



Avec le soutien de l'Ademe et de la DGEC, le Cerema mène le projet "BatEnR" consistant à cartographier au niveau national, pour chaque bâtiment résidentiel et tertiaire, les potentiels de développement des énergies renouvelables thermiques.

Pour l'occasion, un « cadastre solaire thermique », permettant d'identifier les bâtiments pour lesquels une installation solaire thermique serait pertinente, a été développé. Le présent document précise la méthodologie appliquée.

Ce travail est soutenu et financé par la DGEC et l'ADEME.



Introduction

Lancé au printemps 2025, BatEnR répond au besoin précis d'accompagner les collectivités dans la définition d'une stratégie de décarbonation de leurs consommations en chaleur et en froid.

Développé par le Cerema, avec le soutien de la DGEC et de l'ADEME, le développement de BatEnR, au travers d'une base de données *open data* et de **modules cartographiques gratuits**, facilite la réalisation des **plans chaleur & froid**, rendus obligatoires à partir de juillet 2026.

A cette occasion, le Cerema a souhaité développer un « cadastre solaire thermique », permettant d'identifier simplement le potentiel de développement du solaire thermique en toiture sur le territoire national.

Par ailleurs, dans le cadre de l'application de la loi APER de mars 2023 et du développement du portail cartographique des EnR, le bureau d'étude « Cythelia » a mis en *open data*, début 2026, un « cadastre solaire photovoltaïque », élaboré sur le territoire de la France hexagonale.

Dans une logique de rationalisation des moyens, le Cerema est reparti des travaux de Cythelia pour estimer le potentiel de production solaire thermique sur chaque bâtiment résidentiel et tertiaire de France. Le croisement de ce potentiel de production avec l'estimation du besoin en eau chaude sanitaire des bâtiments permet d'identifier les bâtiments particulièrement pertinents à la solution solaire thermique.

Pour être pertinentes, les installations de solaire thermique doivent être dimensionnées pour ne pas entraîner de surchauffe des équipements. C'est donc au regard des données de production et de consommation estivales, période pendant laquelle l'ensoleillement est le plus fort et les besoins en chaleur (majoritairement l'eau chaude sanitaire) les plus faibles, que le dimensionnement s'effectue. La suite du document décrit la méthode et les données utilisée pour estimer ces productions et consommations estivales.



SCHÉMA SYNTHÉTIQUE DES DONNÉES ET MÉTHODES UTILISÉES

1 Le cadastre solaire photovoltaïque de Cythelia Productible PV (kWh/an)

« Calculé à partir de données 3D à 25 cm de précision, le cadastre solaire prend en compte automatiquement les orientations et inclinaisons des toitures ainsi que l'impact des ombrages des reliefs et de l'environnement proche (bâtiments, arbres, cheminées, etc.). »



2 Les hypothèses de calculs

$$\text{Productible ST (kWh/an)} = 2,3 \times \text{Productible PV (kWh/an)}$$

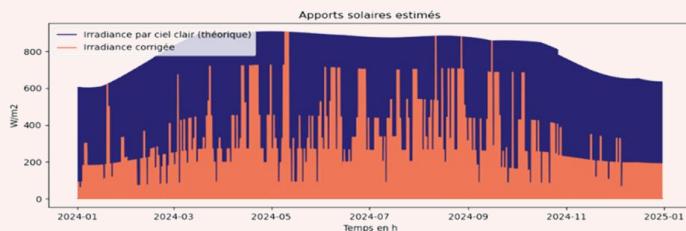
Rendement du panneau PV : 20%

Facteur de performance du système PV : 80%

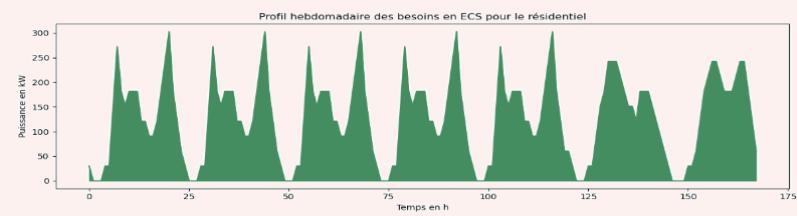
Rendement global d'un système solaire thermique (après pertes et stockage) : 37%

Pour chaque heure de l'année :

Estimation des apports solaires reçus sur le territoire



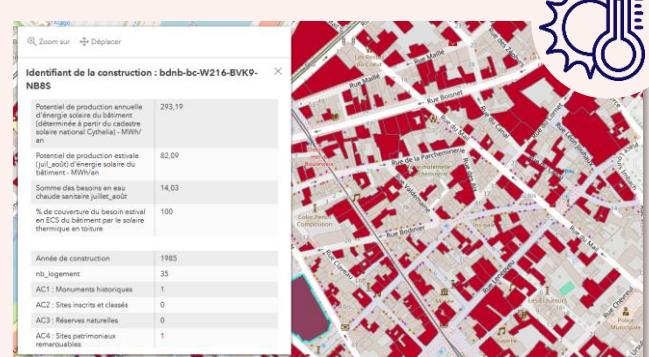
Estimation des besoins en eau chaude sanitaire (ECS) des bâtiments



3 Le cadastre solaire thermique du Cerema Productible ST / Couverture estivale

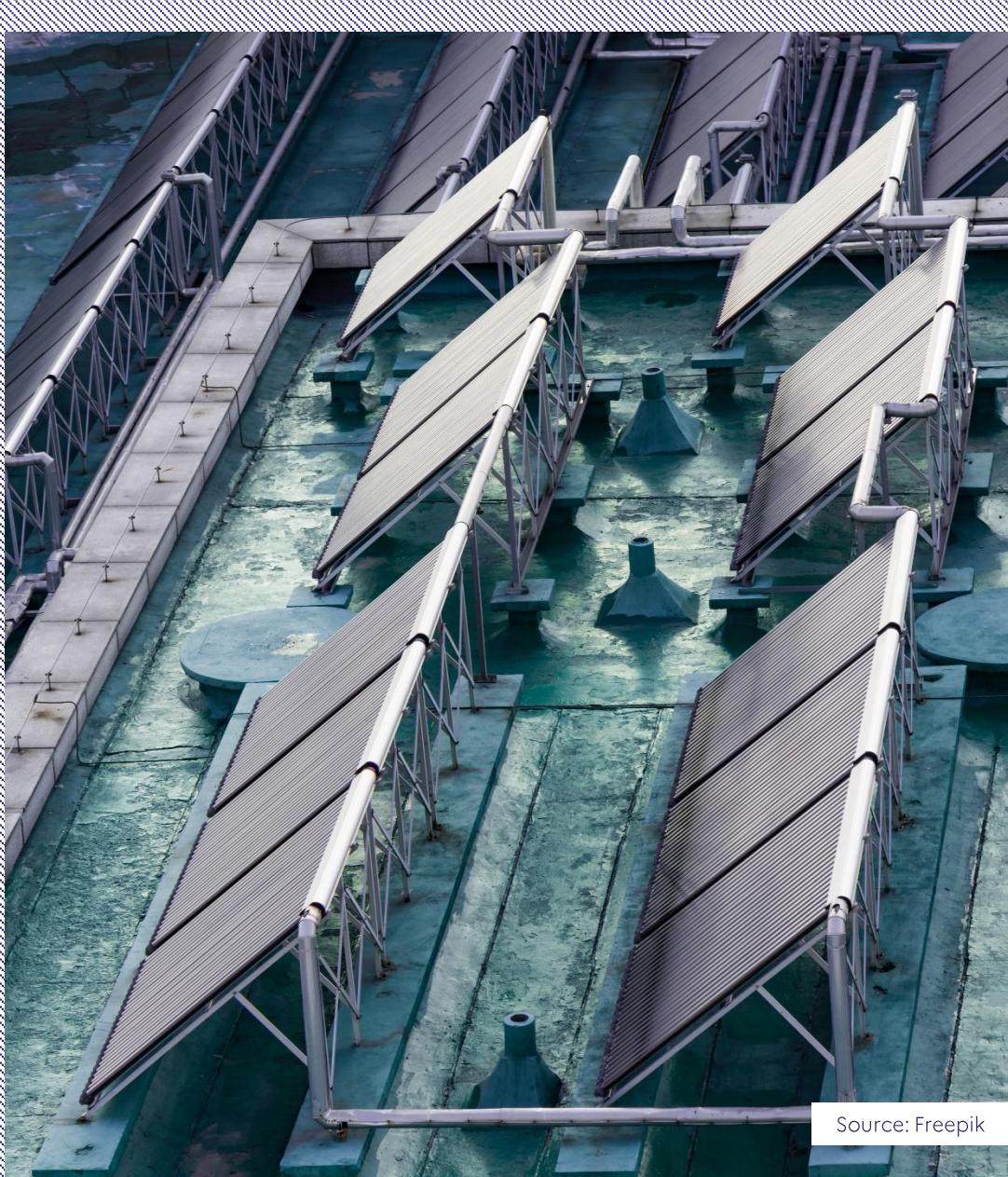
« Module cartographique permettant de filtrer les bâtiments selon :

- le besoin ECS annuel et/ou estival
- le productible ST annuel et/ou estival
- la couverture des besoins ECS par le productible ST (annuelle et/ou estivale) »



SOMMAIRE

- 1/ Estimation du potentiel de production estival en solaire thermique** P.5
- 2/ Estimation du besoin en chaleur estival** P.8
- 3/ Choix des critères de pertinence du solaire thermique** P.9



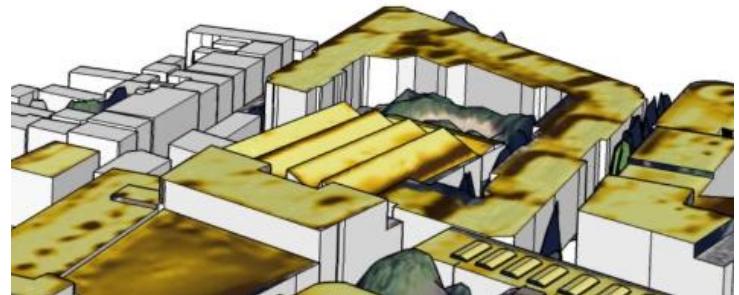
1/ Estimation du potentiel de production estival en solaire thermique

Dans le cadre de la loi du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables, un portail cartographique des EnR, opéré par l'IGN et le Cerema, permet de centraliser l'ensemble des données pouvant faciliter la planification du développement des énergies renouvelables par les collectivités.

A ce titre, des données relatives au potentiel de développement du solaire photovoltaïque ont été produites et un cadastre « solaire PV » sur toitures a été partagé par le bureau d'études Cythelia. Ce cadastre solaire est mis en ligne sur le portail cartographique des EnR.

L'estimation d'un productible annuel en solaire photovoltaïque

Le travail de Cythelia a consisté à estimer un productible annuel en solaire photovoltaïque (MWh/an), par toiture. Le calcul du potentiel solaire est basé sur des données 3D (MNS de l'IGN) et prend en compte l'inclinaison et l'orientation des pans de toiture, ainsi que les masques proches (cheminées, bâtiments environnants et végétation) et lointains (reliefs).



Plus d'informations : <https://www.cadastre-solaire.fr/>

L'estimation d'un productible annuel en solaire thermique

Le productible annuel fourni par Cythelia prend en compte certaines hypothèses de rendement des systèmes (voir ci-contre).

Le rendement du système solaire thermique a lui été fixé par le Cerema et l'ADEME.

Rendement du panneau PV : **20 %**
Facteur de performance du système PV : **80%**

Rendement global d'un système solaire thermique (après pertes et stockage) : **37%**

$$\text{Productible [solaire thermique]} = 2,3 \times \text{Productible [PV]}$$

L'estimation d'un productible estival en solaire thermique

Une fois le productible annuel estimé, la part que celui-ci représente durant l'été (mois de juillet et août) est estimée.

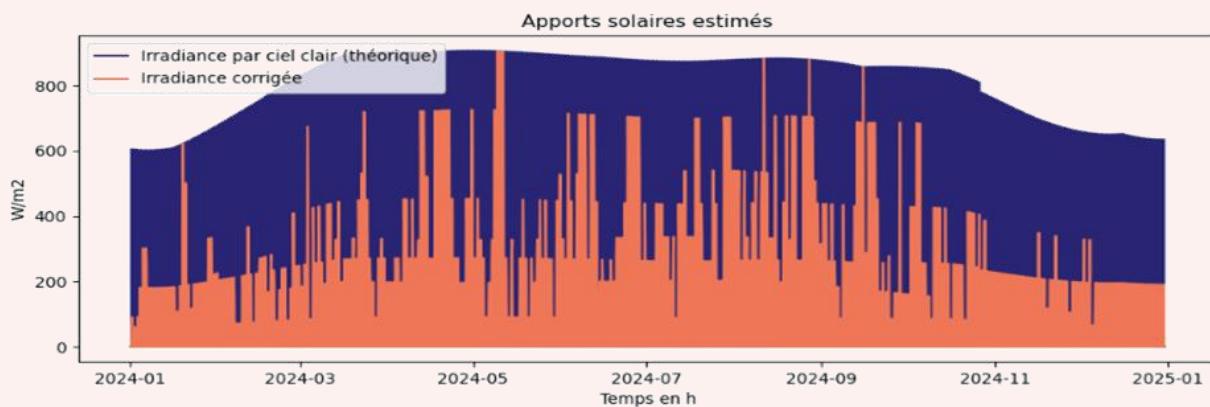
Pour ce faire, un apport solaire tenant compte de l'irradiance globale théorique et des conditions climatiques (couverture nuageuse) est calculé à chaque heure de l'année, pour chaque département.



MÉTHODOLOGIE

- 1 - Utilisation du module « [Python Pvlib](#) » pour calculer l'irradiance globale théorique par mètre carré dans un département, considérant un ciel clair théorique.
- 2 - Utilisation du module « [Python Meteostat](#) » pour obtenir des données météorologiques décrivant les conditions climatiques heure par heure tout au long de l'année.
- 3 - Estimation, sur une base annuelle, des apports solaires reçus sur le territoire.

Exemple d'apports solaires estimés sur l'année 2024 en Loire-Atlantique



Il est ensuite possible d'estimer la puissance productible par unité de surface d'un panneau solaire à chaque heure de l'année :

$$P_{productiblepanneau} = \eta_{optique} G - P_{perdue}$$

avec $P_{perdue} = a_1 \Delta T + a_2 \Delta T^2$ où $\Delta T = \frac{2T_{réseau} - T_{extérieure}}{2}$

Les valeurs des constantes utilisées sont $\eta_{optique} = 0,896$, $a_1 = 2,952 \text{ W}^{-2} \text{ K}^{-1}$ et $a_2 = 0,015 \text{ W}^{-2} \text{ K}^{-1}$.

En calculant, sur l'ensemble de l'année, la quantité d'énergie qu'un mètre carré de panneau solaire peut produire, il est possible de déterminer la part d'énergie produite en été (juillet et août) par rapport au reste de l'année, et ce, pour tous les départements avec une donnée disponible*.

Le tableau suivant présente, pour chaque département, la moyenne des 4 dernières années.

Ratios entre la production estivale et la production annuelle, par département

| DPT | Ratio |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 1 | 0.29 | 2B | 0.29 | 40 | 0.3 | 60 | 0.28 | 80 | 0.29 |
| 2 | 0.24 | 21 | 0.31 | 41 | 0.3 | 61 | 0.3 | 81 | 0.26 |
| 3 | 0.26 | 22 | 0.22 | 42 | 0.28 | 62 | 0.26 | 82 | 0.29 |
| 4 | 0.28 | 23 | 0.28 | 43 | 0.29 | 63 | 0.26 | 83 | 0.28 |
| 5 | 0.3 | 24 | 0.28 | 44 | 0.28 | 64 | 0.3 | 84 | 0.28 |
| 6 | 0.31 | 25 | 0.3 | 45 | 0.29 | 65 | 0.26 | 85 | 0.28 |
| 7 | 0.29 | 26 | 0.29 | 46 | 0.25 | 66 | 0.22 | 86 | 0.28 |
| 8 | 0.27 | 27 | 0.27 | 47 | 0.28 | 67 | 0.22 | 87 | 0.24 |
| 9 | 0.26 | 28 | 0.27 | 48 | 0.28 | 68 | 0.26 | 88 | 0.26 |
| 10 | 0.26 | 29 | 0.23 | 49 | 0.28 | 69 | 0.28 | 89 | 0.26 |
| 11 | 0.33 | 30 | 0.29 | 50 | 0.29 | 70 | 0.28 | 90 | 0.28 |
| 12 | 0.29 | 31 | 0.24 | 51 | 0.28 | 71 | 0.31 | 91 | 0.28 |
| 13 | 0.26 | 32 | 0.26 | 52 | 0.28 | 72 | 0.3 | 92 | 0.28 |
| 14 | 0.25 | 33 | 0.28 | 53 | 0.26 | 73 | 0.32 | 93 | 0.26 |
| 15 | 0.29 | 34 | 0.27 | 54 | 0.3 | 74 | 0.26 | 94 | 0.28 |
| 16 | 0.28 | 35 | 0.25 | 55 | 0.28 | 75 | 0.31 | 95 | 0.28 |
| 17 | 0.26 | 36 | 0.26 | 56 | 0.28 | 76 | 0.3 | | |
| 18 | 0.28 | 37 | 0.26 | 57 | 0.29 | 77 | 0.28 | | |
| 19 | 0.28 | 38 | 0.27 | 58 | 0.25 | 78 | 0.25 | | |
| 2A | 0.26 | 39 | 0.26 | 59 | 0.28 | 79 | 0.26 | | |

* Les départements numérotés 03, 48, 59, 67, 71, 90 et 91 n'ayant pas de données météorologiques au pas de temps horaire, se voient attribuer celles des départements voisins respectivement : 63, 15, 62, 68, 69, 68 et 94.

2/ Estimation du besoin en chaleur estival

Dans le cadre du projet EnRezo, le Cerema a estimé, pour les bâtiments résidentiels et tertiaires, les besoins en chaleur annuels en distinguant les besoins de chauffage des besoins en eau chaude sanitaire (voir [note méthodologique sur l'estimation des besoins en chaleur et en froid](#)).

Partant de cette donnée annuelle, il convient alors d'estimer le besoin en chaleur estival pour ces bâtiments. La période considérée couvrant uniquement les mois de juillet et d'août, les seuls besoins en eau chaude sanitaire ont été retenus.

Une distinction des bâtiments suivant leurs usages a également été réalisée (voir secteurs résidentiel et tertiaires considérés ci-dessous). L'estimation du besoin de chaleur estival utilise des coefficients multiplicateurs représentant les variations mensuelles de la consommation d'eau chaude sanitaire. Ces coefficients proviennent soit des rapports du COSTIC, qui sont spécifiques à certains secteurs, soit, en l'absence de données dans ces rapports, des coefficients fournis par SOCOL.

Coefficients multiplicateurs représentatif des variations mensuelles de consommation d'eau chaude sanitaire (ECS)

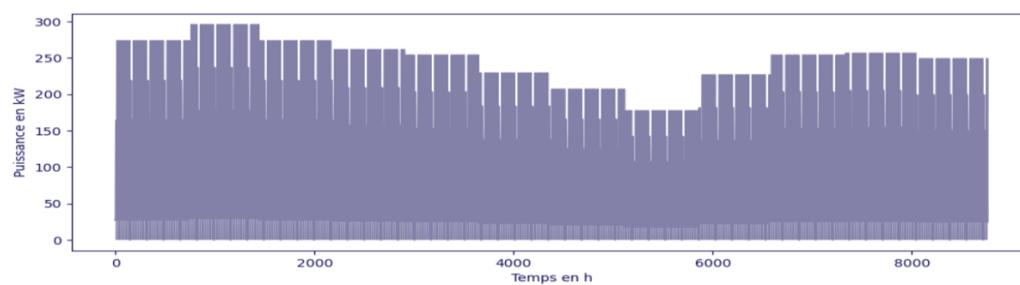
| Secteur | RES | SAN | BUR | CHR | COM | ENS | HAB | PIS | SCLE |
|-----------------------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|
| Juillet | 0.84 | 0.93 | 0.75 | 1.44 | 0.75 | 0.75 | 0.84 | 0.98 | 0.75 |
| Août | 0.72 | 0.88 | 0.75 | 1.56 | 0.75 | 0.75 | 0.72 | 1.04 | 0.75 |
| Juillet + Août | 1.56 | 1.81 | 1.5 | 3 | 1.5 | 1.5 | 1.56 | 2.02 | 1.5 |
| [Juillet + Août] / 12 | 0.13 | 0.151 | 0.125 | 0.25 | 0.125 | 0.125 | 0.13 | 0.168 | 0.125 |

RES : Résidentiel, SAN : Santé, BUR : Bureau, CHR : Café/Hôtel/Restaurant, COM : Commerce, ENS : Enseignement, HAB : Habitat communautaire, PISC : Piscine, SCLE : Sport/Culture/Loisir/Équipements collectifs

Sources mobilisées :

- [COSTIC, ADEME – Les besoins d'eau chaude sanitaire en habitat individuel et collectif – Guide technique](#)
- [COSTIC, ADEME – Vers une meilleure connaissance des besoins en eau chaude sanitaire dans le tertiaire](#)
- [SOCOL – Ratios des besoins en eau chaude sanitaire pour le dimensionnement des installations en solaire thermique collectif – Fiche technique](#)

Profil inspiré du rapport du COSTIC sur la consommation d'ECS



3/ Choix des critères de pertinence du solaire thermique

Pour être pertinentes, les installations de solaire thermique doivent être dimensionnées pour ne pas entraîner de surchauffe des équipements. C'est donc au regard des données de production et de consommation estivales, période pendant laquelle l'ensoleillement est le plus fort et les besoins en chaleur (majoritairement l'eau chaude sanitaire) les plus faibles, que le dimensionnement s'effectue.

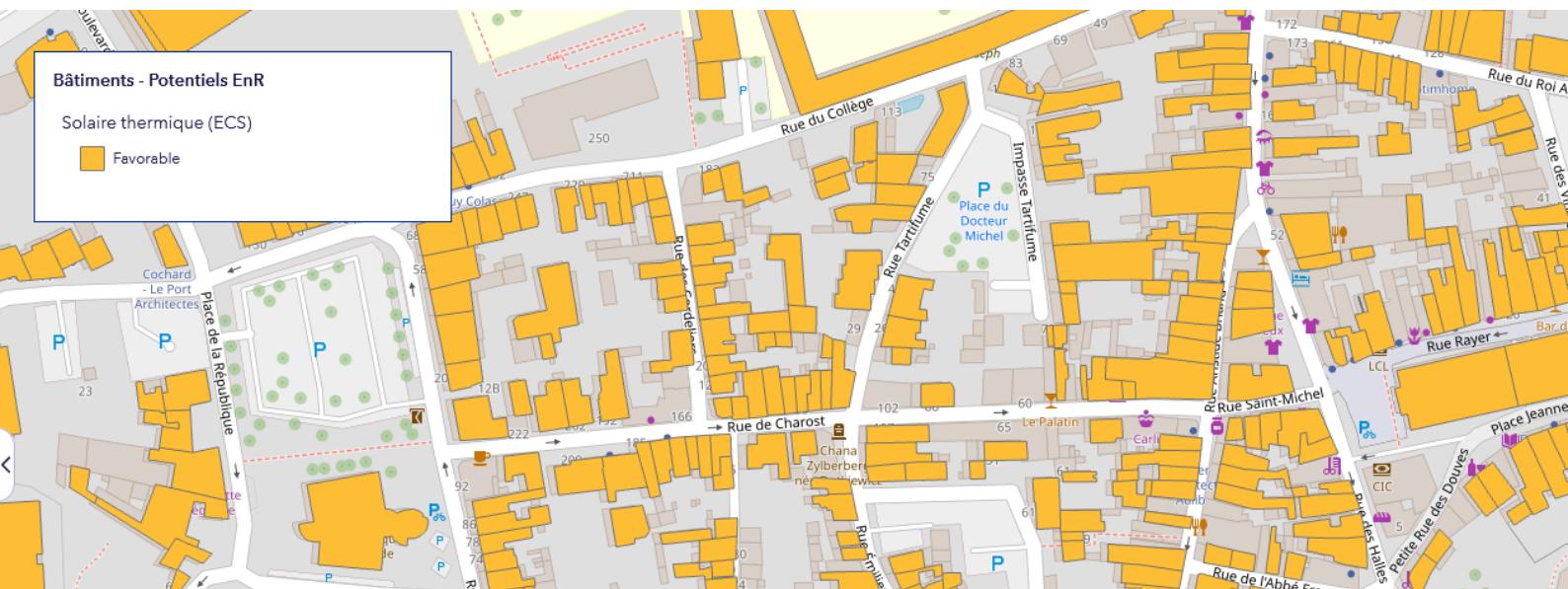
Après concertation avec l'ADEME et les principaux représentants de la filière solaire thermique (Enerplan / SOCOL et le SER), il a été choisi de considérer les bâtiments comme favorables à la solution solaire thermique dès lors que la couverture estivale (production / besoin) était supérieure ou égale à 80%.

$$\text{Couverture estivale} = \frac{\text{Potentiel de production solaire thermique juillet & août}}{\text{Besoins en chaleur (ECS) juillet & août}}$$

Un bâtiment est considéré comme favorable si :

$$\text{Couverture estivale} > 80\%$$

Représentation des bâtiments considérés comme favorables à la solution « solaire thermique » sur l'outil BatEnR



ACCÈS AUX DONNÉES

[Portail BatEnR](#)

CONTACT

reseaux-chaleur@cerema.fr

RÉDACTION ET MISE EN FORME

Luc Petitpain

RELECTURE

Cindy Melfort