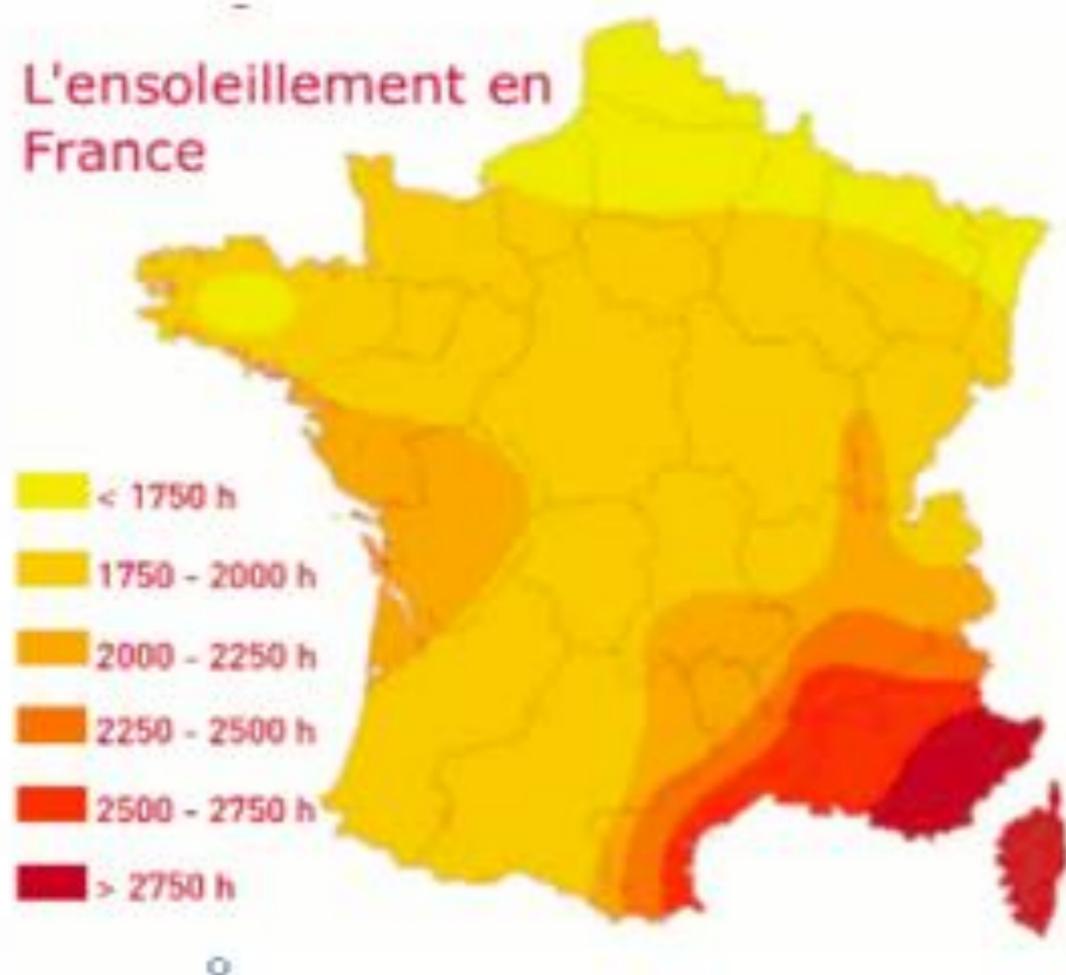


L'énergie solaire : abondance et renouvellement



Energie solaire...	Rendement
Photosynthèse	0,1%
Photovoltaïque	20%
Thermique	60-80%

L'ensoleillement en France



Les technologies solaires et leurs applications



Solaire
thermique



Solaire passif



Solaire
photovoltaïque

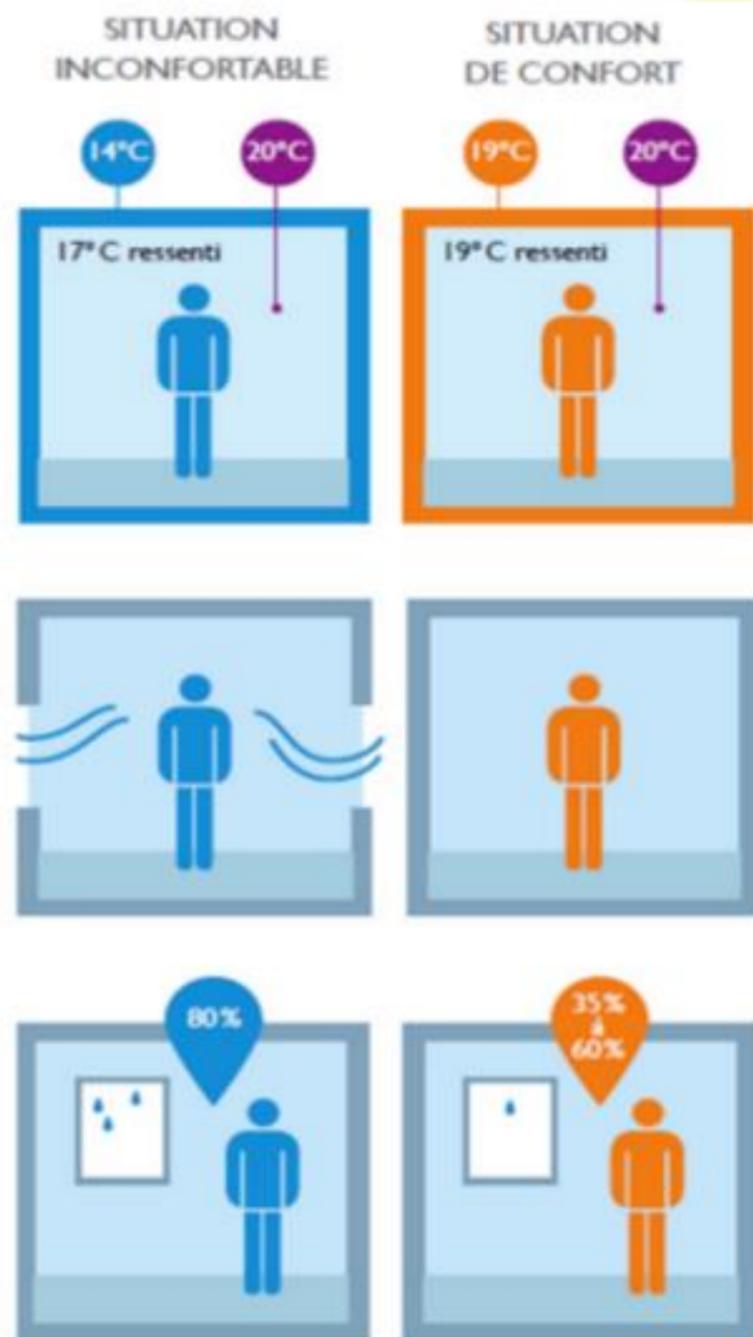
Utiliser l'énergie solaire pour...

**... Chauffer son eau, son
logement, ventiler, rafraichir**

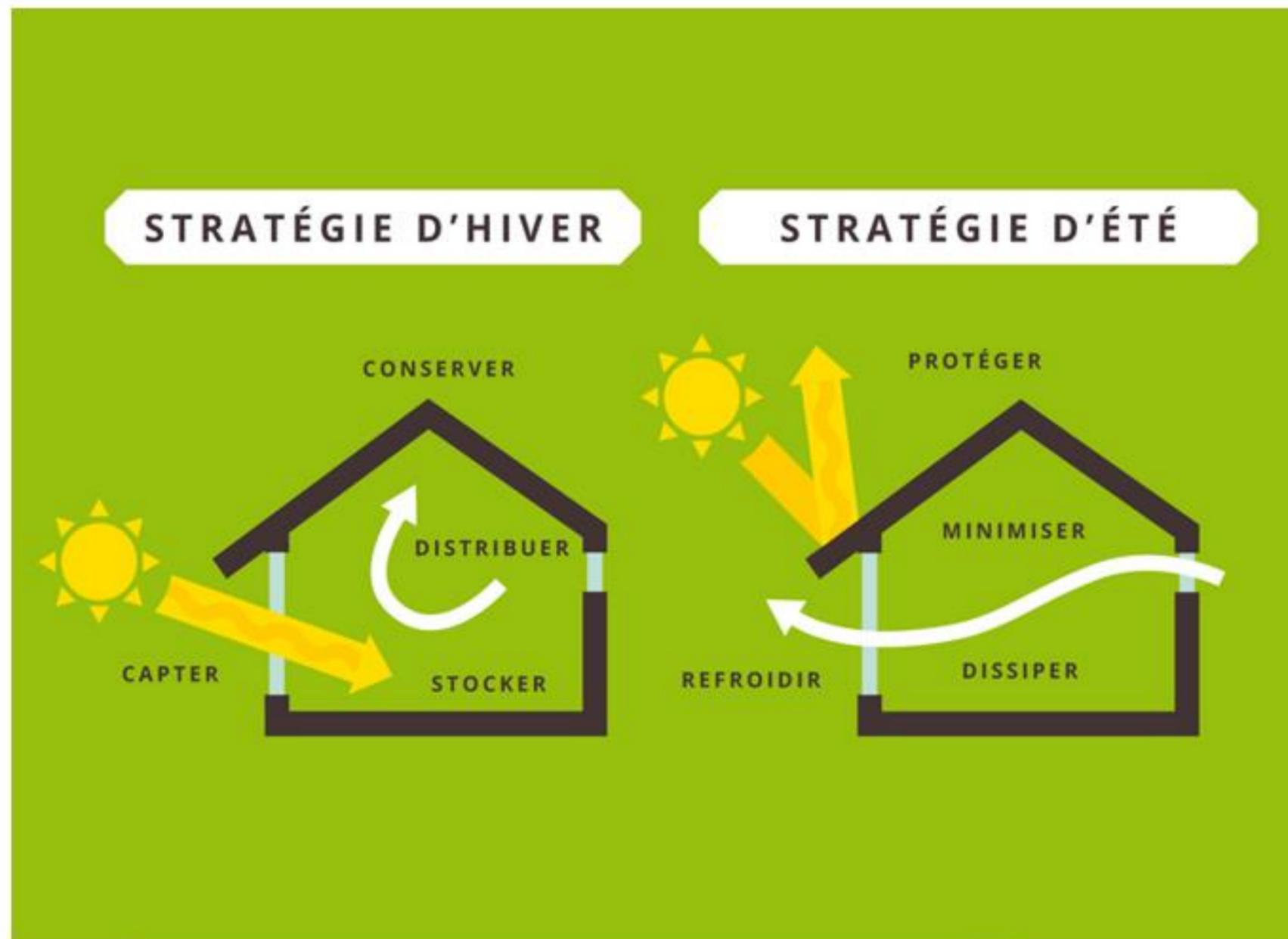


Principe du solaire passif

Les clés du confort thermique



Des stratégies suivant les saisons





Le bioclimatisme, ou comment profiter des atouts de l'environnement proche

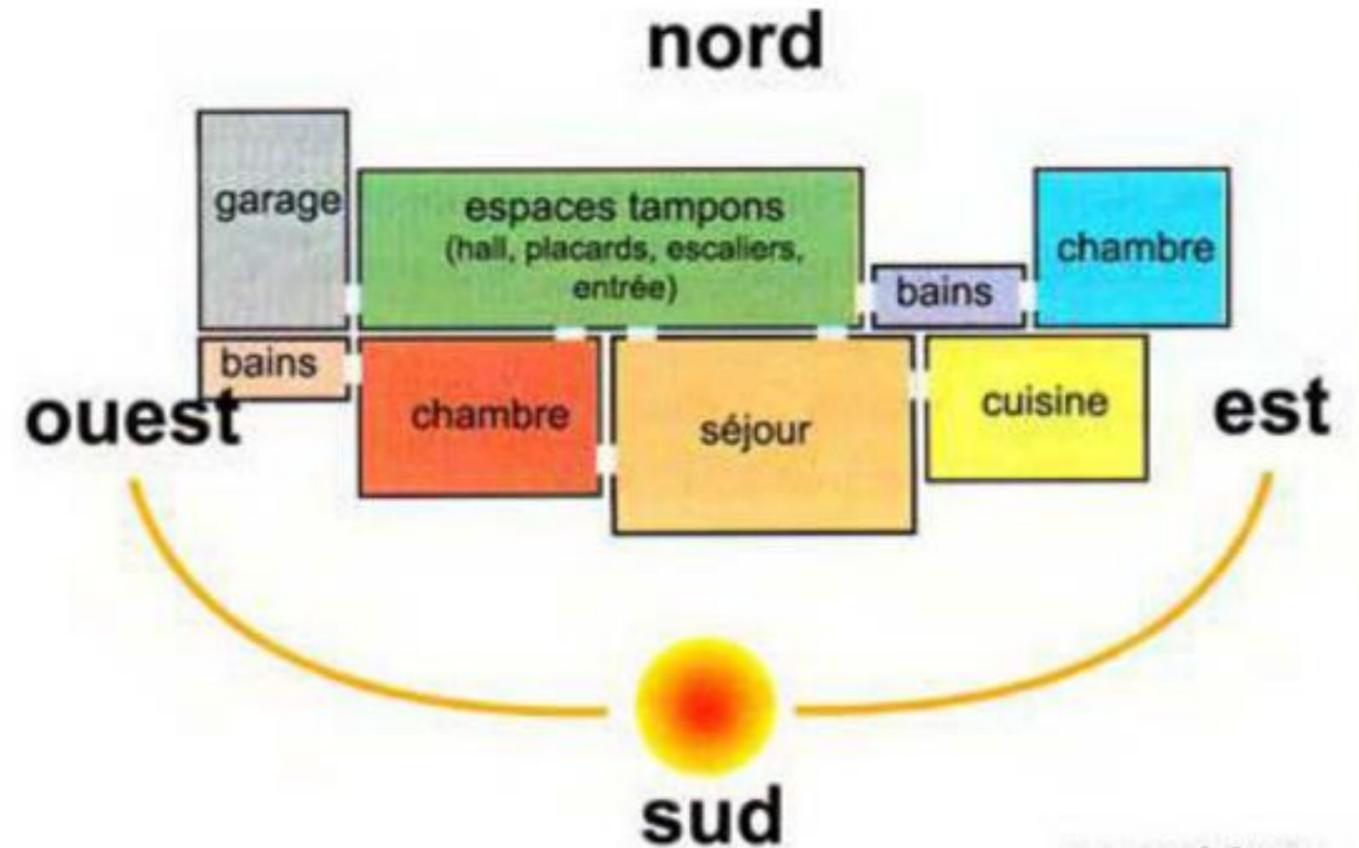
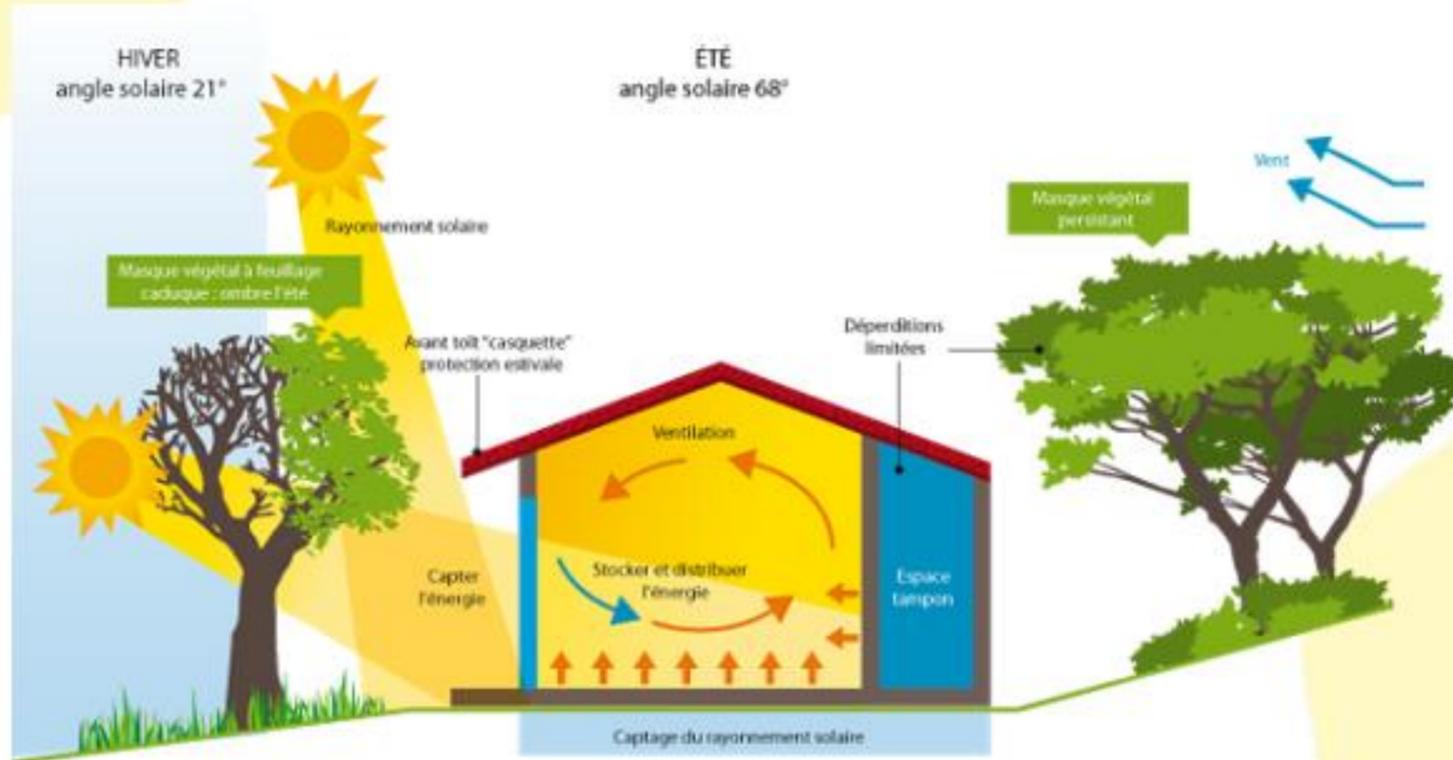


Les principes du bioclimatisme :

- Favoriser les apports solaires d'hiver et limiter ceux d'été :
- en favorisant des vitrages à la verticale
(pour aller plus loin : facteur solaire et transmission lumineuse)
 - en utilisant la végétation pour se protéger en été (arbres à feuillage caduque, plantes grimpantes type houblon...)

Limiter les zones d'inconfort en période froide :

- masque végétal côté nord pour protéger des vents froids
- agencement des pièces en créant des espaces tampons



source Ademe



Chauffage solaire passif : chauffage, ventilation, rafraîchissement

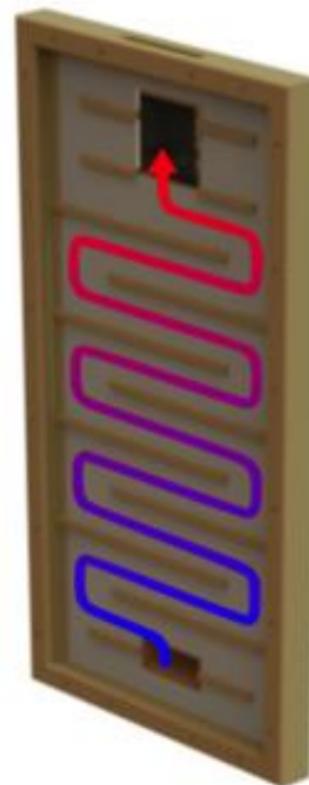


Le mur trombe

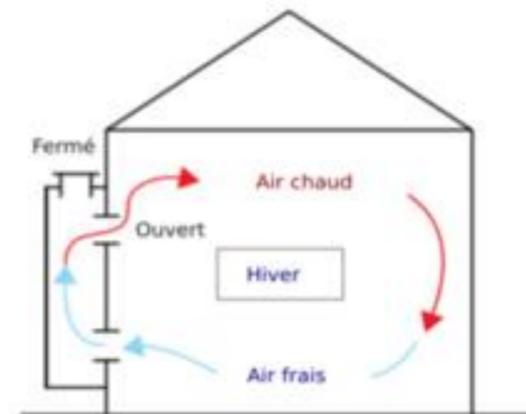
permet de **capter et stocker** cette énergie solaire

CHAUD

FROID



Trappe - Position ouverte



Le capteur solaire à air quant à lui diffuse l'air chaud en direct dans le bâtiment



Vitrage pariéto-dynamique pour préchauffer l'air entrant pour la ventilation

Déperditions dynamiques: 55 W*

Air 12°C

Air 5°C

Déperditions statiques: 15 W**

Intérieur
20°C

Extérieur
5°C

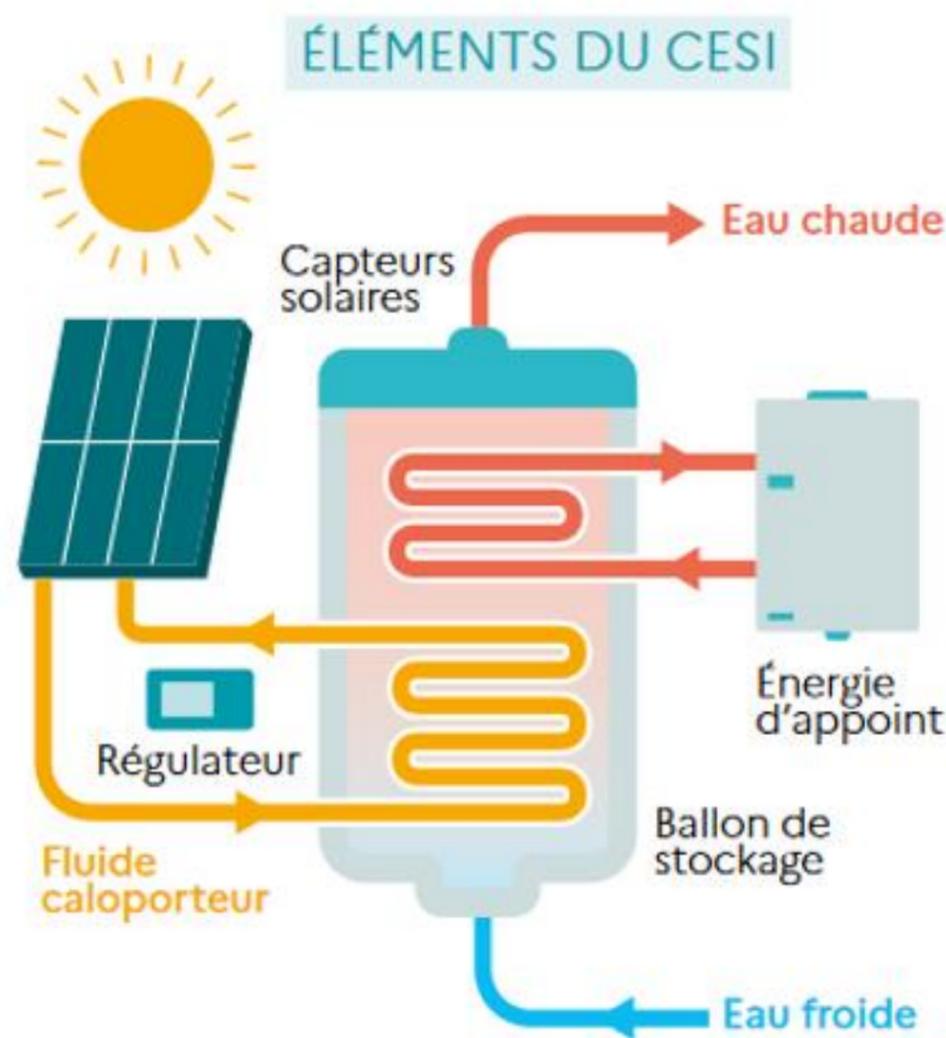
energieplanete.fr



Produire de l'eau chaude solaire : une solution efficace

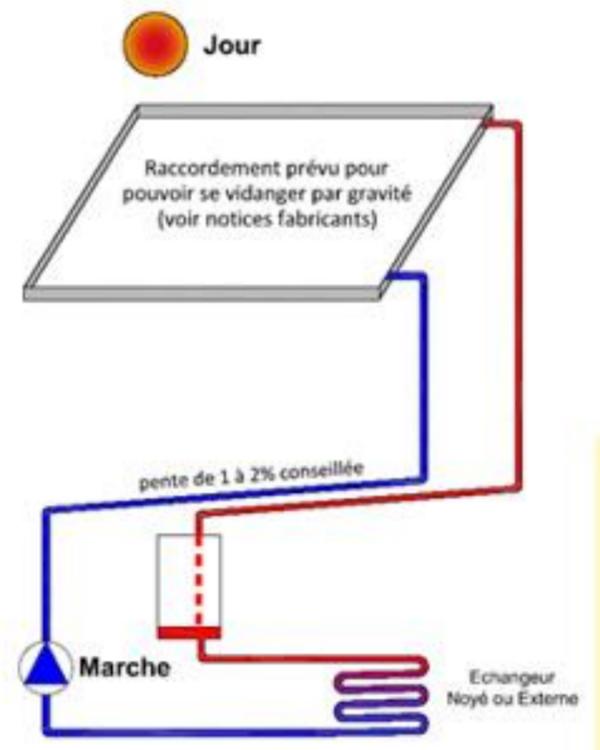
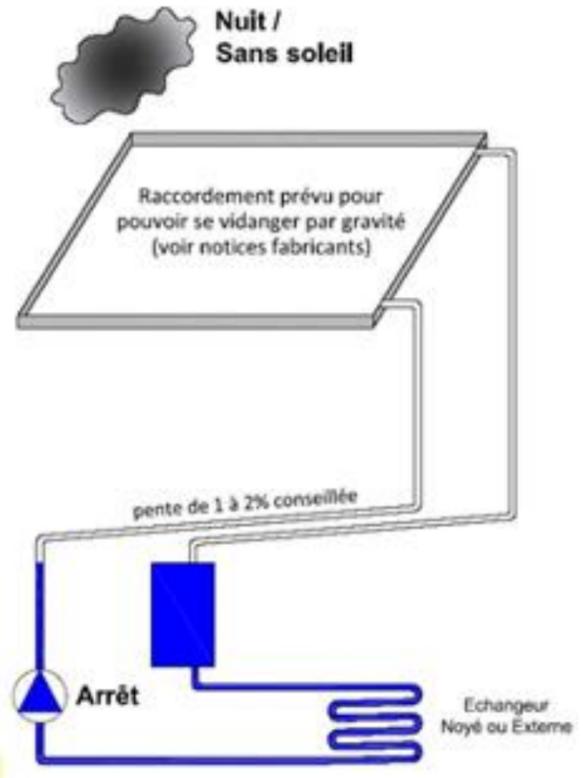
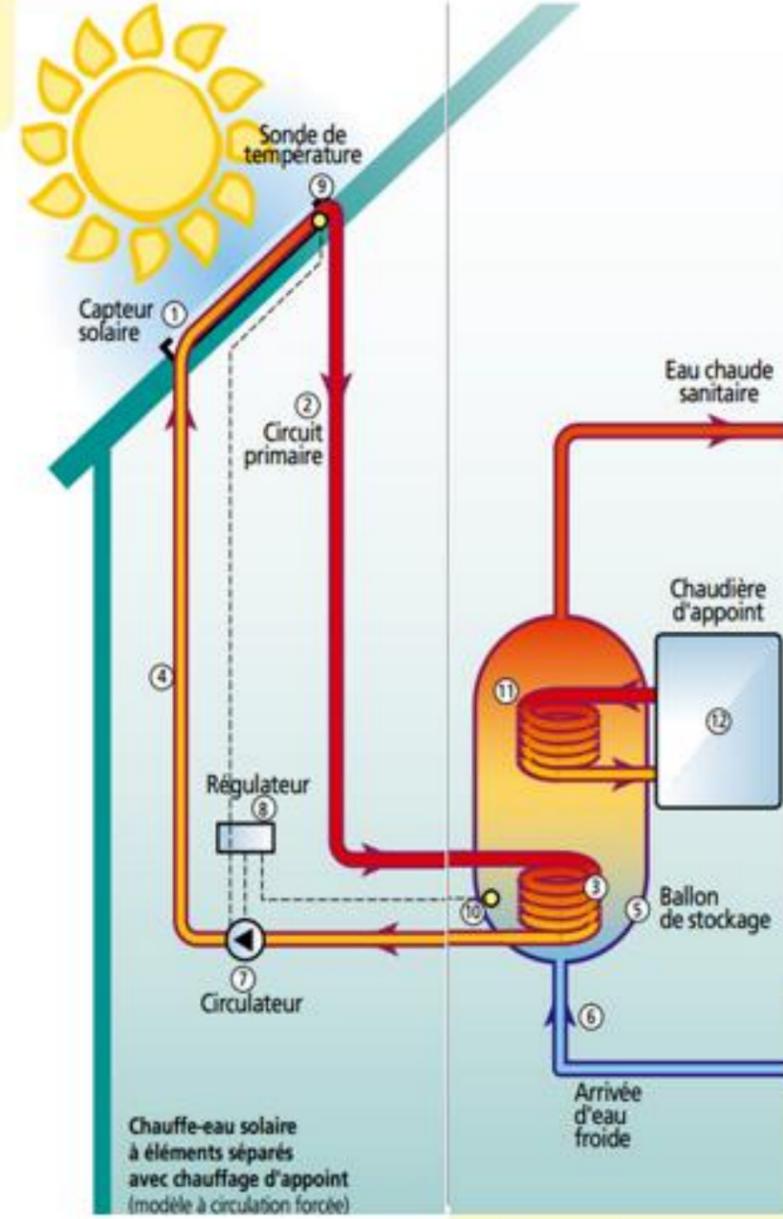
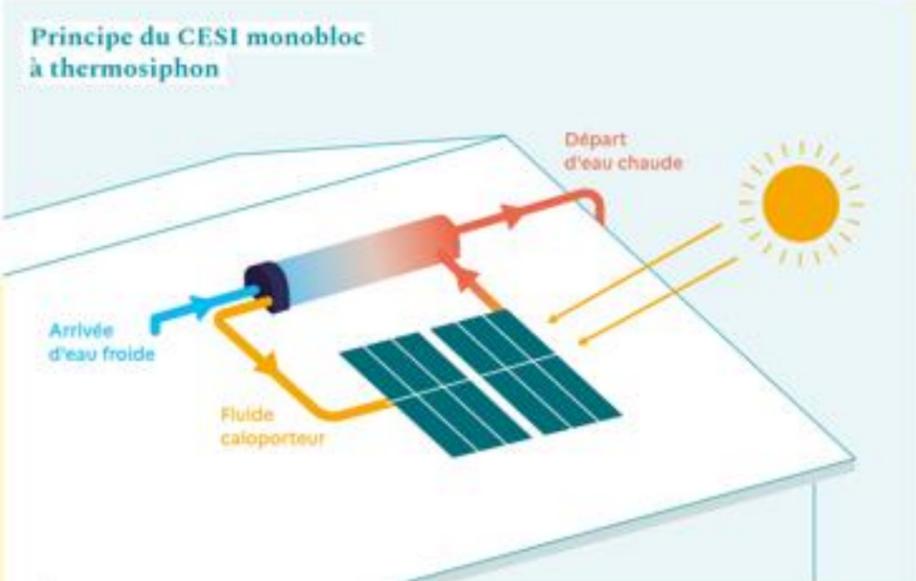
En région, le solaire thermique peut couvrir 60% des besoins en eau chaude et 30 % des besoins en chauffage.

- Les capteurs récupèrent les calories grâce au fluide caloporteur (eau glycolée généralement). **En Hauts de France, 4 m² de capteurs suffisent pour une famille de 4 personnes.**
- Le régulateur assure la prise de relai de l'appoint en cas de besoin
- **Stockage : prévoir 1,5 à 2 fois les besoins en eau chaude du foyer (75 à 100 litres/personne)**
- **Le système autovidangeable permet d'éviter les surchauffes en été**





Trois familles de systèmes



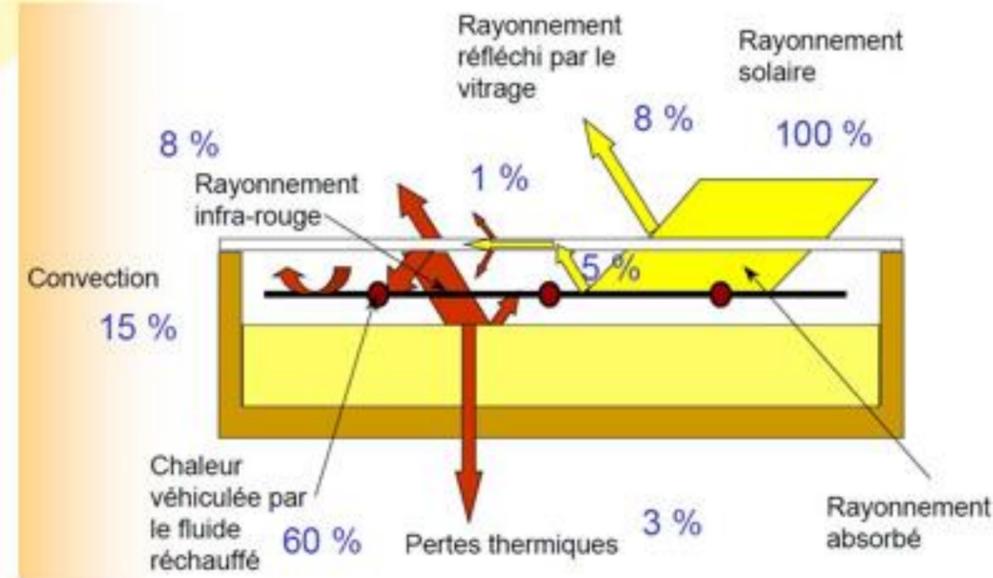
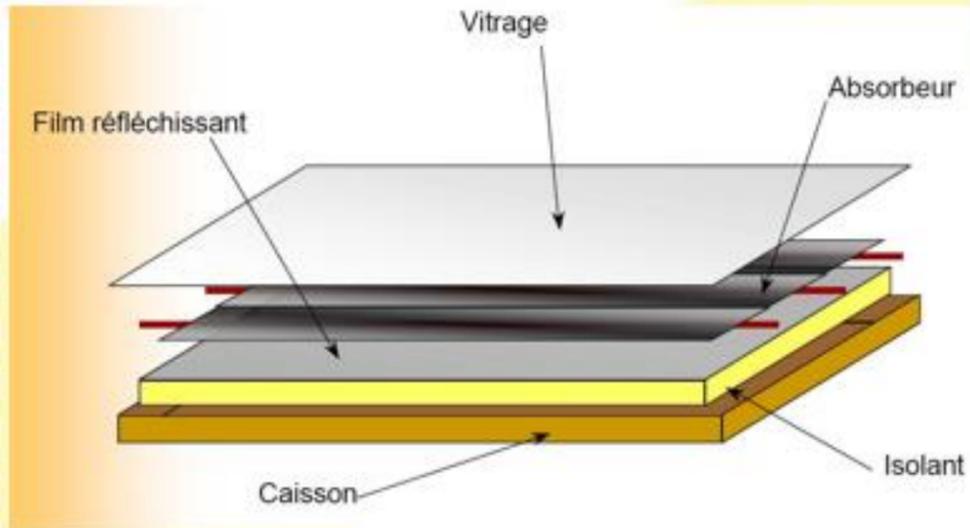
Systeme auto vidangeable :
Éviter les surchauffes ou le gel

Thermosiphon = circulation passive du fluide

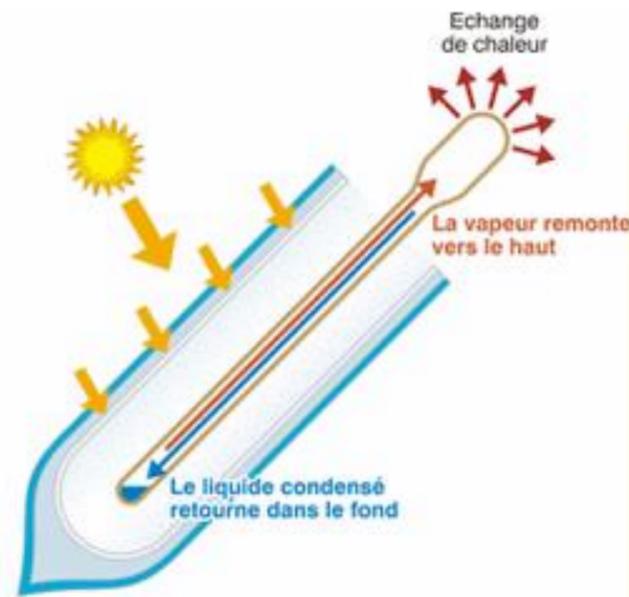
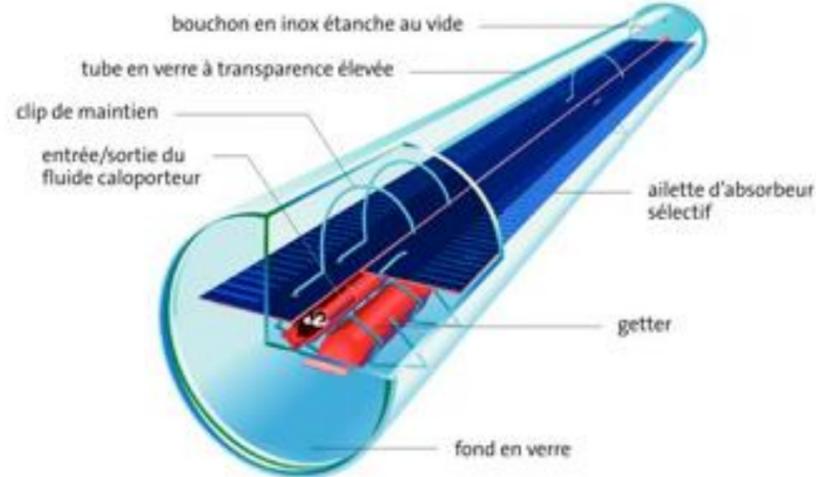
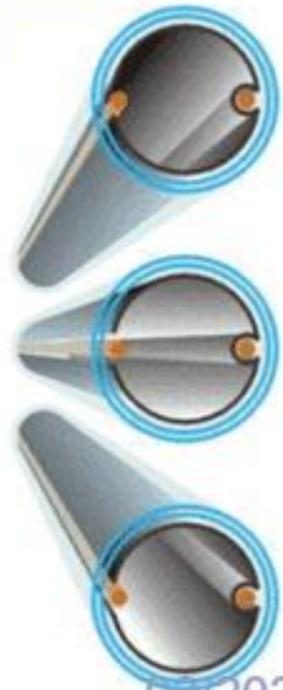
CESI à circulation forcée : Régulateur + circulateur



Capteurs plans vitrés > 100 °C



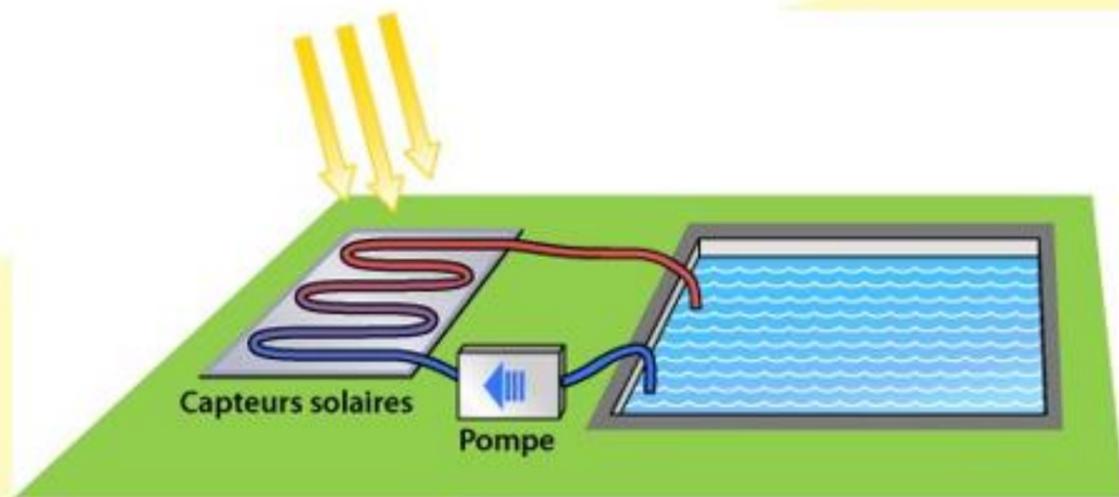
Tubes sous vide > 100 °C



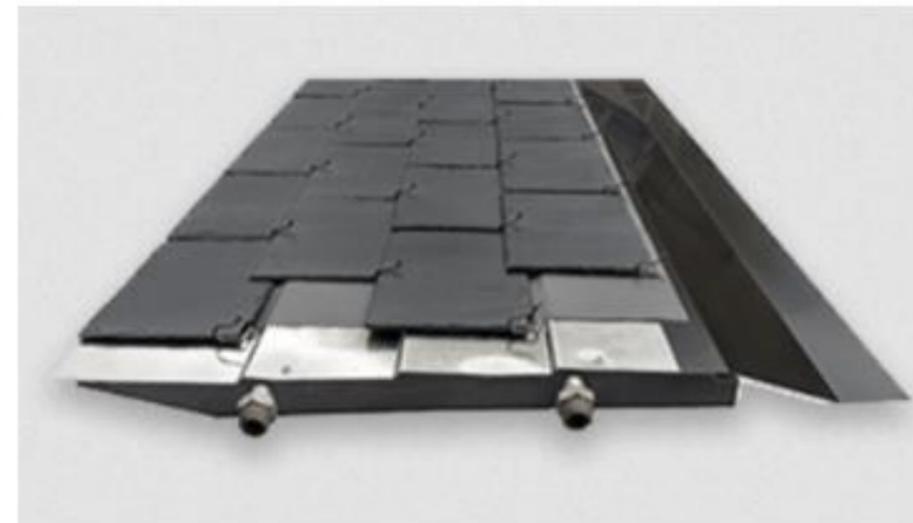


Les technologies de capteurs

Capteurs non vitrés, 30°C



Moquette solaire

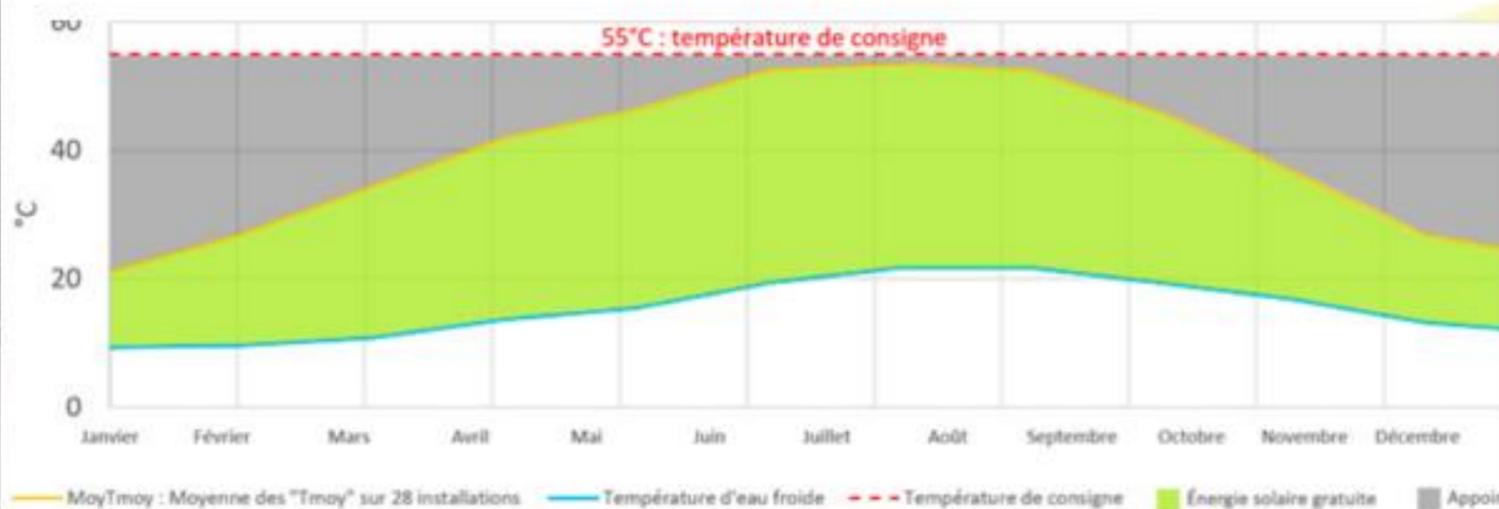


Thermoslate : circulation sous ardoises

Capteur hybrides : thermique + photovoltaïque, 50 °C



03/2025



coresol



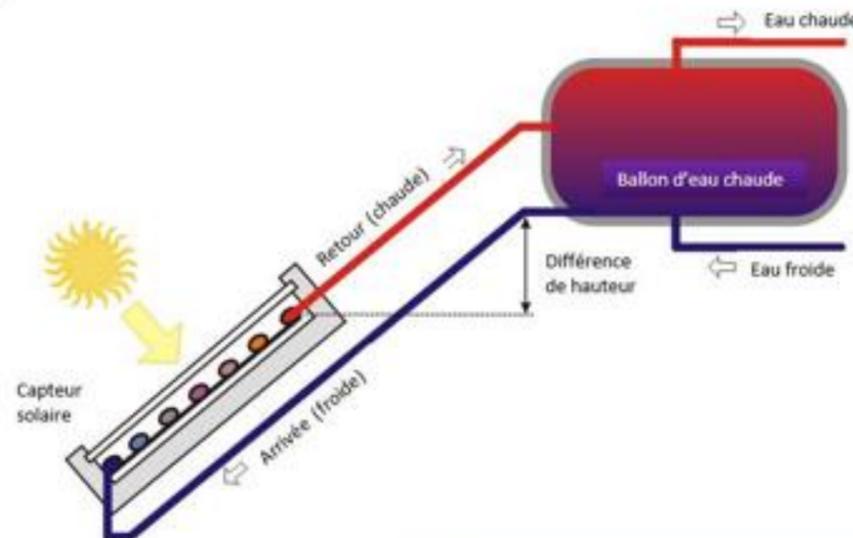
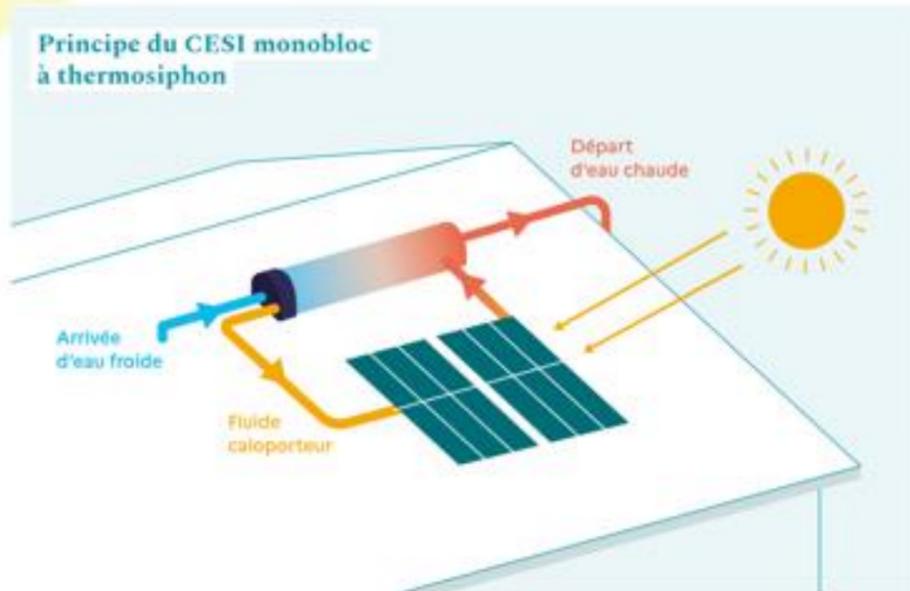


Produire de l'eau chaude solaire : faites le vous-même !

Faire du chaud avec un frigo



La simplicité avec le thermosiphon





Application à grande échelle : le solaire thermique pour le chauffage ou l'eau chaude

Réseau de chaleur urbain à Narbonne : > 1000 habitations et bâtiments publics



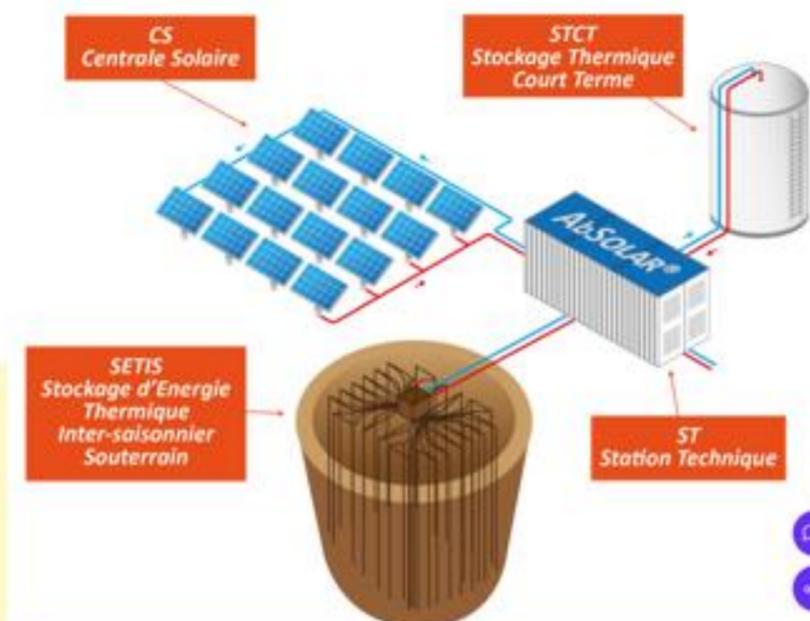
Stockage en cuve
1000 m³



Le stockage inter-saisonnier de chaleur : PAC geothermie + solaire thermique à Cadaujac ecoquartier (33)



Stockage inter-saisonnier sur champs de sondes



D'autres solutions existent :

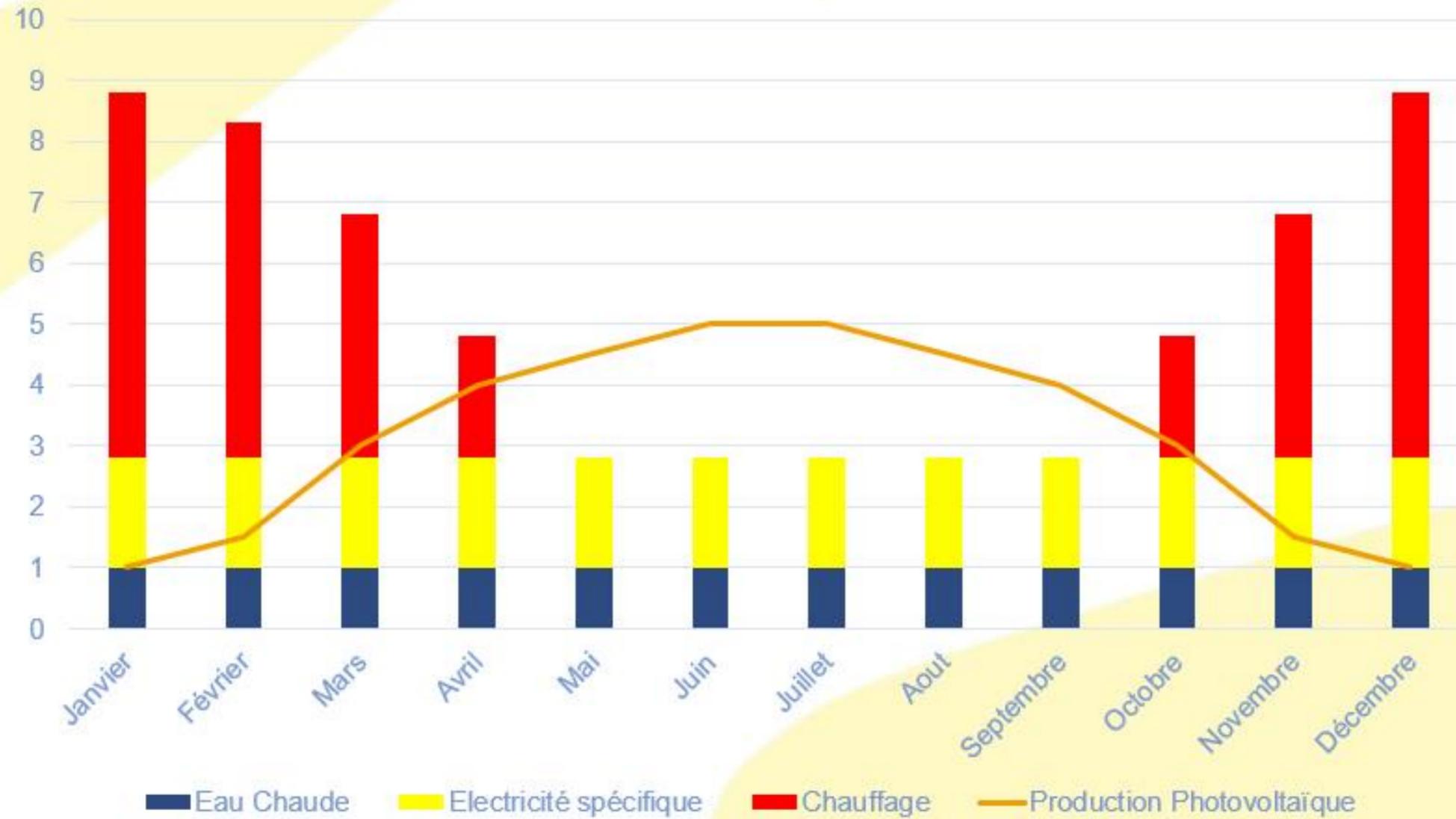
- Stockage sur aquifère
- Stockage en fosse
- Stockage en pilier
- Stockage en réservoir
- Stockage CTES (anciennes mines)



Se chauffer grâce au photovoltaïque ?



Consommation et production

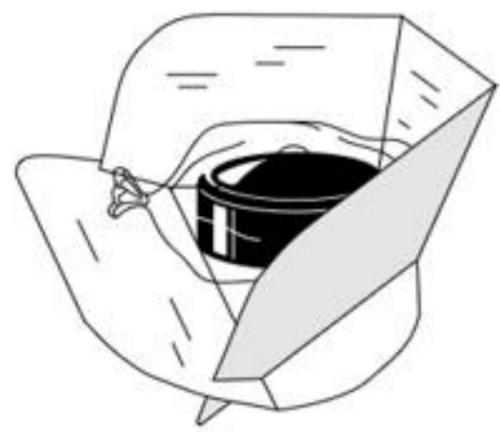
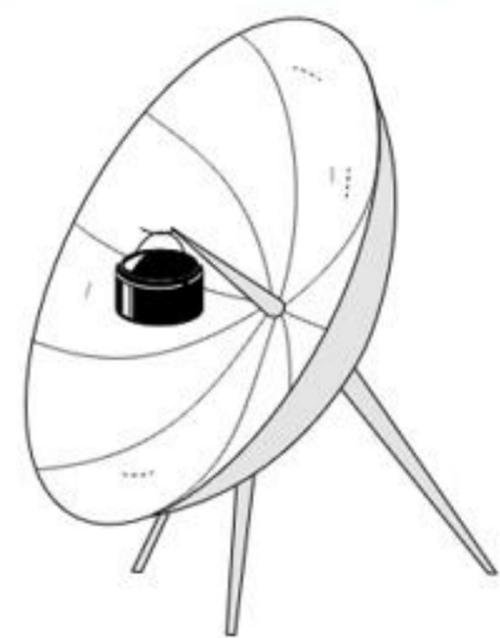
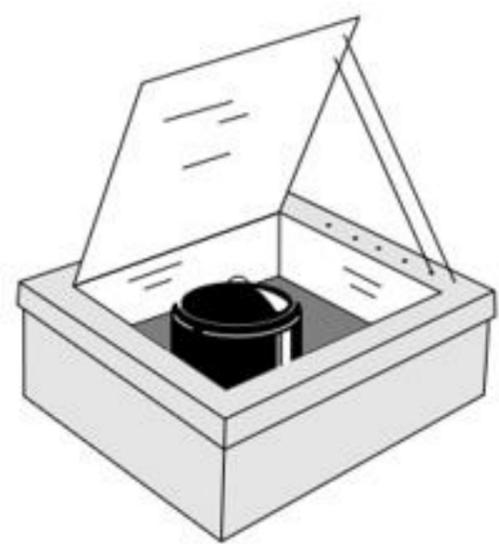


Utiliser l'énergie solaire pour...

... Cuisiner, conserver



Cuisiner à l'énergie solaire grâce aux low-techs



Augustin Mouchot – 1878 exposition universelle
coresol





Usage domestique de la cuisson solaire



06 septembre 2023 - 13 h, Nord (59)

140°C dans un four solaire
Cuisson de cookies + Stérilisation de soupe



09 juin 2024 - 12 h, Nord (59)

170°C dans un tube solaire
Cuisson de pomme de terre et saucisse



20 mars 2025 - 15 h, Nord (59)

140°C dans un tube solaire
Cuisson gâteau marbré



Usage professionnel de la cuisson solaire



Neoloco - Normandie
Boulangerie et torréfaction, vente en circuit court,
tout au soleil

Le Présage - La guinguette solaire - Marseille
Cuisine solaire, séchoir et tubes solaires



Hélie - Brasserie solaire
Concentrateur et solaire thermique



Usages collectifs de la cuisson solaire et solidarité internationale

- Faciliter l'accès à l'énergie
- Préserver l'environnement
- Améliorer la santé et le quotidien des habitants





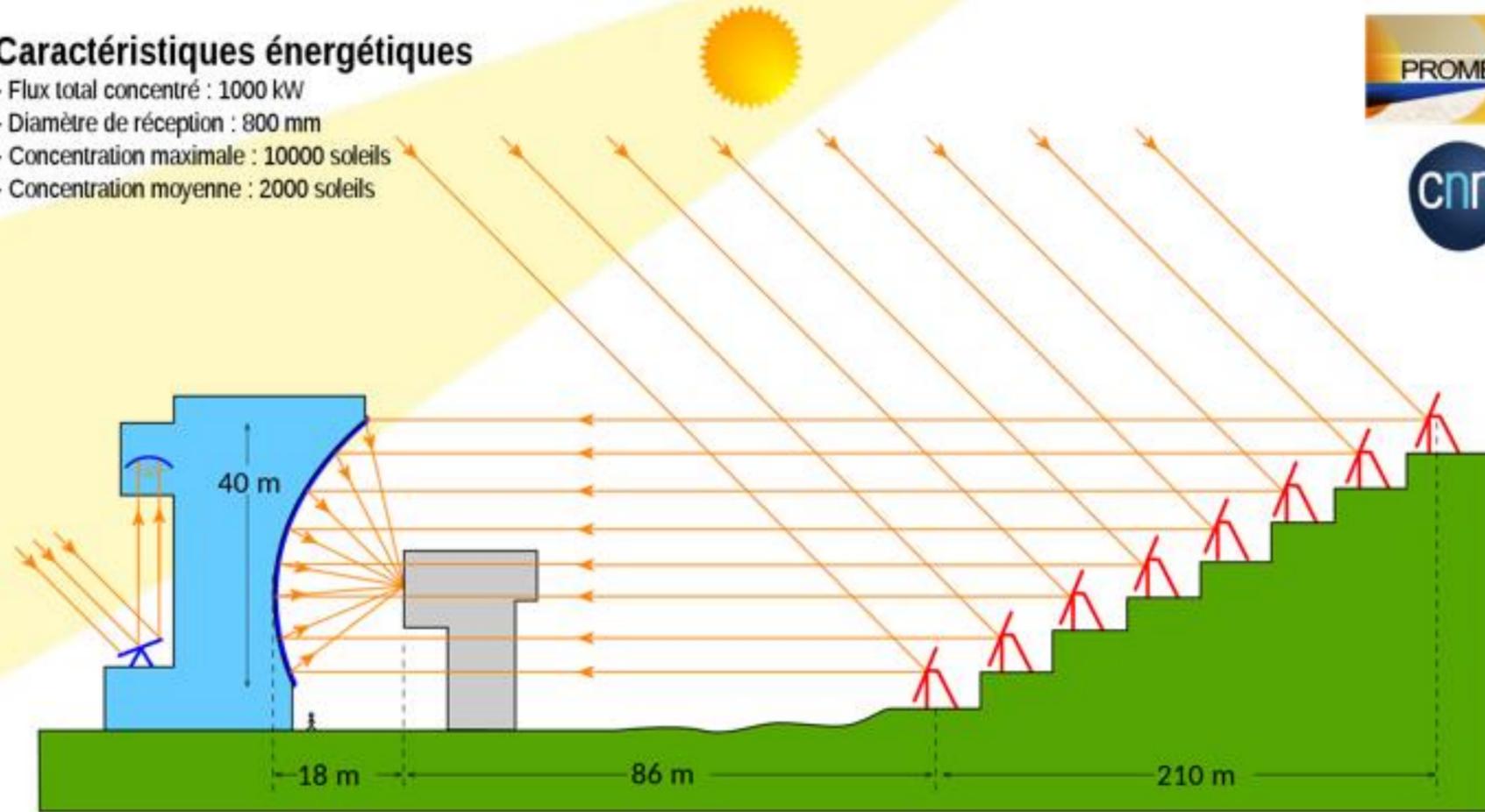
Le four solaire d'Odeillo : laboratoire de recherche du CNRS



Puissance = 1 Mégawatt - 3300°C en quelques secondes

Caractéristiques énergétiques

- Flux total concentré : 1000 kW
- Diamètre de réception : 800 mm
- Concentration maximale : 10000 soleils
- Concentration moyenne : 2000 soleils



Héliostats

- 63 réflecteurs plans disposés sur 8 terrasses
- Dimensions 7,5 x 6 m = 45 m² ; soit au total 2835 m²
- 180 facettes de 50x50 cm ; soit au total 11340 facettes
- Réflecteur : argente face arrière
- Verre flotté purifié, épaisseur 4 à 8 mm

Concentrateur

- Paraboloïde de révolution
- Distance focale de 18 m
- Hauteur 40 m, largeur 54 m
- Surface apparente 1830 m²
- Environ 9000 facettes d'environ 45x45 cm
- Verre trempé courbé, épaisseur 4,5 mm

Bâtiment Four

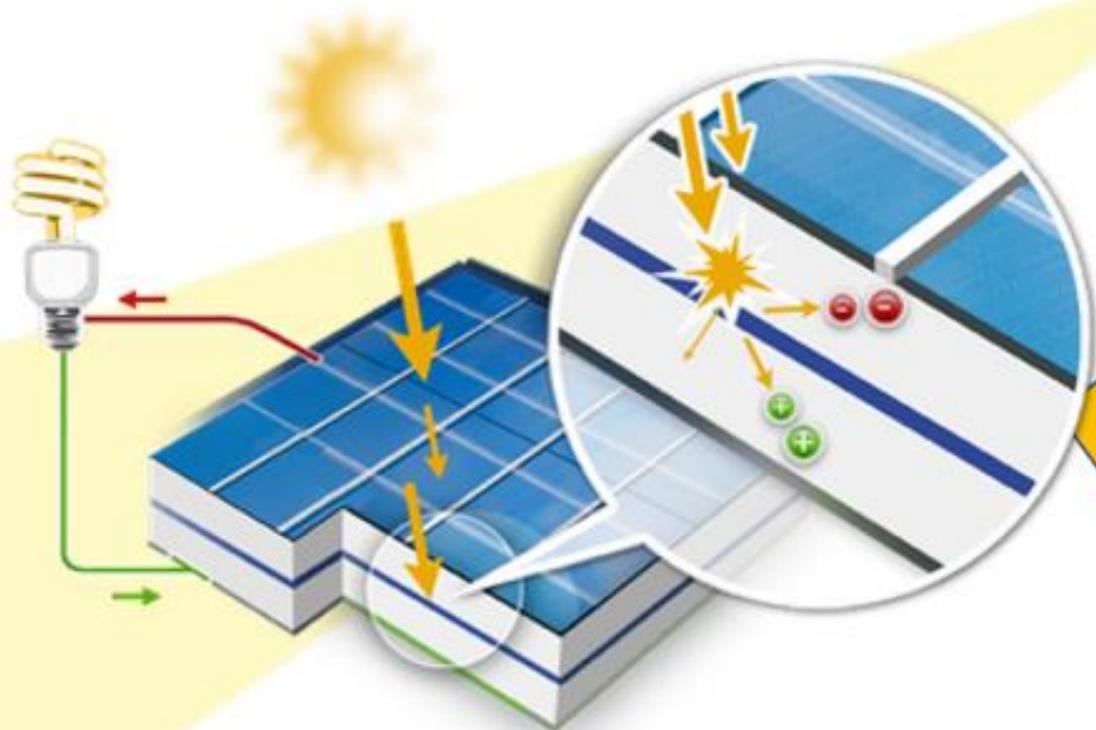
- Hauteur du foyer au dessus du sol : 17 m
- Altitude de l'axe focal : 1547,80 m
- Cabine focale de 4 x 4 x 4 m
- Portes de protection en acier réfractaire

Utiliser l'énergie solaire pour...

... produire de l'électricité



Le photovoltaïque : Comment ça marche ?



15m²
Sur un toit plein sud

3kWc
Puissance installée

3000kWh
Production annuelle



Équivalent à la consommation d'une famille de 3 personnes (hors chauffage et eau chaude)

L'onduleur convertit le courant continu en sortie des modules en courant alternatif (50 Hz).

Injection sur le réseau et vente du surplus

Matériel :

- Panneaux photovoltaïques
- Onduleur / micro-onduleur
- Câble
- Coffret de protection





Type des panneaux



Panneau polycristallin



Panneau monocristallin



Panneau Full Black



Panneau Rouge



Panneau bifacial



Panneau souple



Tuile photovoltaïque



Les onduleurs

Onduleur centralisé :

- Moins cher : un par installation
- Accès facilité (maintenance, connexion réseau)
- Garantie : 10 ans +
- Nécessite des optimiseurs en cas d'ombrage partiel



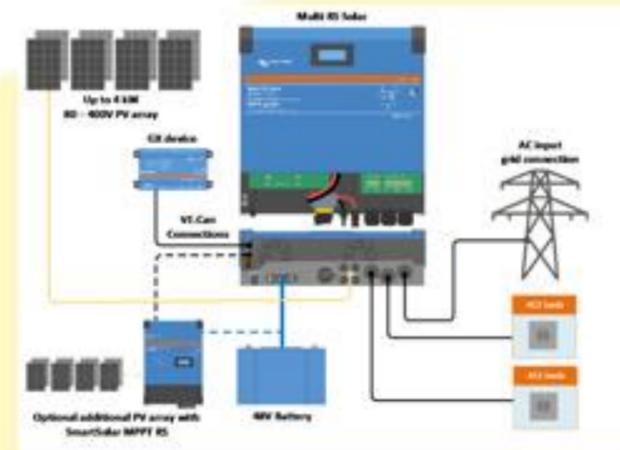
Micro-onduleurs :

- Plus cher : un par panneau, ou pour 2 panneaux
- Positionné sous les panneaux
- Garantie : 20 ans +



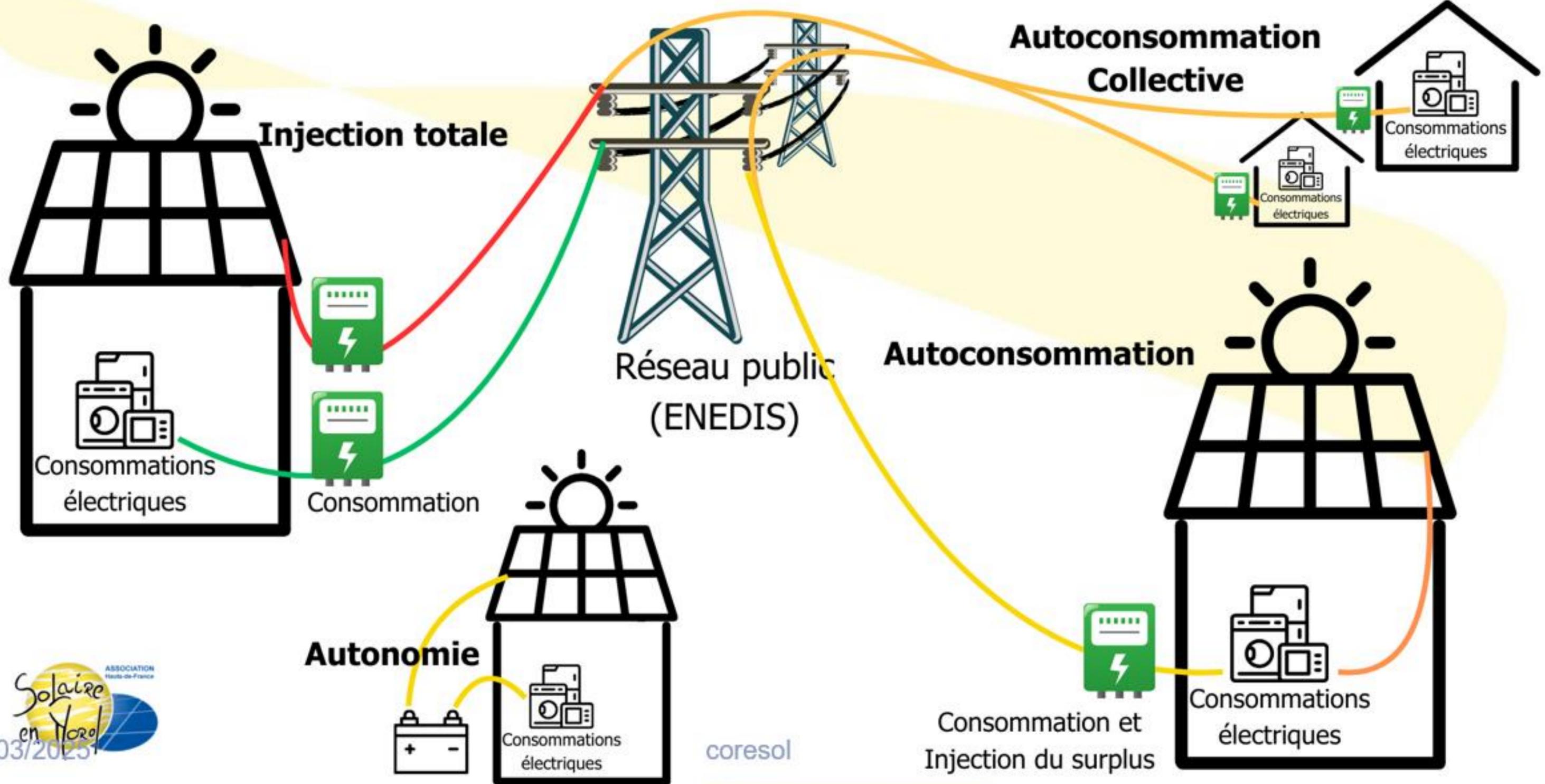
Onduleurs hybrides :

- Plus récent sur le marché
- Permet le fonctionnement en site isolé, couplé à une batterie

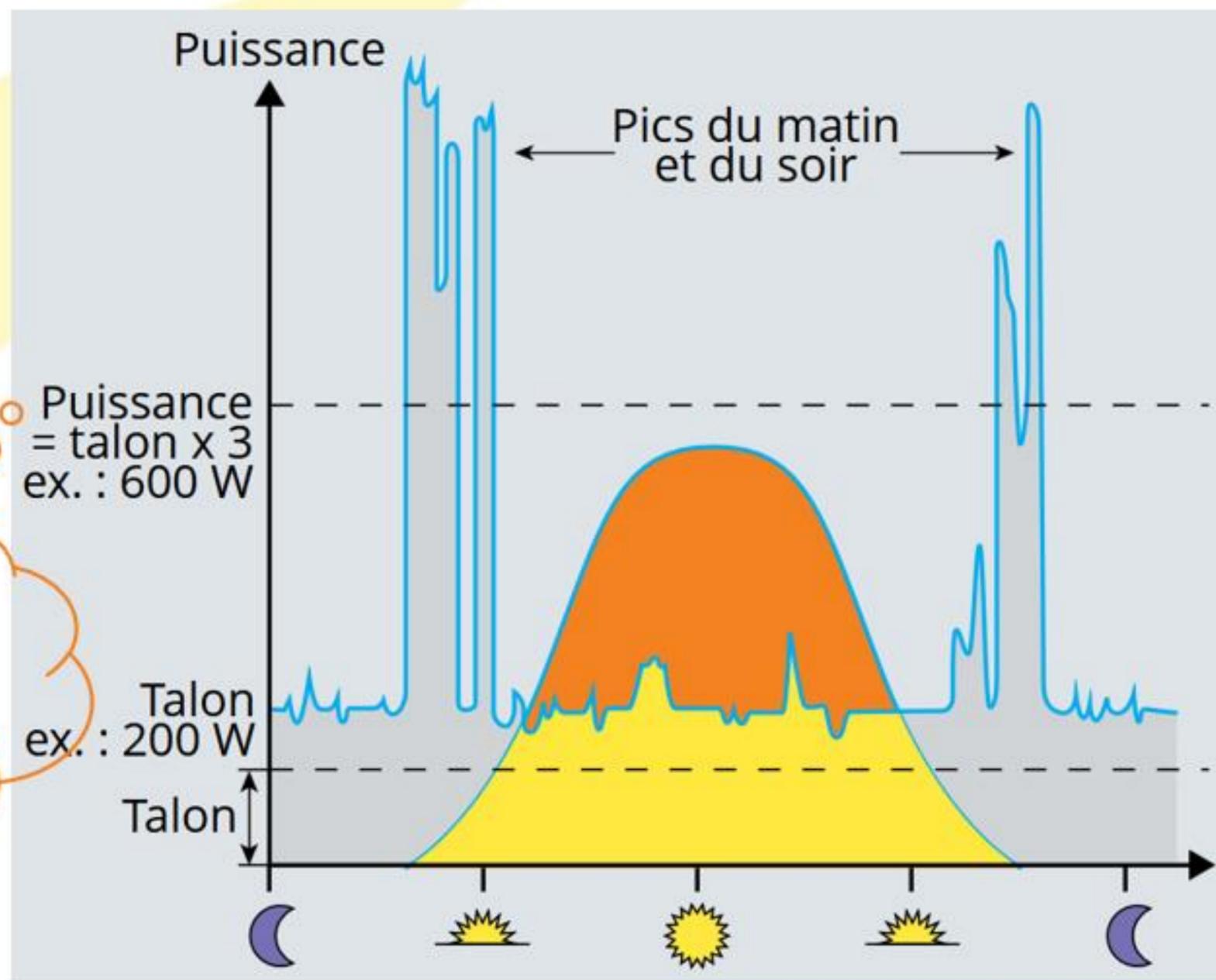




Valorisation de l'électricité



Autoconsommation – L'importance du dimensionnement



Usages ponctuels programmables ou non de forte puissance
« Les pics »

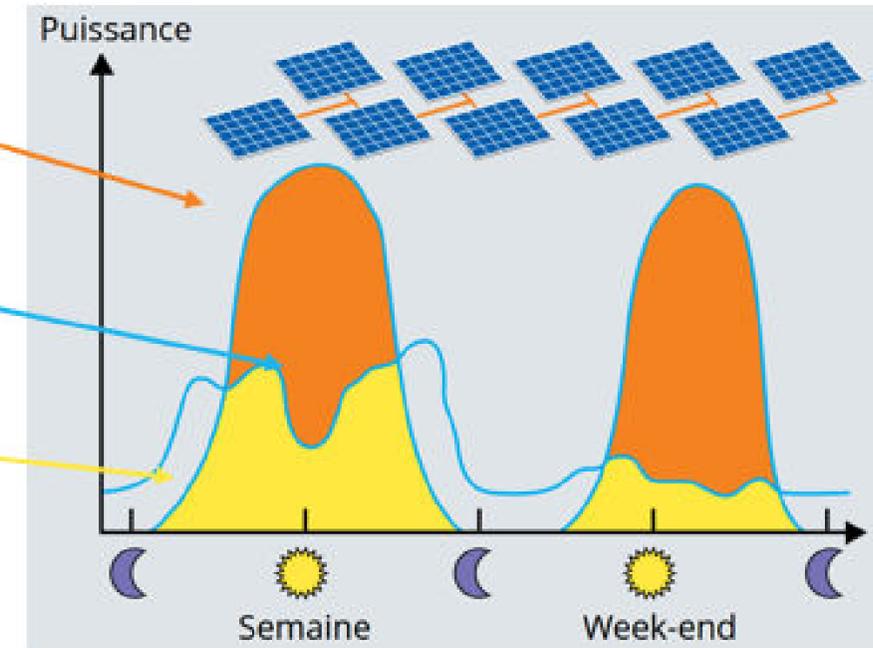
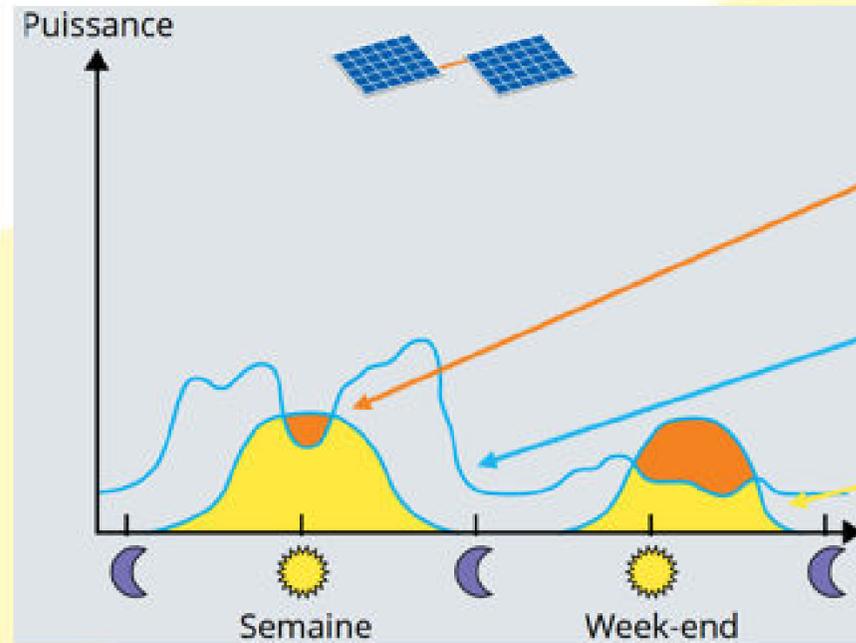
- >> Réduire les pics
- >> Les déplacer quand on produit du solaire

Appareils qui fonctionnent en permanence
« Le talon »

- VMC, appareils du froid, qq veilles, circulateur = consommations régulières et stables dans l'année
- >> Réduire le talon avant de le couvrir

Source :

Autoconsommation – L'importance du dimensionnement



Surplus

Consommations

Autoconsommation

80 à 90%

Taux d'autoconsommation =
 $\frac{\text{Autoconsommation}}{\text{Production}}$

20 à 30%

Part de l'énergie produite qui sera consommée

10 à 20%

Taux d'autoproduction =
 $\frac{\text{Autoconsommation}}{\text{Consommations}}$

30 à 40%

Économie estimée 60€/an

*Part de l'énergie consommée issue de la production
 (~ réduction de la facture)*

Économie estimée 200€/an



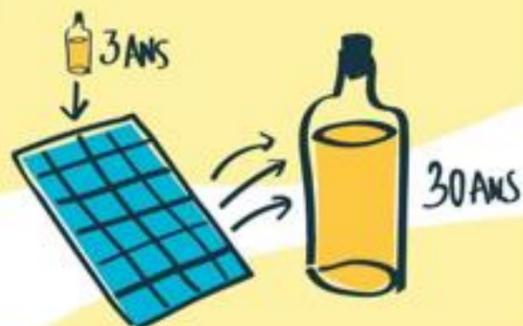
Idées reçues sur l'énergie solaire

Durée de vie



CONSTATÉE

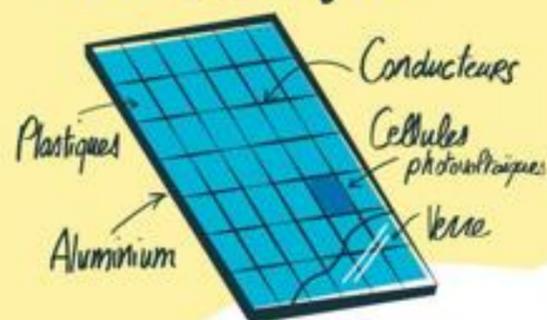
Fabrication



ÉNERGIE GRISE

Recyclage

Tout se recycle



100 %

Indépendance



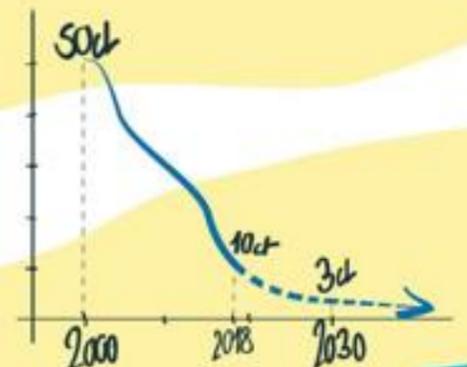
GÉOPOLITIQUE

Gisement



SURFACE SUFFISANTE

Coût



COMPÉTITIF

95% des panneaux solaires photovoltaïques sont sans terres rares (silicium mono et polycristallin)



Usage industriel : Les centrales solaires thermiques à concentration ou thermodynamiques pour produire de l'électricité

- Centrales à tour : des heliostats renvoient le rayonnement au sommet d'une tour dans laquelle se trouve une chaudière
- Les miroirs cylindro paraboliques : les paraboles chauffent un tube rempli de fluide caloporteur
- Les miroirs de Fresnel utilisent le même procédé, mais la forme des réflecteurs est différente.



Centrale à tour dans les Pyrénées



Miroirs cylindro paraboliques



Complexe solaire Noor à Ouarzazate
vu du ciel

→ Permettent de faire du stockage (sels fondus) jusqu'à plus de 15h après le coucher du soleil

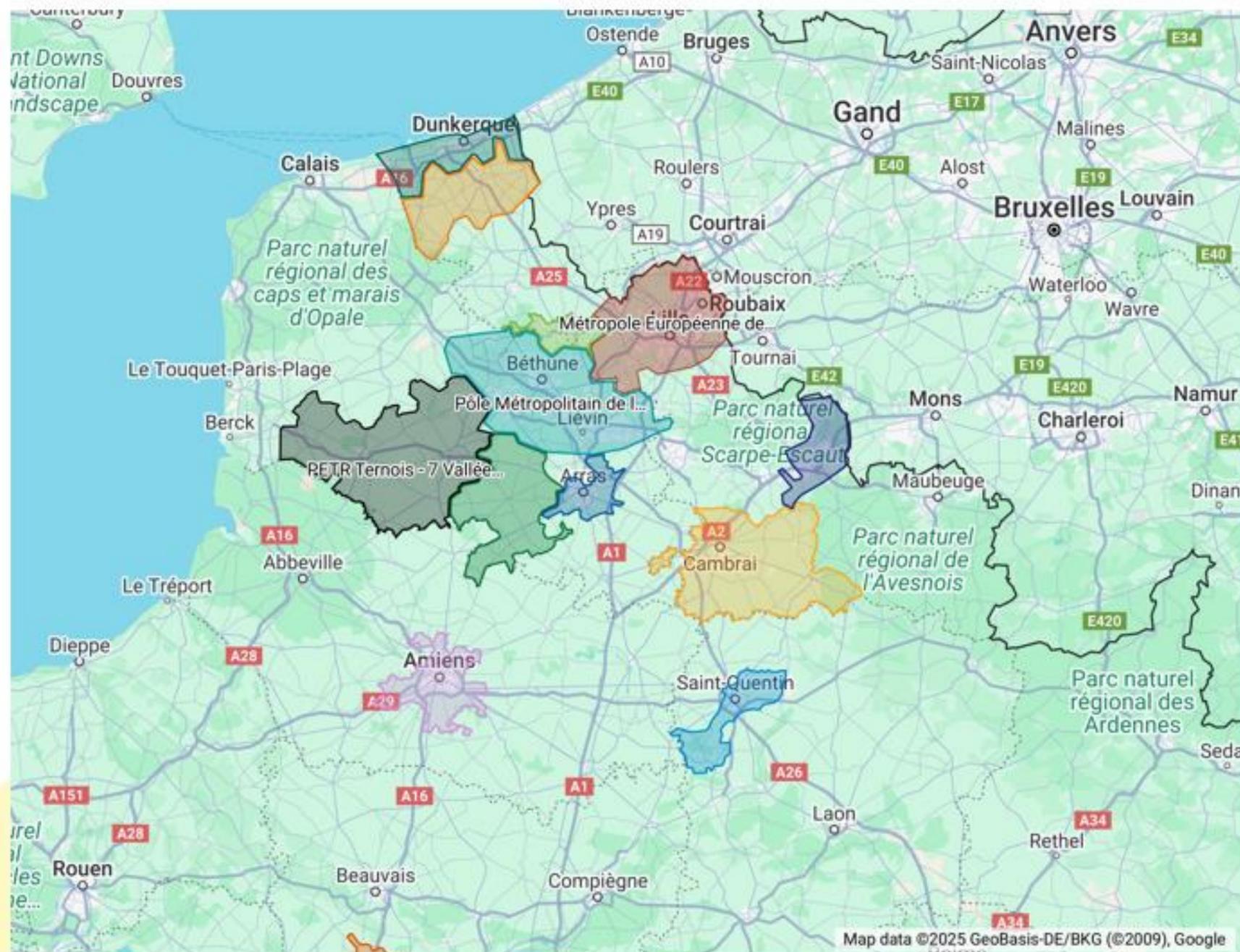
→ Besoin d'espace et d'un ensoleillement élevé >> Espagne

Découvrir son potentiel solaire

Le point de départ

Les cadastres solaires

- Communauté urbaine de Dunkerque : <https://communaute-urbaine-dunkerque.cadastre-solaire.fr/>
- Communauté de communes des Hauts de Flandre : <https://cchf.cadastre-solaire.fr/>
- Communauté de communes Flandres-Lys : <https://cc-flandrelys.cadastre-solaire.fr>
- Métropole Européenne de Lille : <https://cadastre-solaire.lillemetropole.fr/>
- Pôle métropolitain de l'Artois : <https://pma.cadastre-solaire.fr/>
- Communauté de communes des Campagnes de l'Artois : <https://ccca.cadastre-solaire.fr/>
- Communauté urbaine d'Arras : <https://cadastre-solaire-cuarras.siterre.fr/>
- Communauté d'agglomération de Valenciennes Métropole : <https://valenciennes-metropole.cadastre-solaire.fr/>
- PETR Ternois – 7 Vallées : <https://lne.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=2118e9e68a6a4cfdaf05ff12f252f5f>
- Communauté d'agglomération d'Amiens Métropole : <https://amiens.cadastre-solaire.fr/>
- Pôle Métropolitain du Grand Amiénois : <https://grandamiinois.cadastre-solaire.fr/>
- Pays du Cambrésis : <https://pays-cambresis.cadastre-solaire.fr/>
- Communauté d'agglomération du Saint-Quentinois : <https://www.agglo-saintquentinois.fr/pratique/developpement-durable/le-cadastre-solaire-1607.html>
- Communauté de communes des Sablons : <https://cc-sablons.com/environnement/cadastre-solaire/>



Evaluer son potentiel solaire

Orientation et inclinaison

Dans notre région, les panneaux orientés plein sud auront la meilleure production.

Orientation Sud-Est à Sud-Ouest envisageable aussi.

[Plus d'info](#)



Une inclinaison supérieure à 50°, pour les panneaux thermiques, permet de mieux capter la chaleur en inter-saison

Des outils et données en accès libre :

PV GIS :

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/fr/#MR

Carte productible de Hespul :

<https://carte-productible.photovoltaique.info>



FACTEURS DE CORRECTION POUR UNE INCLINAISON ET UNE ORIENTATION DONNEES				
ORIENTATION \ INCLINAISON	☀ 0° —	☀ 30° ↗	☀ 60° ↘	☀ 90°
	Est ↗	0,93	0,90	0,78
Sud-Est ↘	0,93	0,96	0,88	0,66
Sud ↓	0,93	1,00	0,91	0,68
Sud-Ouest ↗	0,93	0,96	0,88	0,66
Ouest ↘	0,93	0,90	0,78	0,55

 : position à éviter si elle n'est pas imposée par une intégration architecturale

source Hespul

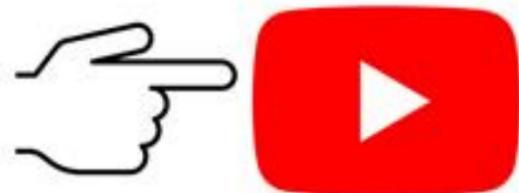
NB : ces chiffres n'incluent pas les possibles masques qui pourraient réduire la production annuelle.

Notre cycle de webinaires

Planning de l'année

WEBINAIRE	WEBINAIRE	WEBINAIRE
ÉNERGIE SOLAIRE : DÉCOUVRIR MON POTENTIEL SOLAIRE ET SES DIFFÉRENTES APPLICATIONS	LES ÉTAPES-CLÉS POUR RÉUSSIR MON PROJET PHOTOVOLTAÏQUE	LE DIMENSIONNEMENT : SOBRIÉTÉ ET ÉNERGIE SOLAIRE
Mardi 4 février, 18h Mardi 23 septembre, 12h30	Mardi 4 mars, 18h Mardi 3 juin, 12h30 Mardi 7 octobre, 18h	Mardi 29 avril, 18h Mardi 8 juillet, 12h30 Mardi 4 novembre, 18h

Replay du précédent webinaire



<https://solaire-en-nord.fr/les-webinaires-solaires/>

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Temps d'échange – Questions/Réponses

Association Solaire en Nord
5 rue Jules de Vicq, 59800 Lille
contact@solaire-en-nord.fr

www.solaire-en-nord.fr



ENR Choix- Comment faire le choix de la solution la plus adaptée ?



Florent TANIÈRE
ADEME

L'ADEME Hauts-de-France

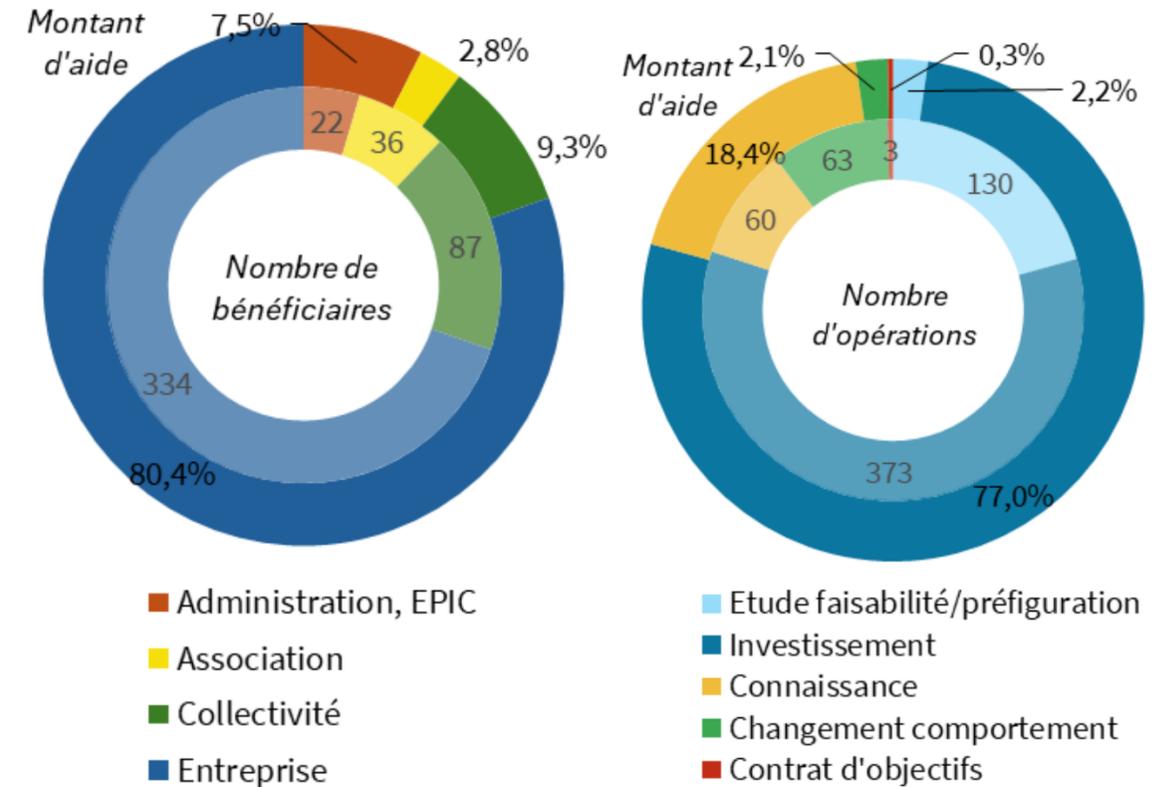
- La direction régionale des Hauts-de-France est basée à Amiens et Douai et compte une trentaine de collaborateurs, organisés en 4 pôles thématiques :
 - **transition énergétique**
 - **économie circulaire**
 - **territoires durables**
 - **recherche développement et innovation.**
 - Sur ces 4 grandes thématiques, l'ADEME Hauts-de-France accompagne les **collectivités**, les **entreprises** et les **associations**.
 - **L'ADEME peut financer les entreprises** présentes sur le territoire de votre collectivité (elles doivent faire de la veille sur notre site <https://agirpurlatransition.ademe.fr/>)
-

Bilan des aides financières 2024 : synthèse globale

521 projets

267 M€ d'aide

Budget Incitatif de l'ADEME	409 projets	137,7 M€ d'aide
Instruction en Direction régionale	321 projets	39,9 M€ d'aide
dont Sites pollués à responsable défaillant	3 sites en cours	4,8 M€ engagés
Instruction au siège de l'ADEME	85 projets	93,0 M€ d'aide
Programmes nationaux délégués à l'ADEME	112 projets	129,3 M€ d'aide
Programme France 2030	81 projets	118,2 M€ d'aide
Fonds vert	31 projets	11,1 M€ d'aide



Indicateurs Transition Ecologique

168 600 tCO₂éq/an d'émissions de GES évitées, l'équivalent des émissions annuelles de 1 500 000 foyers chauffés au gaz

283 700 t/an de déchets non-inertes vers la valorisation matière, soit l'équivalent de la production annuelle de déchets ménagers du département de l'Aisne

856 GWh/an d'énergie renouvelable produits par les installations et équipements supplémentaires, soit la consommation énergétique de 85 000 foyers

Indicateurs socio-économiques

700 emplois créés

2750 emplois maintenus

500 000 personnes directement sensibilisées

ENR Choix - Rappel de la démarche, créée en 2013

- Elle formalise l'action 3 du plan d'action de la territorialisation des EnR&R du SRCAE (qui vise le développement judicieux des EnR&R via la connaissance fine des potentiels régionaux et la priorisation de la mobilisation des ressources) :

Action 3 : Réaliser et à proposer aux collectivités territoriales un outil pédagogique du type « arbre des choix » permettant d'éclairer les choix des territoires en fonction des potentiels locaux et des enjeux régionaux

- Elle s'adresse aux responsables de l'aménagement du territoire, les collectivités territoriales (élus locaux et agents de services), et se veut donc volontairement simplifiée
- Elle concerne les réseaux de chaleur et les EnR&R thermiques
- Elle se positionne en amont des études de pré faisabilité ou de faisabilité mais ne les remplace pas. Concrètement, c'est un outil utilisé par les ingénieurs thématiques avant l'instruction des dossiers Fonds Chaleur, et « challenge » les porteurs qui ne le respectent pas.

EnR'Choix : un outil de territorialisation des réseaux de chaleur et des EnR&R thermiques

Ce document est une proposition élaborée par les équipes de l'ADEME Ile de France qui correspond à l'action 3 du plan d'actions de la territorialisation des EnR&R. Ce document a vocation à être diffusé auprès des collectivités.

1 Présentation de l'outil

1.1 Pourquoi cet outil ?

Les collectivités territoriales (élus locaux et services) en tant que responsables de l'aménagement de leurs territoires sont des acteurs clés du développement des EnR&R et du déploiement des réseaux de chaleur. La pleine connaissance des potentiels locaux et des priorisations régionales est essentiel à l'atteinte des objectifs proposés dans le SRCAE.

1.2 Un outil pour qui et pour quoi ?

Cet outil, est destiné aux décideurs des collectivités territoriales : maires, élus et agents des services. Il constitue un outil d'aide à la décision pour la mise en place de solutions dans le domaine de la chaleur renouvelable et de récupération, pour le chauffage des bâtiments et des équipements.

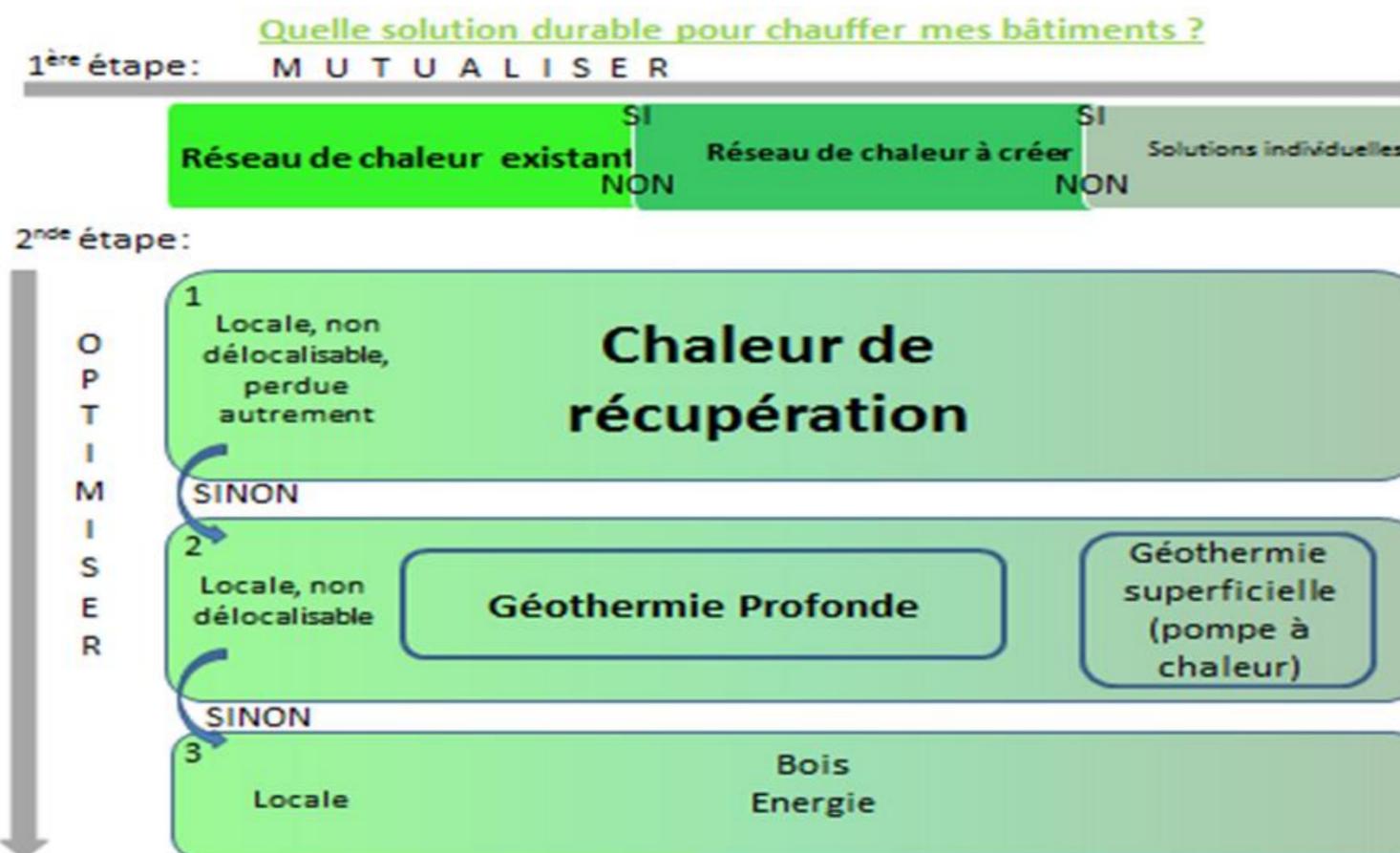
Cet outil se positionne en amont des études de pré faisabilité ou de faisabilité mais ne les remplace pas. Il peut également permettre d'analyser une étude multi-énergie en considérant les enjeux dépassant le territoire. Par ailleurs, il est adapté aux particularités du territoire francilien et de ses potentiels. Enfin, il ne s'adresse pas aux particuliers.

Cet outil concerne les réseaux et les énergies renouvelables. Toute démarche favorable à leur développement doit impérativement s'accompagner au préalable (ou en même temps) d'une stratégie sur l'usage des bâtiments et des équipements (**la sobriété**) et sur les performances des bâtiments et des systèmes (**l'efficacité**).

ENR Choix - Présentation de l'arbre des choix de 2013

Périmètre de l'arbre des choix :

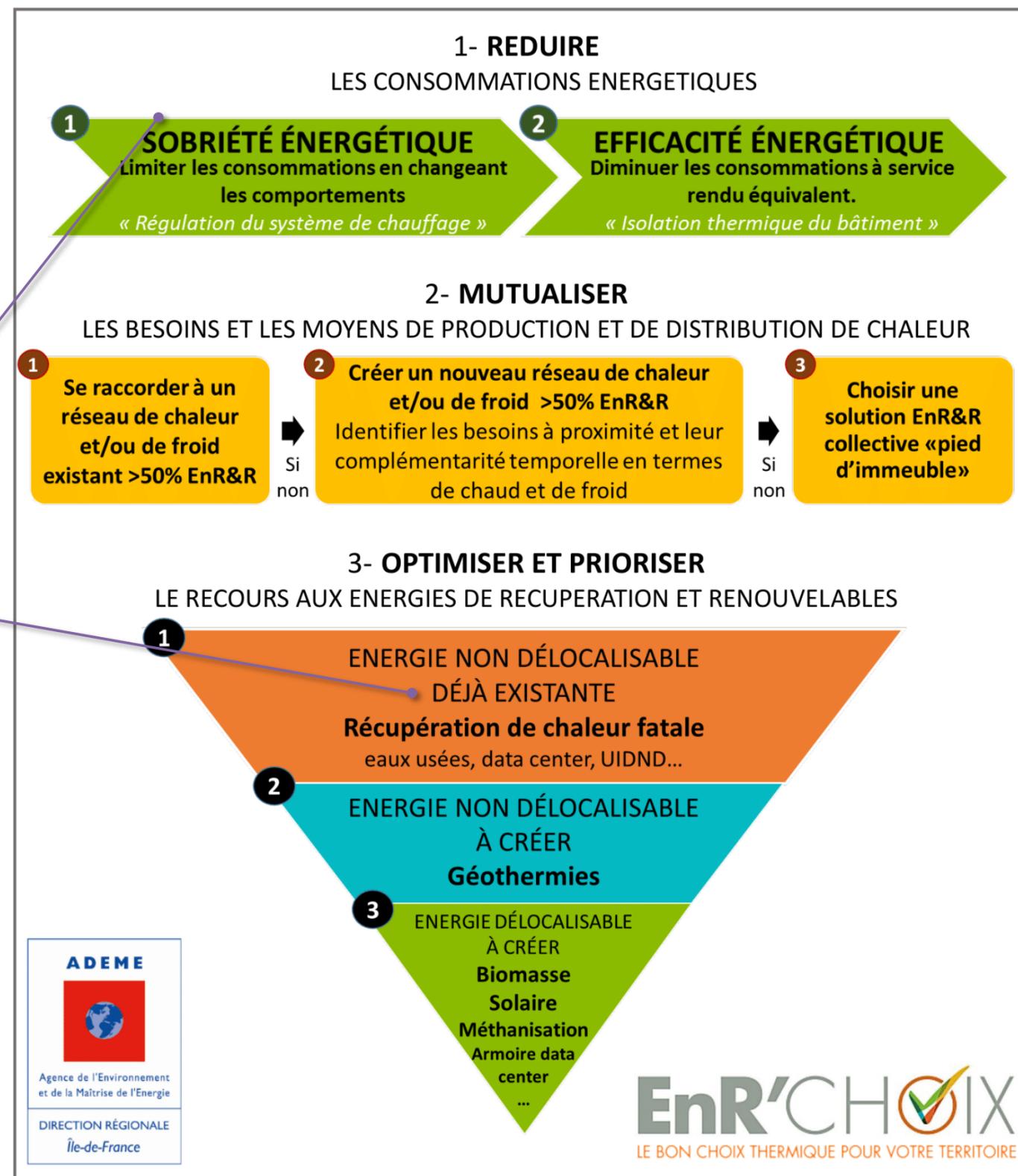
OUI	NON
BESOINS SATISFAITS	
Chauffage des bâtiments, pouvant inclure en concomitance la production de froid (thermo-frigo-pompes) ou d'électricité (cogénération)	ECS, production exclusive de froid ou d'électricité
CRITÈRES DE PRIORISATION	
Consommations d'énergie et de matière, émissions de GES, potentiels locaux	Coûts d'investissement et de fonctionnement, contraintes de surface



ENR Choix - Actualisation de 2017

Modifications apportées :

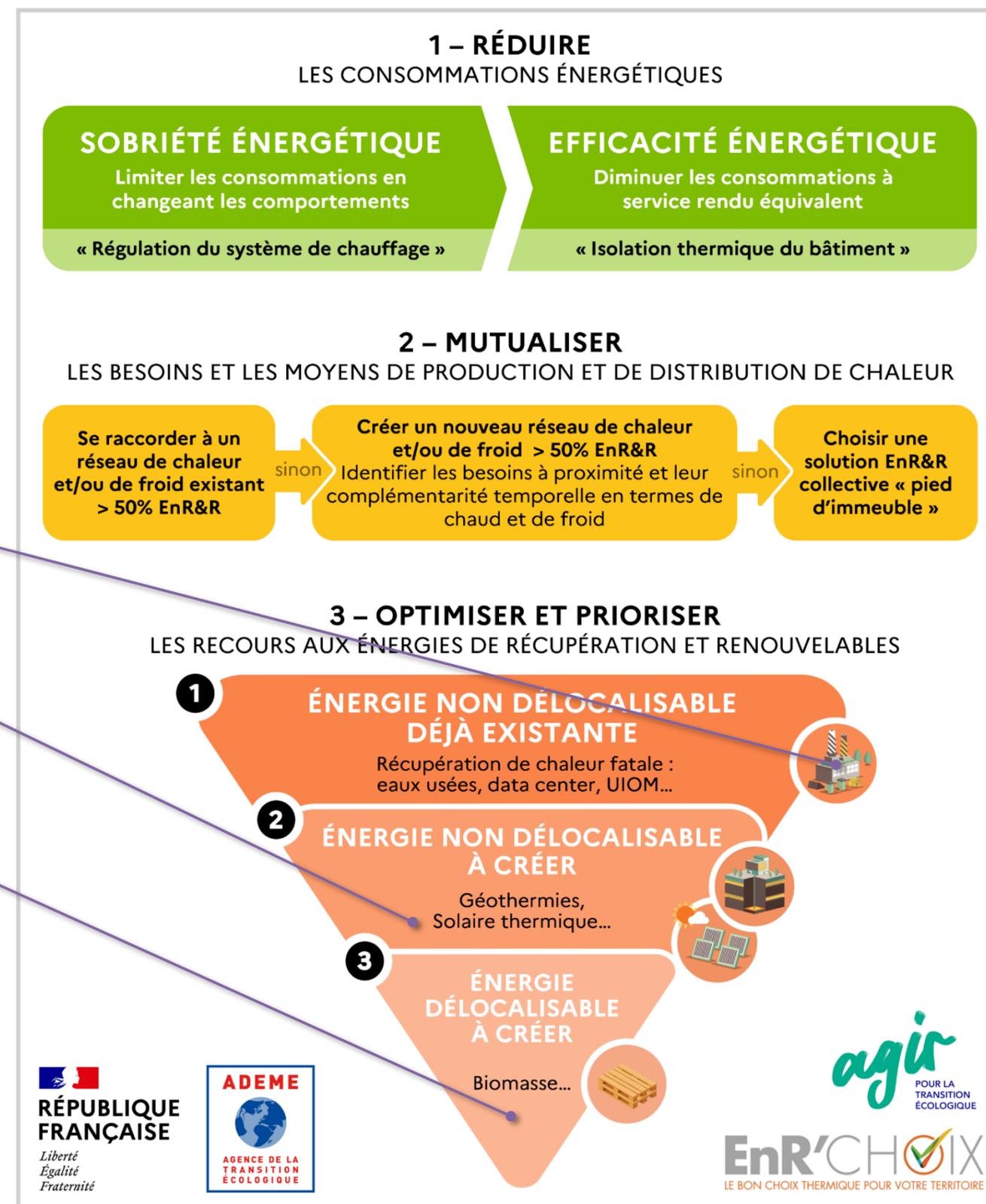
- Explicitation de la nécessité de réduire les consommations énergétiques en amont de tous les projets
- Nouvelle terminologie pour prioriser les EnR&R : notions d'**accessibilité** et de **délocalisabilité**
 - La chaleur fatale, déjà existante à un lieu donné, est la plus accessible (nécessite peu de travaux donc peu de d'énergie et de matière pour la valoriser). Surtout, elle représente un « coproduit » de l'activité anthropique, perdu autrement.
 - La géothermie, valorisable à un lieu donné, nécessite un forage du sous-sol
 - La biomasse par combustion, valorisable n'importe où, émet des polluants atmosphériques



ENR Choix - Actualisation de 2023

Modifications apportées :

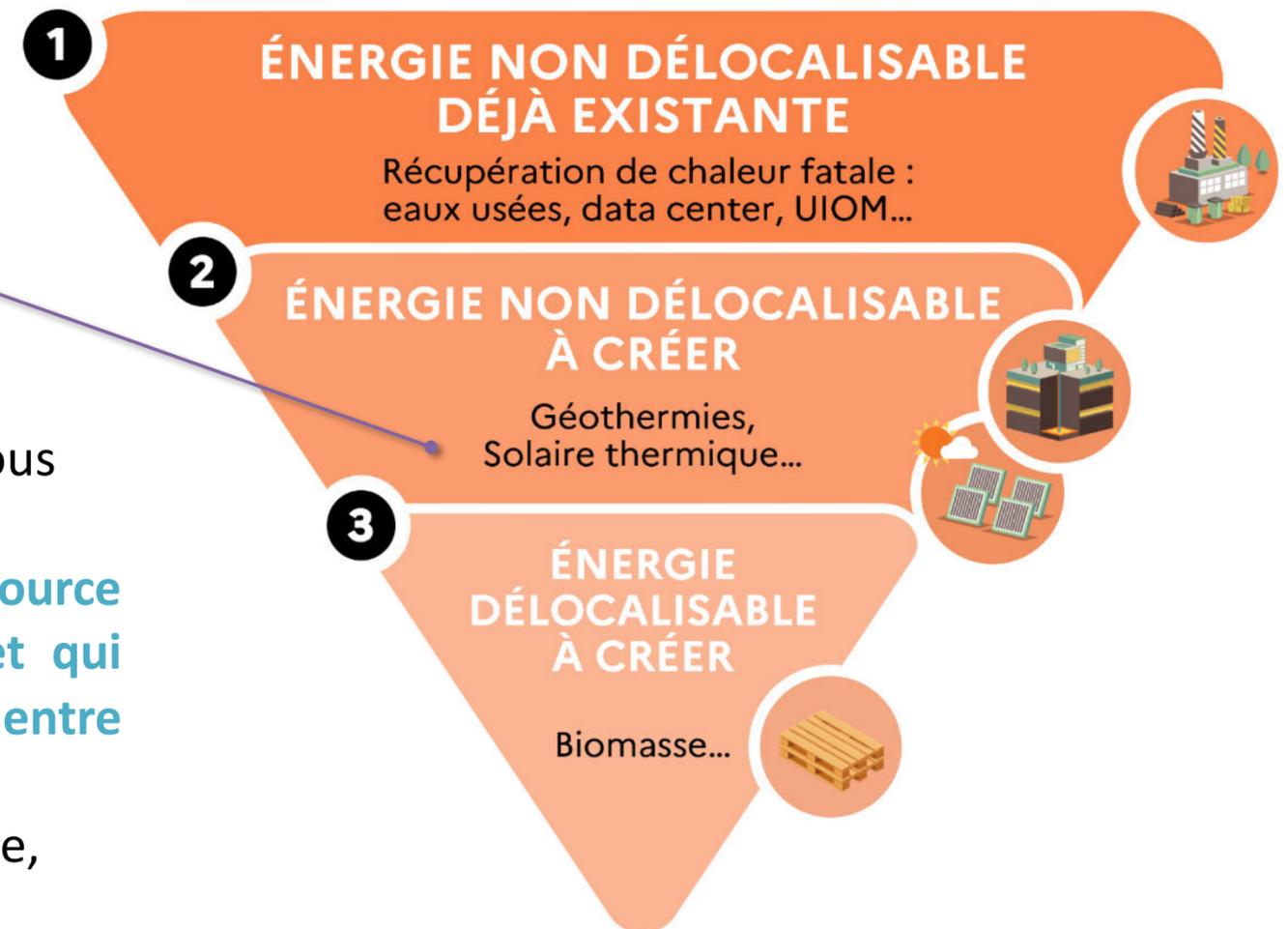
- Modernisation du visuel, représentation de la priorisation par un code couleur dégradé et évoquant la chaleur, ajout des pictogrammes présents sur le site
- Revalorisation du solaire thermique, positionné au même niveau que les géothermies
- L'armoire data center (plus anecdotique, moyennement délocalisable) et la méthanisation (dont la finalité est différente) ne sont plus mentionnées ici par souci de clarté et de cohérence
- ==> En 2024, évolution à l'ensemble des régions de France



ENR Choix - Pourquoi revaloriser le solaire thermique ?

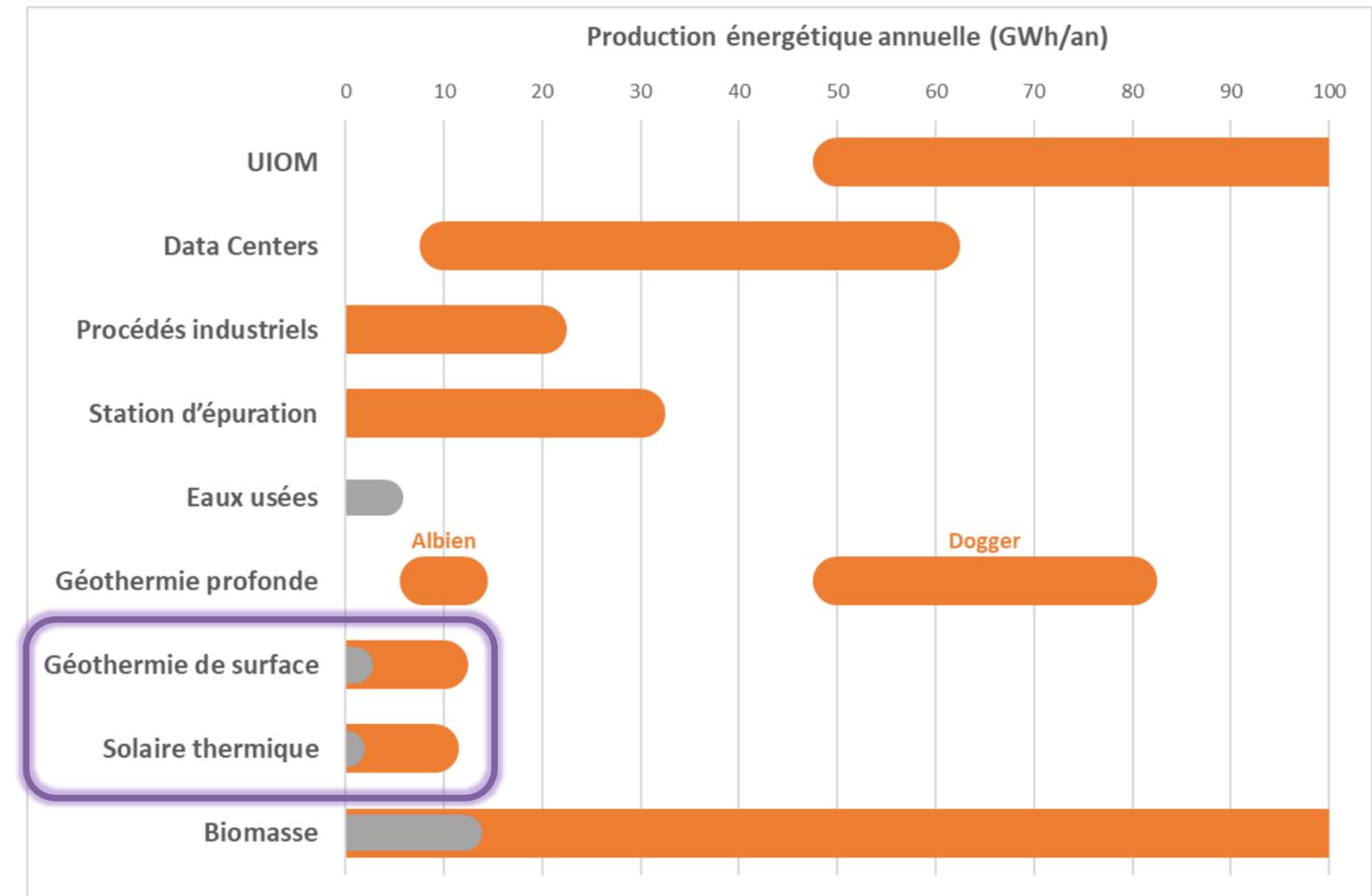
- C'est une énergie à valoriser et qui n'est pas délocalisable, au sens où nous l'avons défini :
« une énergie délocalisable est une énergie produite à partir d'une ressource qu'il est possible de mobiliser en dehors de sa zone de gisement, et qui s'accompagne donc la plupart du temps par un transport de matière entre cette zone de gisement et le lieu d'utilisation »
- C'est une source d'énergie inépuisable en plus d'être gratuite à la collecte, très efficace pour satisfaire des besoins d'ECS ou même d'EC, dont les technologies sont *low-tech*, recyclables à un taux très élevé et majoritairement produites en Europe
- L'ajout de l'ECS parmi les besoins couverts par EnR'Choix ne modifie pas la priorisation des autres EnR&R
- C'est une filière qu'il faut redynamiser en HDF

3 – OPTIMISER ET PRIORISER LES RECOURS AUX ÉNERGIES DE RÉCUPÉRATION ET RENOUVELABLES



ENR Choix - Pourquoi revaloriser le solaire thermique ?

- La position du solaire thermique au même niveau que la géothermie (de surface) est pertinente, pour plusieurs raisons :
 - Ces deux EnR produisent des quantités d'énergies et fournissent des niveaux de températures similaires
 - Mais elles répondent à des besoins différents : plutôt ECS pour le solaire thermique, et chauffage/froid pour la géothermie
- Elles sont donc très complémentaires : de plus, le solaire thermique permet de régénérer les calories du sol prélevées par la géothermie, et même de faire du **stockage intrajournalier et intersaisonnier**
- Le couplage permet également de sous-dimensionner l'installation géothermique et ainsi de réduire les dépenses du projet

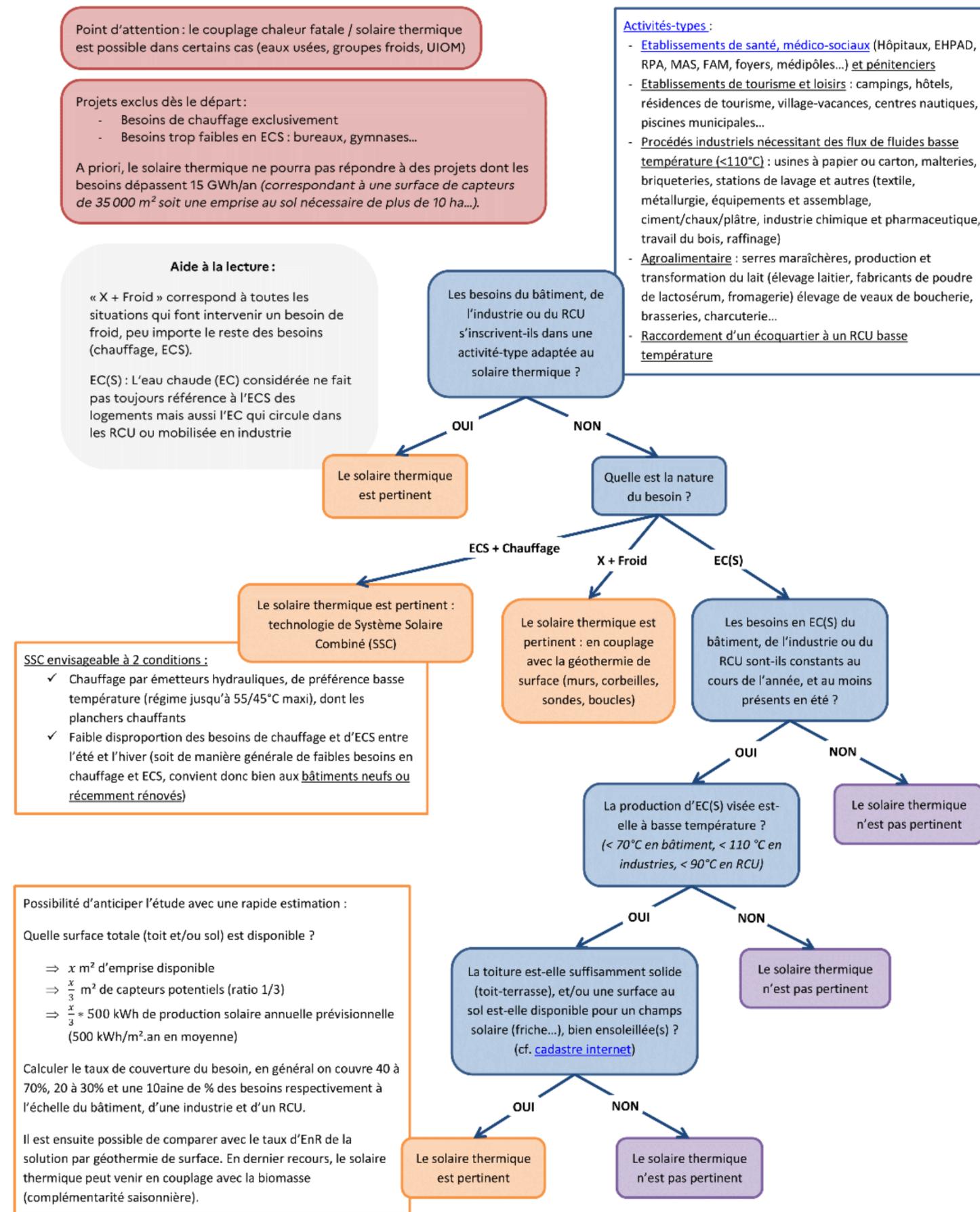


Comment arbitrer entre solaire thermique, géothermie de surface ou biomasse ?

- Arbitrage en deux temps :
 - En fonction du **type de besoins à satisfaire** (sa nature : EC(S), chauffage, froid, et sa régularité saisonnière)
 - En fonction de la **possibilité d'implanter les capteurs** solaires thermiques (toit-terrasse, surface au sol disponible) et du **niveau d'ensoleillement**

4.3 Arbitrage du solaire thermique dans EnR'Choix : synthèse en arbre de choix

L'arbre ci-dessous s'applique aux projets qui ont déjà mis en place des mesures de réduction des consommations (efficacité et sobriété), qui ne peuvent pas se raccorder à un réseau de chaleur, et pour lesquels la chaleur fatale seule n'est pas possible. Il aide donc l'instructeur à arbitrer sur la pertinence du solaire thermique si le projet arrive à la section « ENERGIE NON DELOCALISABLE A CREER » du schéma EnR'Choix : si le solaire thermique est pertinent, l'instructeur peut exiger au porteur de projet d'inclure le solaire thermique à son projet ou de le justifier le cas contraire (*attention : le porteur reste libre de choisir entre solaire thermique et géothermie, sans aucune justification*); si le solaire thermique n'est pas pertinent, l'instructeur poursuit EnR'Choix.





Les accompagnements de l'ADEME

Aides aux installations de production et de distribution de chaleur renouvelable

Aides aux études

- Études de faisabilité, schémas directeurs réseaux
- Au fil de l'eau
- Financement ADEME de 50 à 70% des coûts éligibles, plafonnés à 100 k€
- L'étude doit respecter le cahier des charges ADEME (cf [page AGIR](#))

Aides à l'investissement

- **7 thématiques** :
 - Réseaux de chaleur et de froid (création ou extension)
 - Boucles d'eau tempérée géothermiques
 - Chaleur fatale
 - Géothermie profonde
 - Géothermie superficielle (installation > 25 MWh EnR/an)
 - Biomasse (installation > 1 200 MWh EnR/an)
 - Solaire thermique au fil de l'eau (installation > 25 m²)
- Critères d'éligibilité et modalités de financement propres à chaque projet

Plateforme AGIR <https://agirpourlatransition.ademe.fr>

Sur la page du dispositif, vous pourrez télécharger

- Le règlement
- Le dossier de candidature à compléter :
 - Volet financier
 - Volet technique
 - Autres pièces à joindre selon le projet

Dépôt du dossier de candidature :

➤ ADEME [plateforme AGIR](#)

**!/ ** Toute demande d'aide doit être déposée avant un engagement ferme de réalisation de l'opération (devis signé, marché notifié,...)

Les outils pour vous accompagner

- **Réseau de chaleur :**
 - France Chaleur Urbaine - <https://france-chaleur-urbaine.beta.gouv.fr/>
 - ENREZO - <https://reseaux-chaleur.cerema.fr/espace-documentaire/enrezo>
 - **Solaire thermique :**
 - Les cadastres solaires - <https://cd2e.com/ressources/les-cadastres-solaires-en-hauts-de-france/>
 - **Géothermie :**
 - BRGM - <https://www.geothermies.fr/viewer/>
-

Les animateurs CCRT en région Hauts-de-France



- MEL

- Maxime LASALLE : mlassalle@lillemetropole.fr / 03 20 21 67 60
- Alexandre PAUVERT : apauvert@lillemetropole.fr / 03 20 21 63 61

- FDE80

- Théo KLAUS : theo.klaus@fde-somme.fr / 03 22 96 30 67
- Delphine CORNET : delphine.cornet@fde-somme.fr / 03 22 95 96 63
- Karine BAYER : karine.bayer@fde-somme.fr / 03 22 95 97 23



- SCOT du Grand Douaisis

- Arnaud QUESNOY : aquesnoy@grand-douaisis.org / 03 27 98 51 98
- Marielle DIVAY : mdivay@grand-douaisis.org / 03 27 98 21 00

- CAPSO

- Mathieu DELPLACE : m.delplace@ca-pso.fr / 03 74 18 20 41
- Katina MICHAELIDES : k.michaelides@ca-pso.fr / 03 74 18 20 28



Les animateurs filière en région Hauts-de-France

- **Solaire Thermique**

Erwin Regnier – 07.57.40.94.04
e.regnier@cd2e.com



- **Bois énergie**

Leigh Mitchell - 06 47 86 47 08
leigh.mitchell@fibois-hdf.fr



- **Géothermie**

Estelle DOURLAT – 06 78 26 81 30 Est



- **Chaleur Fatal**

Polénergie - 03 28 61 57 15



- **Chaleur Citoyenne**

Simon ARON - 07.44.40.15.39 - simonaron@energethic-asso.fr
Gauthier THIERRY - 07 44 40 01 26 - gauthierthierry@energethic-asso.fr



Merci pour votre attention



CORÉSOL

Le collectif régional de l'énergie solaire

by CD2e

Comment repenser les
techniques et les modèles
pour la chaleur renouvelable
avec le modèle *Michauco*



EnergyEthic

Le climat change,
ensemble changeons d'énergie.



Gauthier THIERRY



Qui sommes-nous ?

Association fédérant les acteurs publics et privés autour de projets collectifs de production d'énergie renouvelable (éolien, solaire, hydroélectricité, biomasse...) en les aidant à monter en compétences afin qu'ils développent et pilotent eux-mêmes leur projet.



Nos missions

Mobilisation citoyenne

- Sensibilisation et formation
- Accompagnement de porteurs de projets

- ✓ Collectivités
- ✓ Associations
- ✓ Entreprises
- ✓ Collectif citoyens

Chaleur renouvelable

- Sensibilisation
- Accompagnement de projets
- Suivi d'exploitation

- ✓ Collectivités
- ✓ Associations
- ✓ Entreprises

Transmettre

- Ateliers
- Modules de cours
- Animation de visites thématiques

- ✓ Collectivités
- ✓ Associations
- ✓ Entreprises
- ✓ Universités, Grandes Écoles

Un exemple de projet citoyen de chaleur renouvelable

La michauco

=

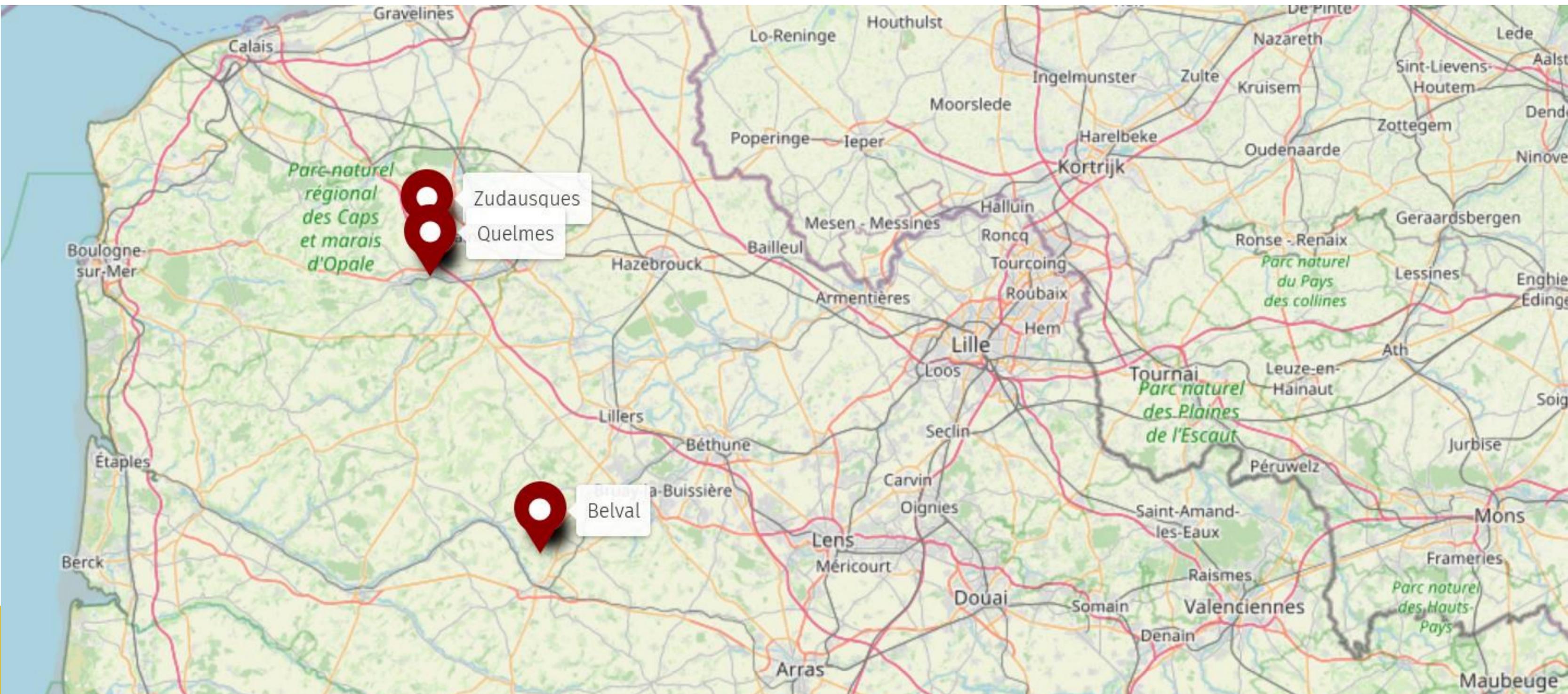
Micro

Chaufferie

Collective



Carte des Michauco



La Michauco de Zudausques

Démarrage : octobre 2017

Puissance : 100 kW

Consommation moyenne : 61 tonnes de plaquettes/an, 16 livraisons, 155 MWh

Coût abonnement : 8 900 €HT/an (fixe) + 60 €HT/MWh

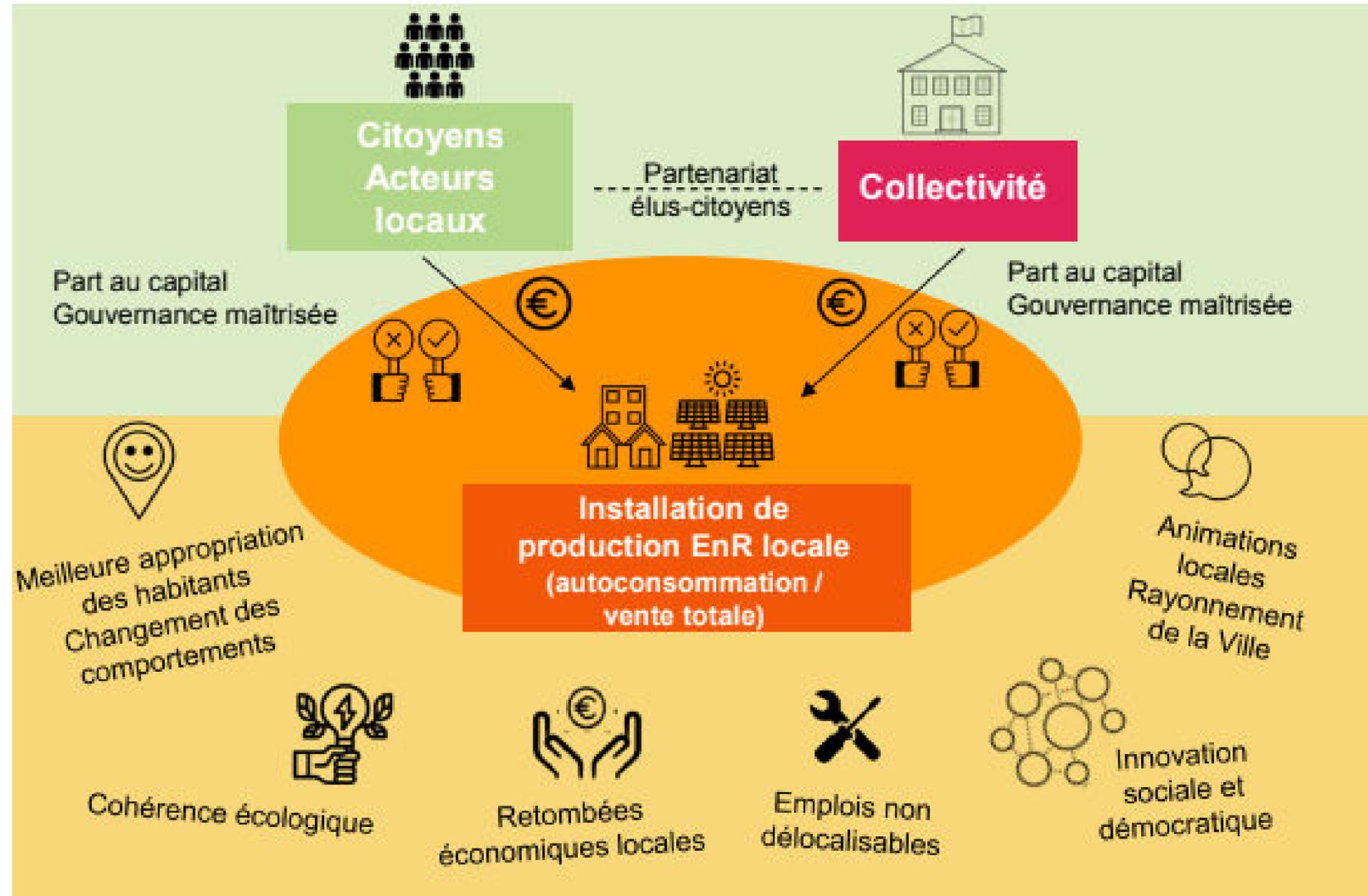
Dimensions : Chaufferie de 2m x 3 m et silo de diamètre 4 m

Réseau de chaleur : 160 ml (mètre linéaire)

Bâtiments chauffés : École primaire et maternelle, maison des associations, 2 logements, mairie et salle des fêtes.



Qu'est qu'un projet citoyen ?

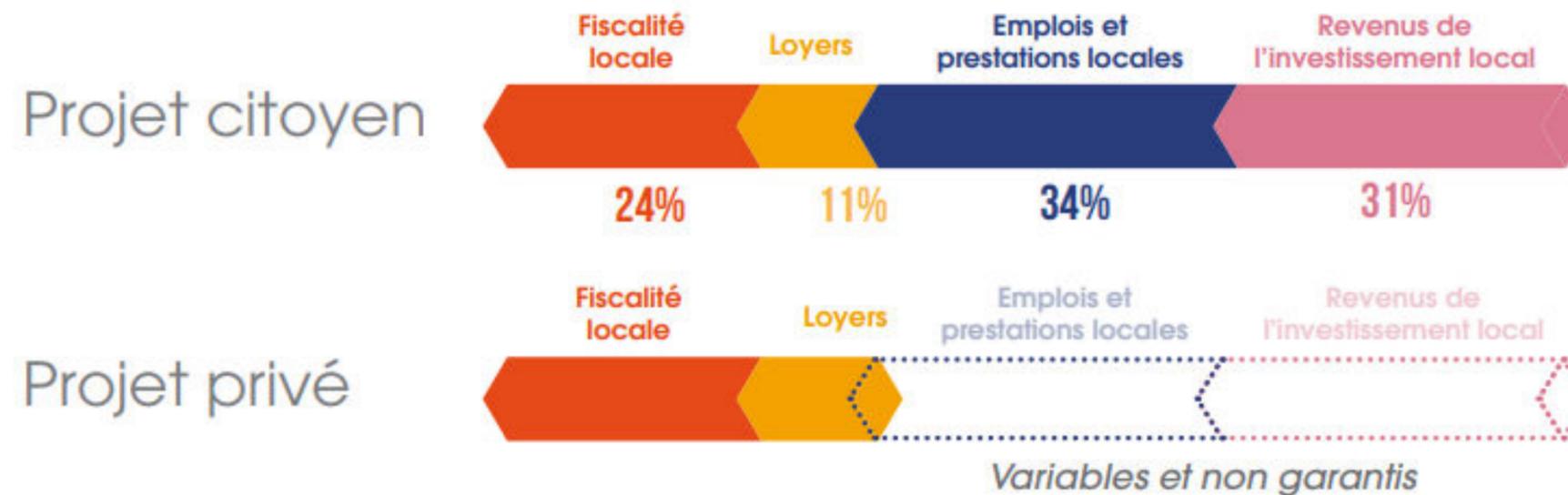


Qu'est qu'un projet citoyen ?



Les retombées économiques locales

UN PROJET CITOYEN¹ RAPPORTE AU MOINS 2 FOIS PLUS AU TERRITOIRE

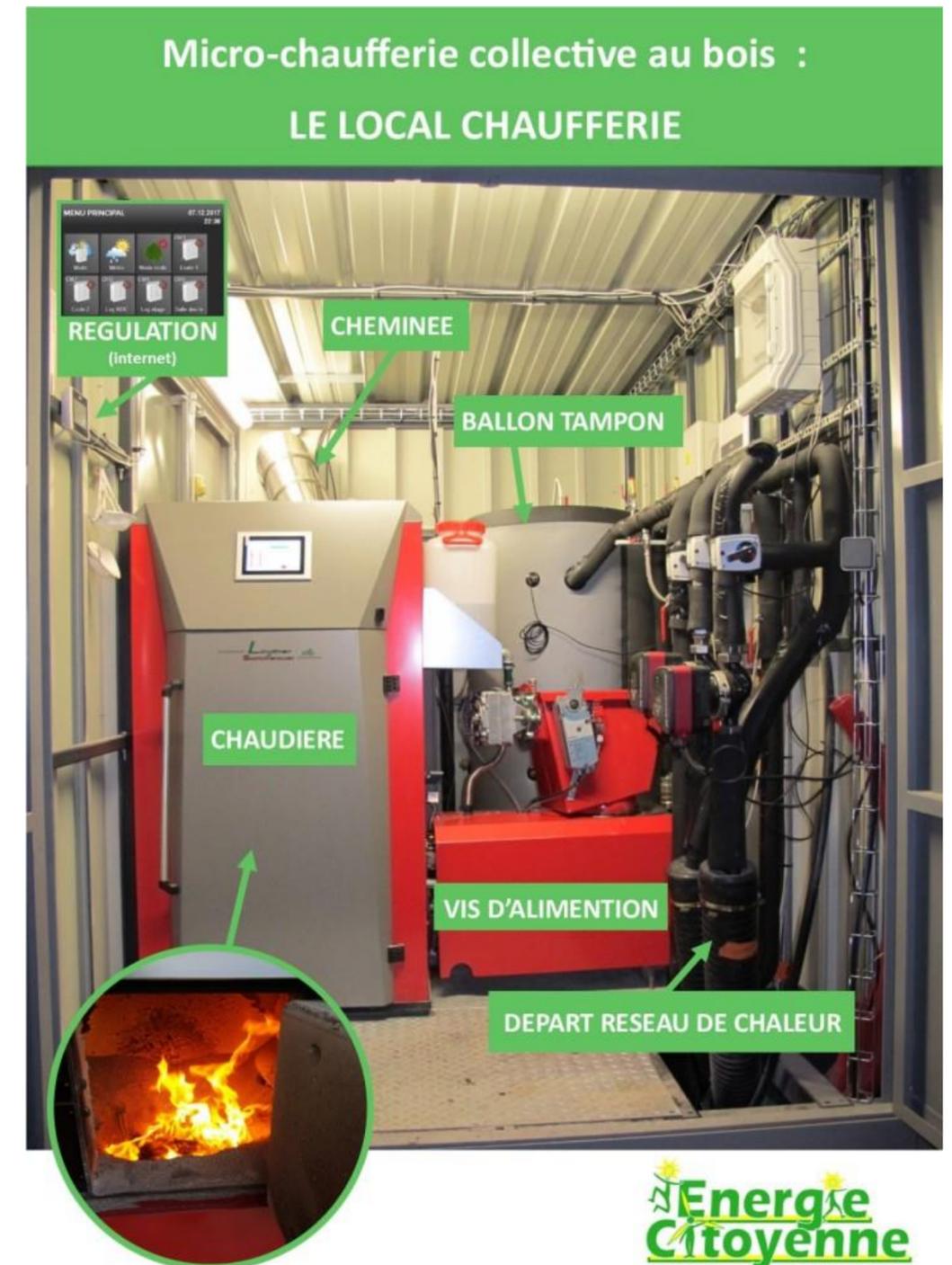


Dans un projet citoyen, le territoire garantit et maximise les retombées du projet grâce aux prestations locales et aux revenus issus de l'investissement des collectivités et des citoyens.

Dans un projet privé, le territoire ne bénéficie que du revenu de la fiscalité et des loyers liés à l'occupation de l'espace, ainsi que d'une part variable de prestations locales.

Le concept Michauco

- **Société locale et coopérative qui :**
 - Investit pour l'utilisateur dans une chaufferie bois
 - L'installe et la raccorde aux bâtiments (réseau de chaleur)
 - Exploite la chaufferie : *Approvisionnement en bois & réalisation de la maintenance*
 - Contractualise avec l'utilisateur une prestation de vente de chaleur 100% renouvelable (contrat de 10 à 15 ans et prix moyen de 80€ / MWh)
- **Un service clé en main :** L'utilisateur ne paye que la chaleur (les kWh) qu'il consomme



Le montage du projet

L'association EnergETHIC

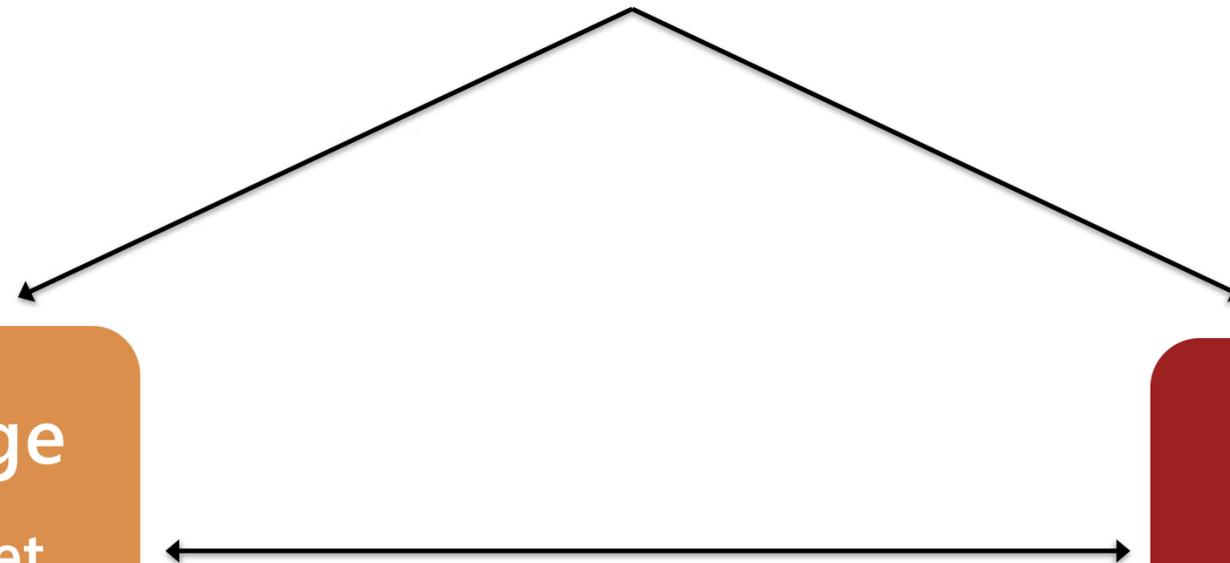
Rôle : Accompagnement,
expertise technique, mobilisation
citoyenne

Le Comité de pilotage

Rôle : Montage financier et
juridique du projet

**La SCIC Énergie
Citoyenne**

Rôle : Structure juridique
porteuse du projet



Le montage du projet

Le Comité de pilotage

Rôle : Montage financier et juridique du projet

Futurs usagers

SCIC Energie Citoyenne (*structure juridique*)

EnergETHIC (*accompagnement*)

Partenaires mobilisant la ressource en bois :

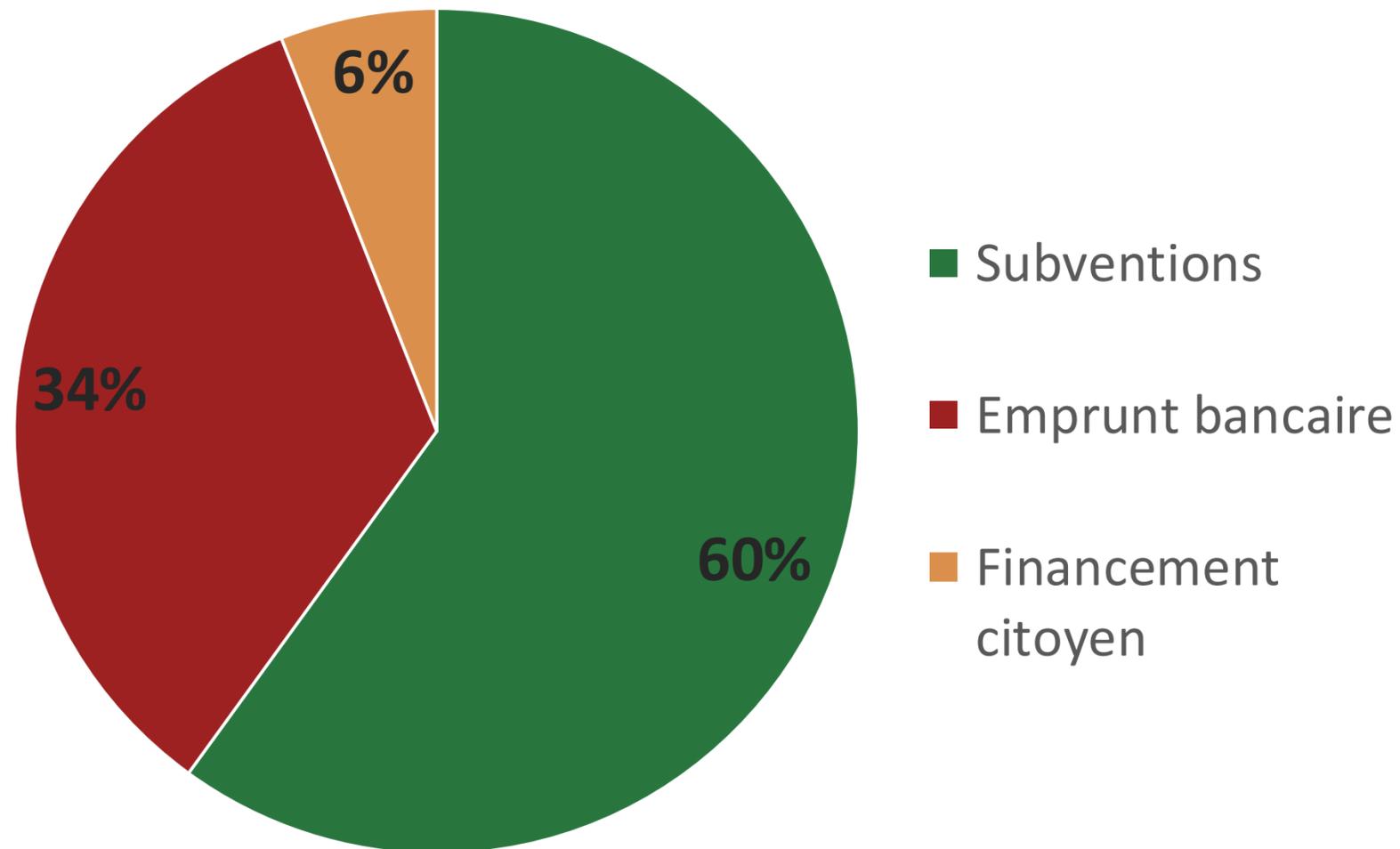
- Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale

- Maison du Bois

Partenaires techniques (chauffagiste...)

Le financement du projet

Le **budget prévisionnel** total pour 10 micro-chaufferies s'élève à **1 310 650€**. Le financement se répartit de la façon suivante :



60% de subventions de la **Région Hauts-de-France**. Dans le cadre de la Transition énergétique et de la Troisième Révolution Industrielle (Rev3), la Région soutient le développement des projets d'énergie renouvelable et notamment celui de la filière bois-énergie

34% du financement provient d'un **prêt bancaire**

6% de fonds propres via du **financement citoyen** (prise de parts de capital d'Énergie Citoyenne). Toute personne physique ou morale peut soutenir le projet : des citoyens, entreprises, associations, collectivités, CIGALES

**Pour rappel, en SCIC, l'expression du pouvoir répond au principe coopératif
« 1 personne = 1 voix », et non pas « 1 action = 1 voix »**

Les plus-values du projet

En plus des aspects sociaux :

Offrir un service clé en main

Partager une chaudière et de la chaleur à plusieurs

S'impliquer à son niveau dans la transition énergétique de son territoire

Avantages économiques :

Le développement d'une filière d'énergie renouvelable locale

Des économies considérables sur la facture énergétique des communes (8 500 € sur l'année 2022 pour la commune de Zudausques)

La création d'emplois de la filière bois-énergie non délocalisables : **1 à 2 ETP** pour le montage du projet, le suivi des travaux, l'exploitation des chaufferies ...

Les plus-values du projet

Avantages environnementaux :

Une production et une utilisation de la chaleur sur place

Un approvisionnement en bois local :
La chaudière de Zudausques est fournie en bois par la plateforme de Renty, située à 25km et gérée par la SCIC

Une gestion durable de la ressource :
pour chaque projet, un plan de gestion durable sur 15 ans est mis en place. Tout bois coupé, élagué ou abattu est soit régénéré naturellement ou soit replanté

En quelques chiffres :



48 tCO₂eq/an
évités



16 tep/an
substitués



61 t de bois
livré



155,4 MWh/an
consommés

En conclusion

Pour une chaufferie de 100 kW, **le temps d'exploitation est équivalent à 6 jours** par an en tenant compte du temps de livraison et chargement du combustible bois, **soit 2,4 % d'un Equivalent Temps Plein (ETP).**

 **Projet cohérent, bénéfique et qui ne mobilise pas beaucoup de temps ou de personnes.**

En conclusion

Pour une chaufferie de 100 kW, **le temps d'exploitation est équivalent à 6 jours** par an en tenant compte du temps de livraison et chargement du combustible bois, **soit 2,4 % d'un Equivalent Temps Plein (ETP).**

 **Projet cohérent, bénéfique et qui ne mobilise pas beaucoup de temps ou de personnes.**



Quelle est la place du solaire thermique dans un projet citoyen de chaleur renouvelable ?

Le préau des Colibris (Voiron)

1^{er} Projet solaire thermique citoyen en France :

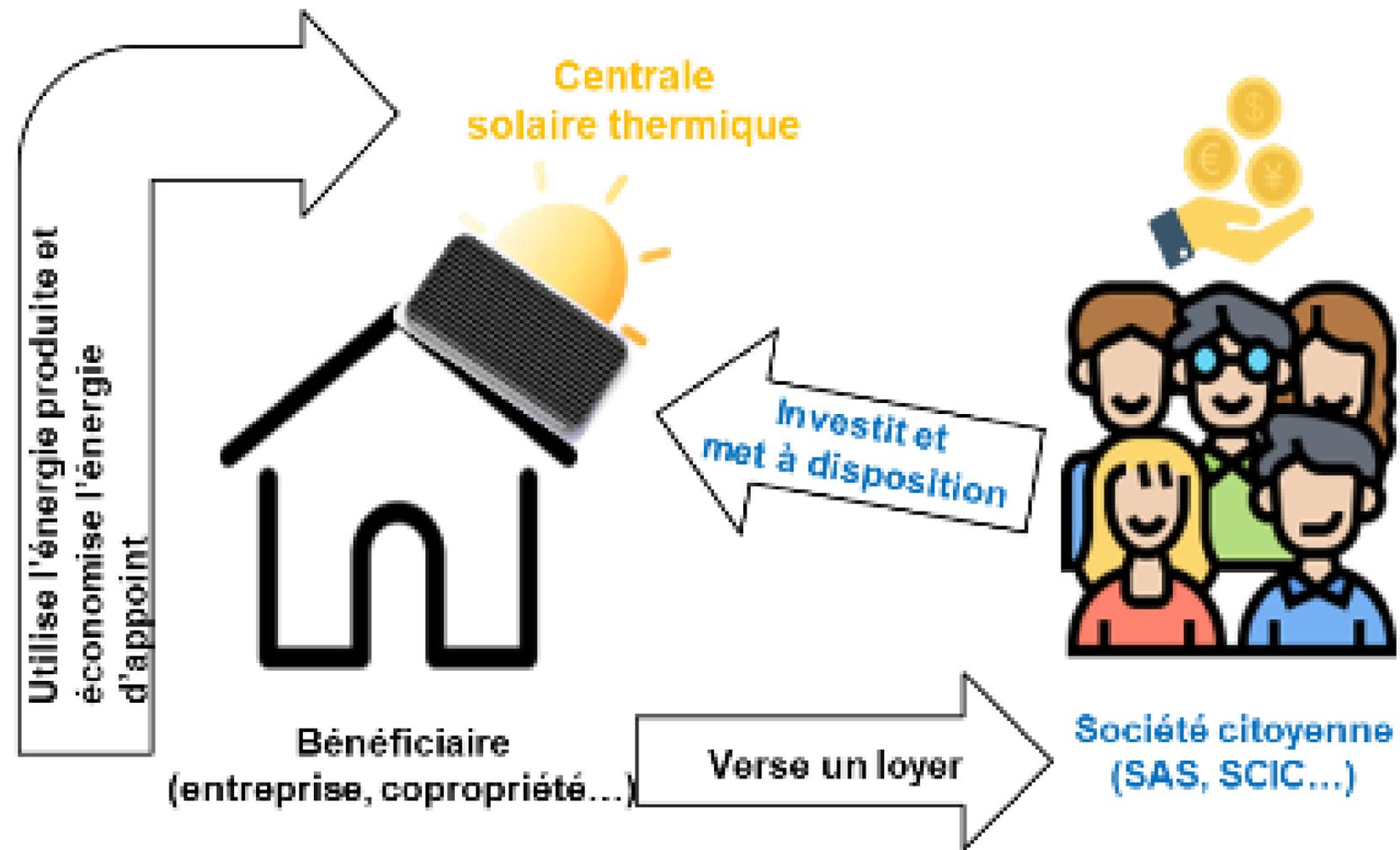
- Projet en tiers investissement par la coopérative citoyenne **BUXIA**
- Habitat partagée entre 5 copropriétaires avec espaces privés et collectifs
- Ambition environnementale du bâtiment très importante
- Financement : **1/3** fond citoyen + **2/3** subvention région AURA

CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SANITAIRE TAUX DE COUVERTURE DE 49 %

- Système solaire *Solisart* (solaire direct + hydro- accumulation 600L)
- Chaudière gaz de ville en appoint



Le préau des Colibris (Voiron)



- Fournisseur local pour le système
- Installateur local
- Financement local



Schéma du montage contractuel d'un projet citoyen d'énergie solaire thermique

Autres exemples



SCOP Ardelaine, Ardèche



Emmaüs Annemasse

Conclusion de la conclusion

Avec le solaire thermique :

- Pas de consommation de biomasse → N'ajoute pas de frais de biomasse
- Permet de garder une chaudière bois de même taille en cas de couplage → N'ajoute pas d'investissements pour le matériel de chaufferie
- Le projet reste à la même échelle
- Il reste local et non délocalisable donc dans la logique du projet citoyen



On peut tout à fait imaginer le montage d'un projet de chaleur renouvelable citoyen, mélangeant le bois énergie et le solaire thermique

Suite du programme de la journée

 **Temps du midi : repas convivial CORESOL (de l'autre côté du forum)**

 **14h00 - 15h00 | Groupe de travail : Co-construire le CORESOL de demain**

À vous la parole ! Partagez vos attentes et vos besoins pour un collectif plus pertinent.

 **15h00 - 16h00 | Innovations et témoignages régionaux : l'énergie solaire en action**

Avec Pascal Isambert (Accent.a), Arthur Chaussard (Enogrid), Sylvain Petitprez (TE Flandre), Romain Ruiz (ACELEC SAS).

Prochains évènements EnR – Cd2E

24/04/25 | **GT** : Solaire Thermique CORESOL

13/05/25 | **Formation** : Solaire photovoltaïque > Études, Conception et Ingénierie -
Devenir RGE Études

20/05/25 | **Evènement** : Matinale solaire thermique

23/05/25 | **Atelier** : Etude des aires d'influences paysagères du Bassin minier Nord Pas-
de-Calais (réservé aux professionnels des filières PV, éolien, méthanisation)

03/06, 25/09, 25/11/25 | **Formation** : Connaître l'essentiel sur les projets d'énergies
renouvelables participatifs et citoyens (Péronne, Compiègne, Arras)

En cours de reprogrammation | **Formation** : Patrimoine photovoltaïque > analyser son
potentiel

Nom section

