



GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires

Ministère de la Transition énergétique



EnRezo

CHALEUR ET FROID RENOUVELABLES

— Cerema —

Potentiel de développement des réseaux de chaleur et de froid

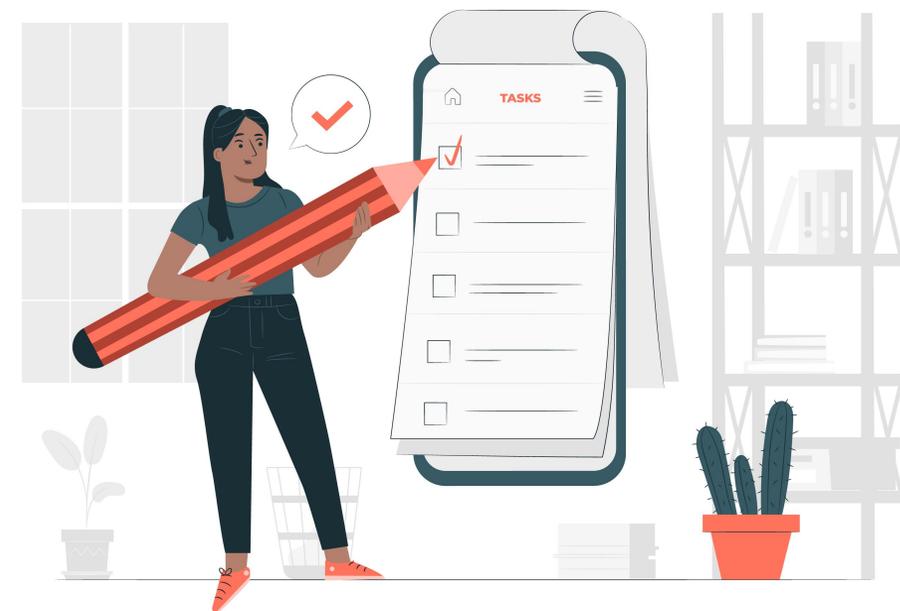
Webinaire national - COTECH n°4

6 février 2025



Points abordés

1. Structuration du projet EnRezo
2. Les données et modules cartographiques - Q/R
3. Les analyses thématiques - Q/R
4. Les évolutions à venir - Q/R



Le pôle RCF du Cerema

Une équipe de 4 personnes



- Un site internet, centre de ressources sur les réseaux de chaleur et de froid : <https://reseaux-chaleur.cerema.fr/>

- Des études financées par la DGEC et l'Ademe

Classement automatique des réseaux, enquête sur les réseaux de froid, sensibilisation des collectivités et études d'opportunité, EnRezo, etc...

- Des études territoriales pour les collectivités

Prestations d'AMO aux schémas directeurs, participation à des journées techniques



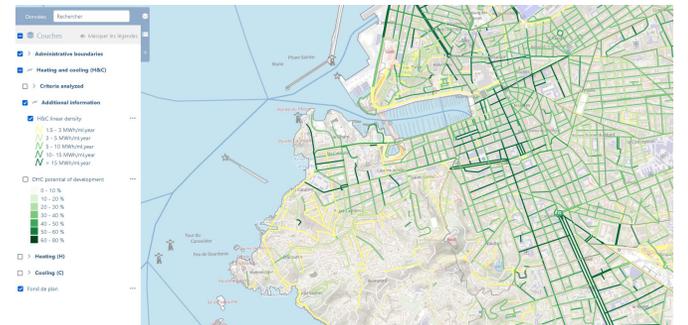
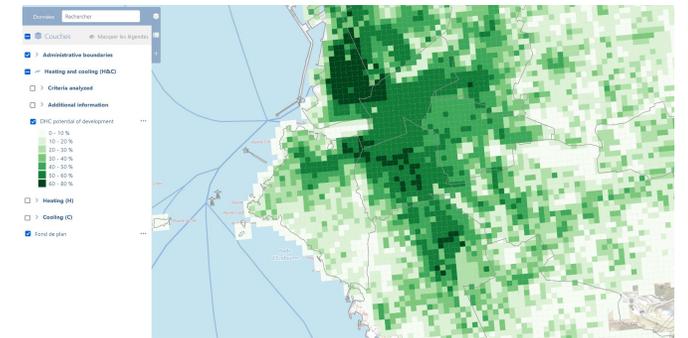
La genèse du projet EnRezo



- Le projet [Life Heat&Cool](#) piloté par la Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur (2021-2026)
- **Partenaires** : Cerema, AMORCE, FNCCR, EnvirobatBDM, FNCCR, Métropole Nice Côte d'Azur, Ville de Port-de-Bouc, Commune de Paullo (Italie)
- Action A1 : Caractériser le **potentiel de développement des réseaux de chaleur et de froid** de la région (2021-2022)



Principe schématisé de la méthode de constitution de l'outil Potentiel RCF



Le projet EnRezo - structuration

Besoins des bâtiments

Pour les bâtiments tertiaires et résidentiels collectifs
Estimation des besoins en chauffage
Estimation des besoins en ECS
Estimation des besoins en froid

+

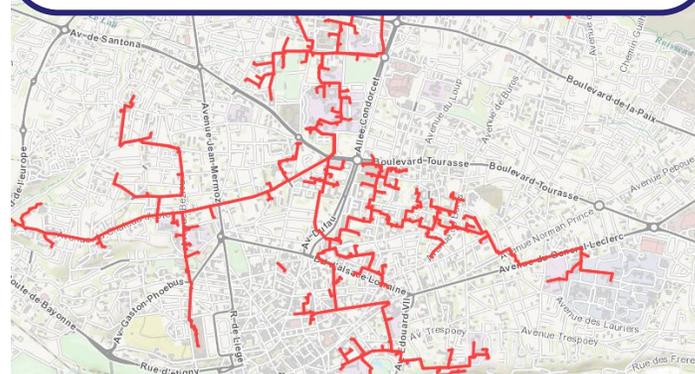
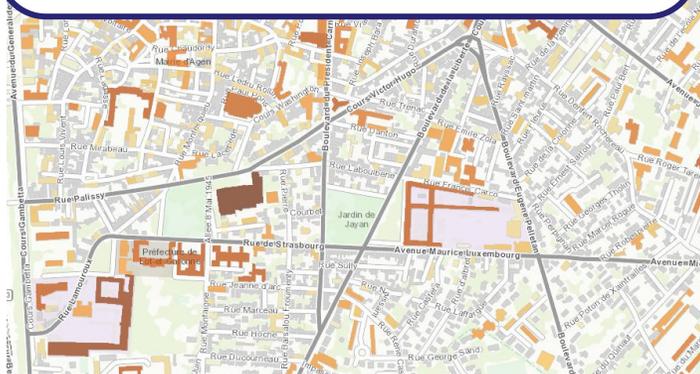
Réseaux et systèmes de production existants

Linéaires des réseaux de chaleur et de froid

+

Gisement d'EnR&R

Chaleur fatale, géothermie et solaire thermique



Le projet EnRezo - structuration

Besoins des bâtiments

Pour les bâtiments tertiaires et résidentiels collectifs
Estimation des besoins en chauffage
Estimation des besoins en ECS
Estimation des besoins en froid

+

Réseaux et systèmes de production existants

Linéaires des réseaux de chaleur et de froid

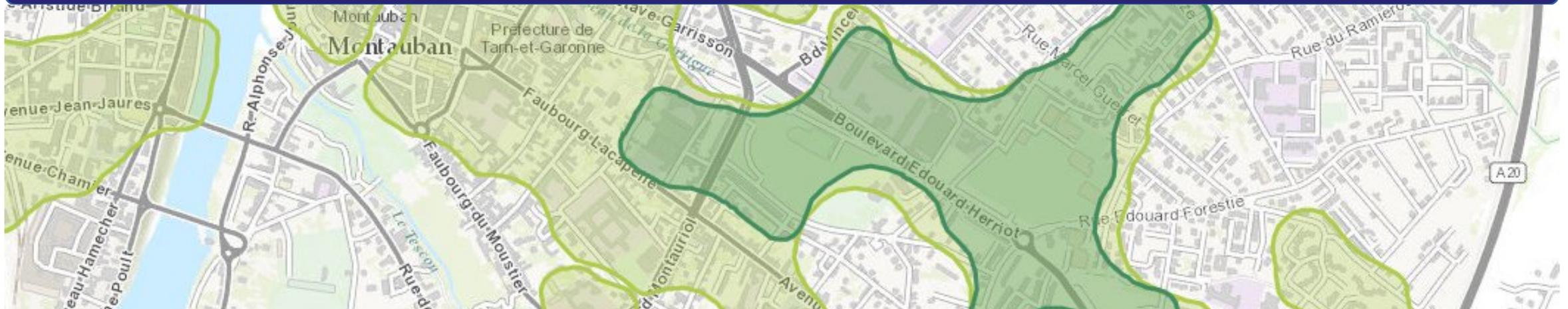
+

Gisement d'EnR&R

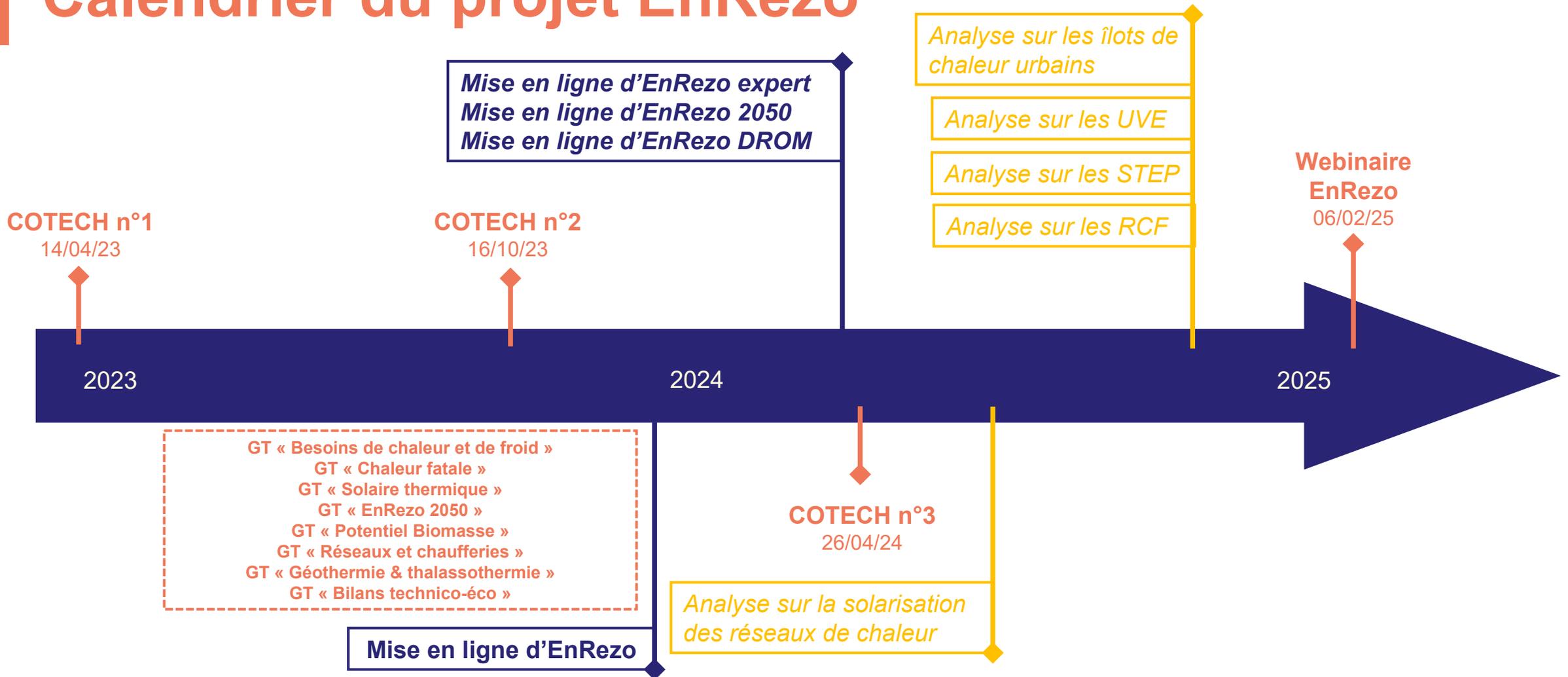
Chaleur fatale, géothermie et solaire thermique



Potentiel de développement des réseaux de chaleur et/ou de froid



Calendrier du projet EnRezo



En résumé, EnRezo c'est :

- 4 modules cartographiques



Accès à EnRezo



Accès à EnRezo - Expert



Accès à EnRezo - 2050



Accès à EnRezo - DROM

- Des analyses thématiques



EnRezo Octobre 2024



EnRezo Octobre 2024



EnRezo Octobre 2024



EnRezo Octobre 2024



- Un guide utilisateur et un flyer de communication

En résumé, EnRezo c'est :

Zones d'opportunités

Zones à fort potentiel (analyse des bâtiments > 300 MWh)

Zones à potentiel (analyse des bâtiments > 100 MWh)

Potentiel solaire thermique
Sensibilité ICU

Autres données

Local Climate Zones
Réseaux de transport de gaz
Réseaux de distribution de gaz
Infrastructures gazières
Zones AU

Données relatives aux bâtiments

BESOINS ESTIMES Chaleur (chauffage et ECS)

Résidentiel / Tertiaire
Industrie (commune)

Froid

Résidentiel / Tertiaire

BÂTIMENTS Consommations d'énergie

Gaz / Elec / Chaleur

Mode de chauffage

Individuel / Collectif

Energie de chauffage

Gaz / Elec / Fioul / RCF

DPE

A/B/C/D/E/F/G

Les réseaux de chaleur et de froid

Réseaux RCF

Chaleur / Froid / BET

Points de livraisons

Périmètres de développement
prioritaire

Zones et réseaux en construction

Les installations de production et de stockage

Installations de production et de stockage

Chaufferies bois >300kW

Plateformes de stockage bois

Solaire thermique collectif

Installations géothermiques

(sondes, surface, profonde)

Les gisements EnR&R

Chaleur fatale

STEP / UVE / Datacenter /
Industries / Installations
électrogènes

Géothermie / Thalassothermie

Potentiel surface nappes

Potentiel surface sonde

GMI

Potentiel Profond

Potentiel Thalassothermique

Solaire thermique

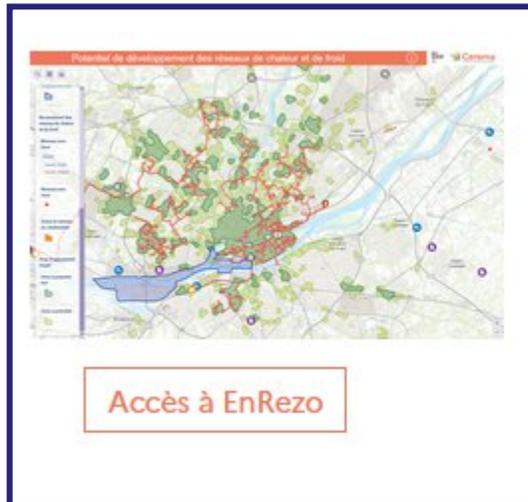
Parkings / Fiches

Biomasse

Fiche d'identité territoriale

Lien vers EnRezo

<https://reseaux-chaleur.cerema.fr/espace-documentaire/enrezo>





Questions / réponses

Les analyses thématiques



Les réseaux de chaleur et de froid

Titre présentation - Insertion en-tête/Pied

Analyse thématique – les besoins en chaleur et en froid



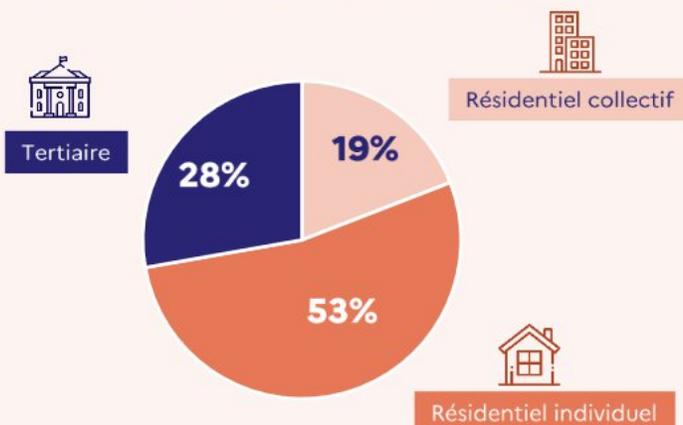
C'est une estimation des **besoins en chaleur et en froid** de l'ensemble des bâtiments résidentiels et tertiaires sur le **territoire national**.

Estimation des **besoins annuels en chaleur** (chauffage et ECS) au niveau national par EnRezo

450 TWh



RÉPARTITION DES BESOINS EN CHALEUR



Estimation des **besoins annuels en froid** au niveau national par EnRezo

57 TWh

RÉPARTITION DES BESOINS EN FROID



Le détail de la méthodologie utilisée est disponible au lien suivant :

<https://reseaux-chaaleur.cerema.fr/cartographie-nationale-besoins-chaaleur-froid>

Données utilisées : Fichiers fonciers, BDTopo®, CEREN

Estimation des besoins en chaleur

Estimation des surfaces de plancher

A partir des **Fichiers fonciers** et de la **BDTOPO Bâtiment**

Application de ratios de consommation

Pour attribuer un besoin énergétique, des **ratios de consommations** unitaires sont appliqués et ventilés selon les surfaces de plancher estimées.

→ fournis par le **CEREN**

SYNTHÈSE - CALCUL DES BESOINS



Besoins en chaleur =
ratio de consommation
(chauffage et ECS)
x surface à chauffer

Secteur résidentiel

Les ratios de consommations dépendent du type de logement (maison / appartement), de la date de construction du bâtiment, du DJU départemental et de l'altitude du bâtiment.

Secteur tertiaire

Les ratios de consommations dépendent du DJU départemental, de l'altitude du bâtiment et du secteur d'activité :

- bureau (BUR)
- café-hôtel-restaurant (CHR)
- commerce (COM)
- enseignement (ENS)
- habitat communautaire (HAB)
- santé (SAN)
- sport culture loisirs équipements collectifs (SCLE)

Un secteur d'activité a été ajouté pour affiner ceux du CEREN :

- piscine (défini à partir de retours d'expérience et de bibliographie)

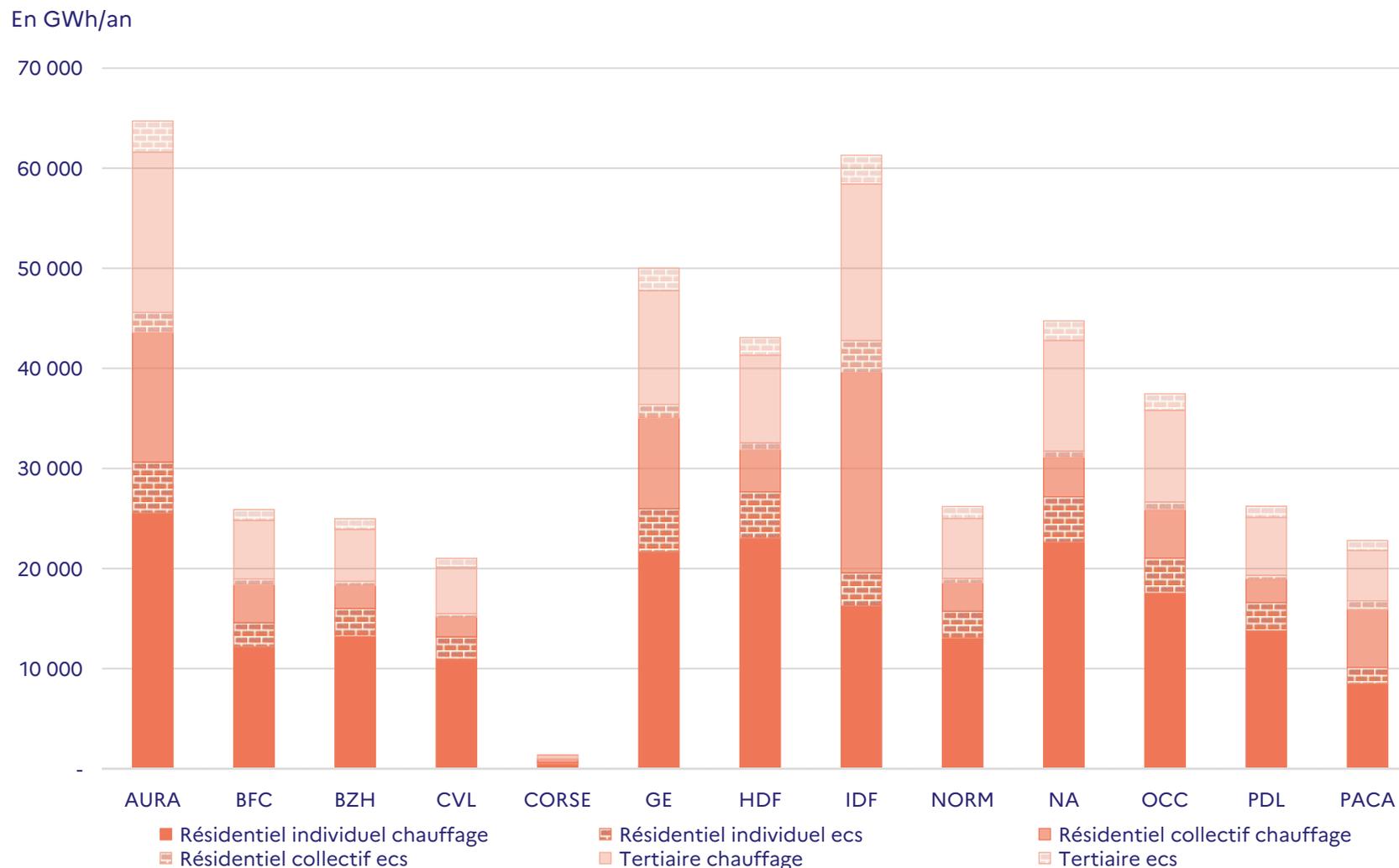
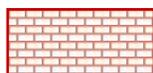
Besoins en chaleur estimés dans EnRezo

Au niveau national

Chauffage
378 TWh



ECS
72 TWh



Estimation des besoins en froid



Estimation des surfaces de plancher

A partir des **Fichiers fonciers** et de la **BDTOPO Bâtiment**

Application de ratios de consommation

Pour attribuer un besoin énergétique, des **ratios de consommations** unitaires sont appliqués et ventilés selon les surfaces de plancher estimées.

→ fournis par l'**ADEME**

SYNTHÈSE - CALCUL DES BESOINS



Besoins en froid =
ratio de consommation
x surface à climatiser

Secteur résidentiel

Les ratios de consommations dépendent de la zone climatique et de deux catégories de logements : maison et appartement

Secteur tertiaire

Les ratios de consommations dépendent de la zone climatique et du secteur d'activité :

- bureau (BUR)
- café-hôtel-restaurant (CHR)
- commerce (COM)
- enseignement (ENS)
- habitat communautaire (HAB)
- santé (SAN)
- sport culture loisirs équipements collectifs (SCLE)

Un secteur d'activité a été ajouté pour affiner ceux de l'ADEME :

- patinoire (défini à partir de retours d'expérience et de bibliographie)

Besoins en froid estimés dans EnRezo

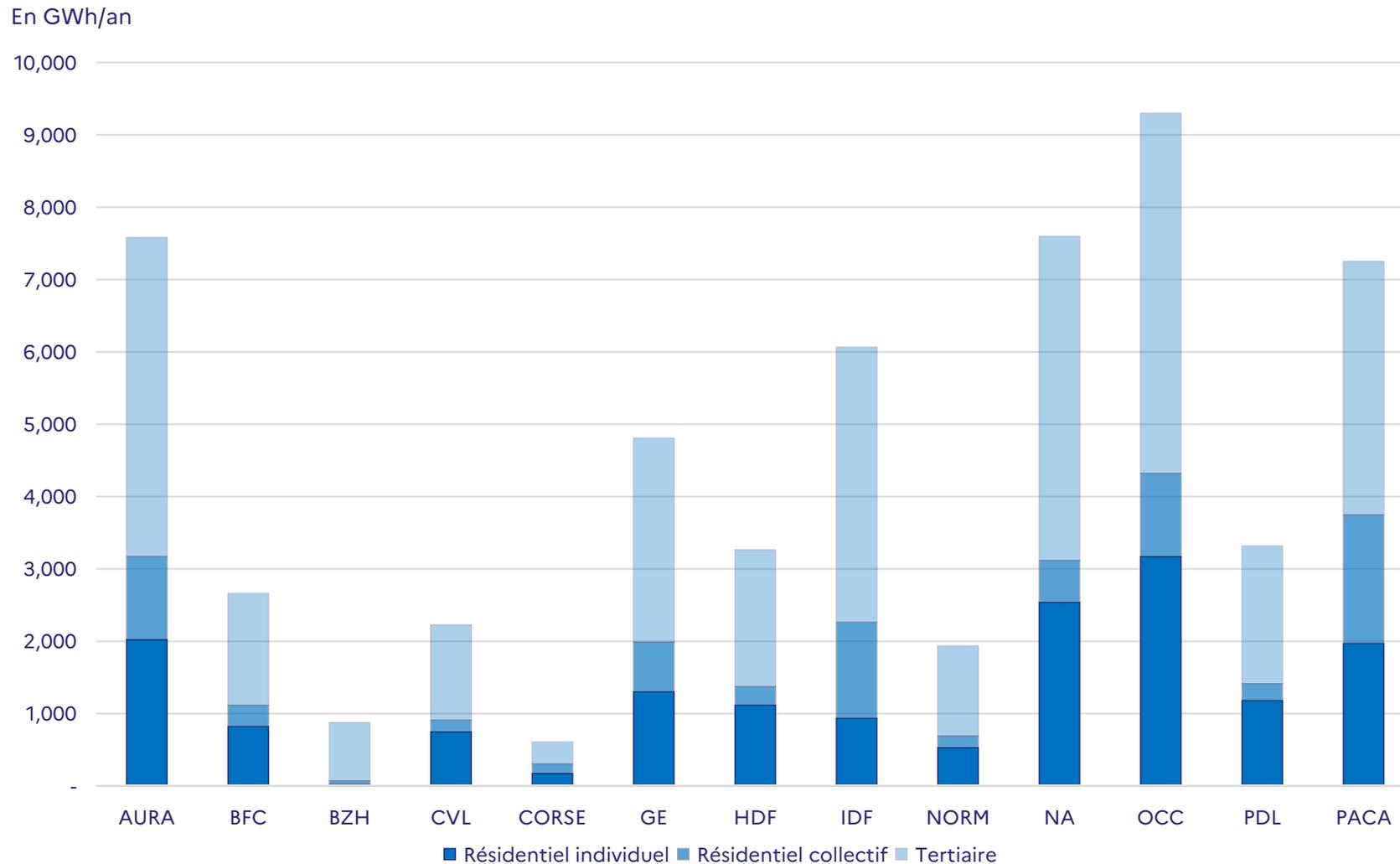


Au niveau national

Froid
57 TWh



dont Froid tertiaire
33 TWh



Analyse thématique – les zones d'opportunité



C'est l'identification de **zones d'opportunité pour le développement de réseaux de chaleur et de froid** sur l'ensemble du territoire national.

Zones d'opportunité pour les réseaux de chaleur

Les zones à « fort potentiel »

15% des besoins nationaux de chaleur

 **48 TWh**

 **10 TWh**

 Plus de **190 000** bâtiments

Les zones à « potentiel »

25% des besoins nationaux de chaleur

 **89 TWh**

 **17 TWh**

 Plus de **560 000** bâtiments

Zones d'opportunité pour les réseaux de froid

Les zones à « fort potentiel »

4% des besoins nationaux de froid

 **2,5 TWh**

 Plus de **20 000** bâtiments

Les zones à « potentiel »

12% des besoins nationaux de froid

 **6,8 TWh**

 Plus de **78 000** bâtiments

Le détail de la méthodologie utilisée est disponible au lien suivant :

<https://reseaux-chaleur.cerema.fr/cartographie-zones-opportunit-e-reseaux-chaleur-froid>

A NOTER : les zones d'opportunité d'EnRezo sont plutôt ambitieuses car elles s'affranchissent du type de chauffage ou de la présence d'émetteurs de froid dans les bâtiments.

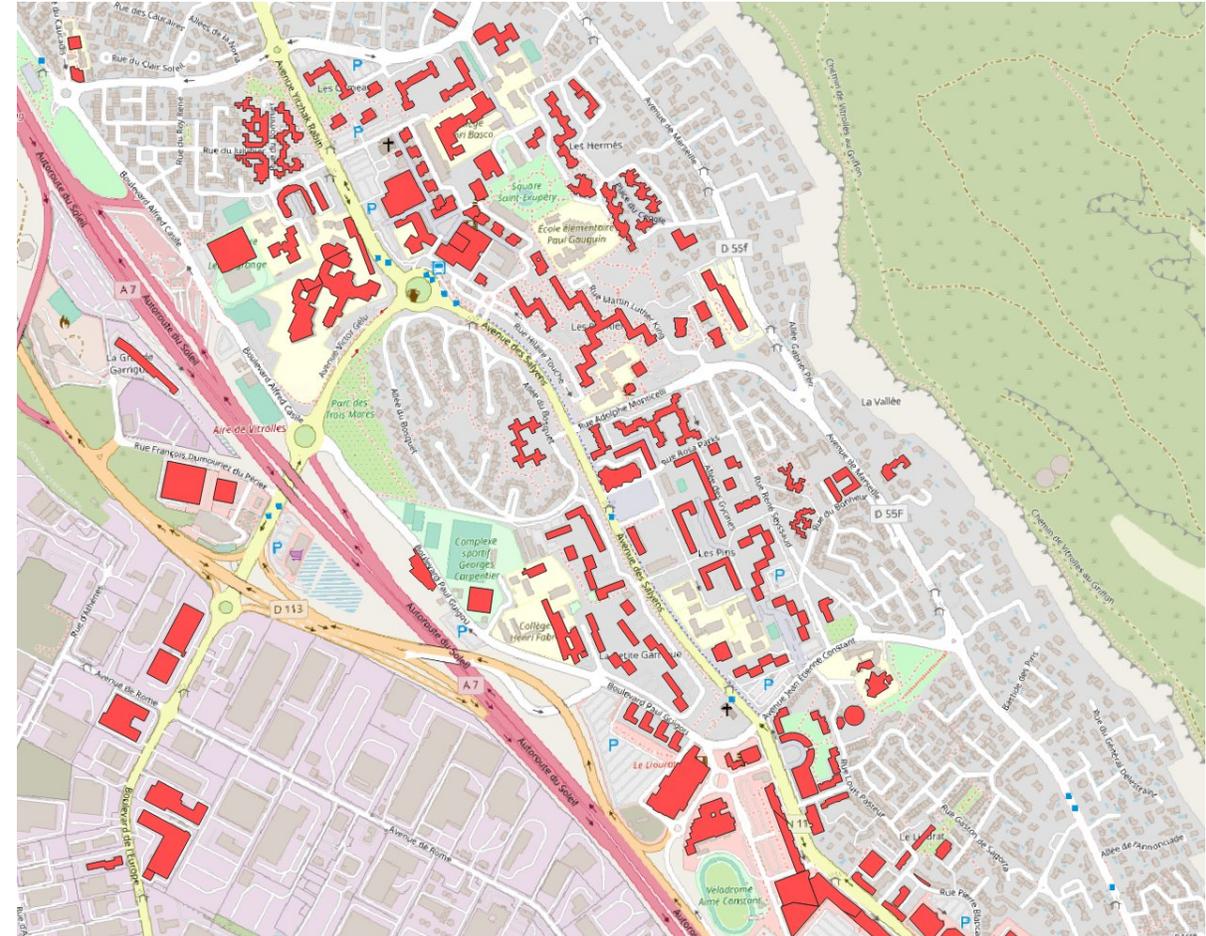
Définition des zones d'opportunité

Façon de construire les zones d'opportunité

Association des bâtiments « intéressants »

- dont le besoin est supérieur à X MWh/an

Choisir entre 50 / 80 / 100 / 300 / 500 MWh/an



Définition des zones d'opportunité

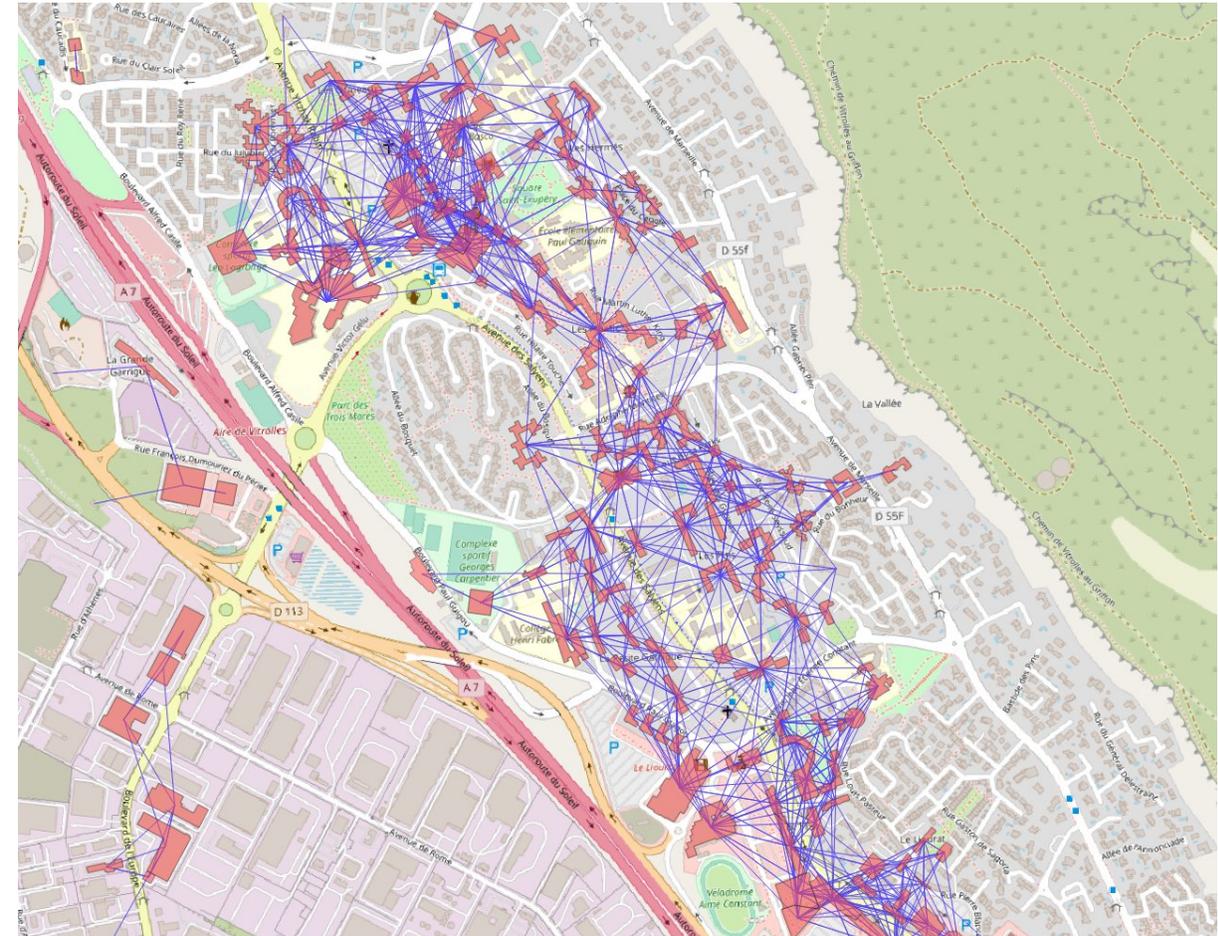
Façon de construire les zones d'opportunité

Association des bâtiments « intéressants »

- dont le besoin est supérieur à X MWh
- distant* d'un autre bâtiment « intéressant » permettant une densité thermique de X MWh/ml.an

Choisir entre 1,5 / 3 / 5 MWh/ml.an

*Distance entre les bâtiments = distance à vol d'oiseau entre les deux façades les plus proches



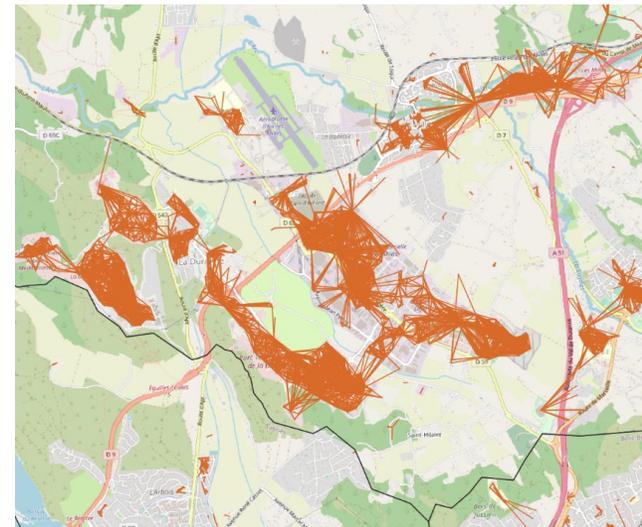
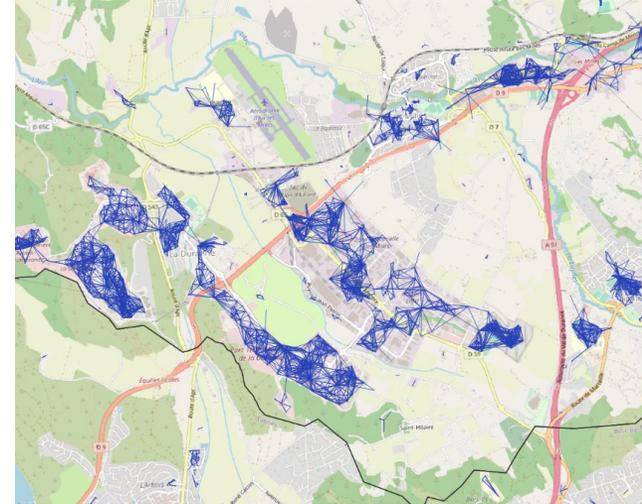
Définition des zones d'opportunité (nouvelle méthode)

Façon de construire les zones d'opportunité

Association des bâtiments

- dont le besoin est supérieur à X MWh
- distant d'un autre bâtiment permettant une densité thermique de X MWh/ml.an
- non isolés, cad **distant de moins de X mètres d'un autre bâtiment**
« intéressant »

Choisir entre **250 / 500** mètres



Analyse thématique régionale

Des analyses régionales sont disponibles pour les besoins en chaleur et en froid et les zones d'opportunité construites dans EnRezo...

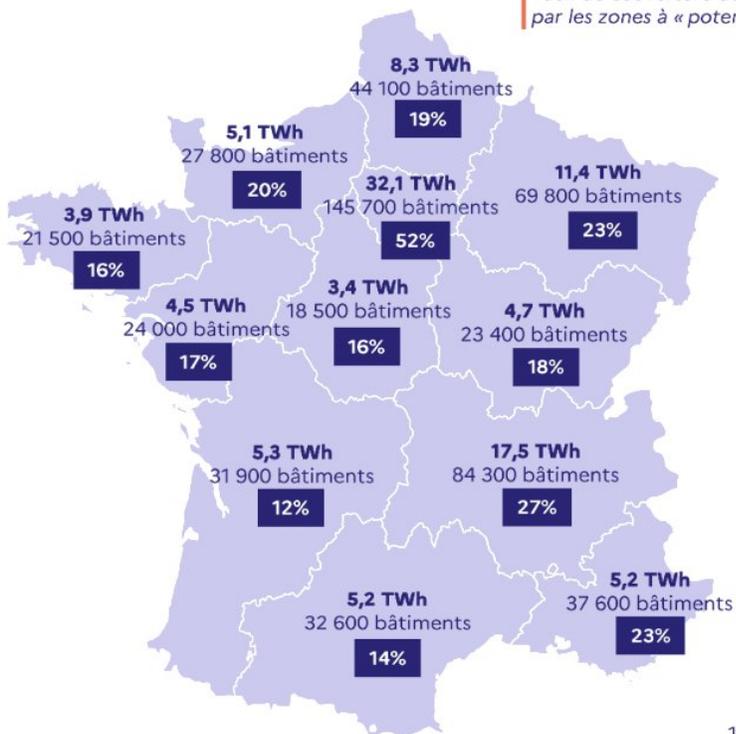
Pour rappel, les zones à « potentiel » prennent en compte les bâtiments dont les besoins en chaleur sont supérieurs à 100 MWh/an.

NATIONAL

Besoins en chaleur : 106,9 TWh

Nombre de bâtiments concernés : 563 300

Taux de couverture des besoins en chaleur par les zones à « potentiel » : 24%



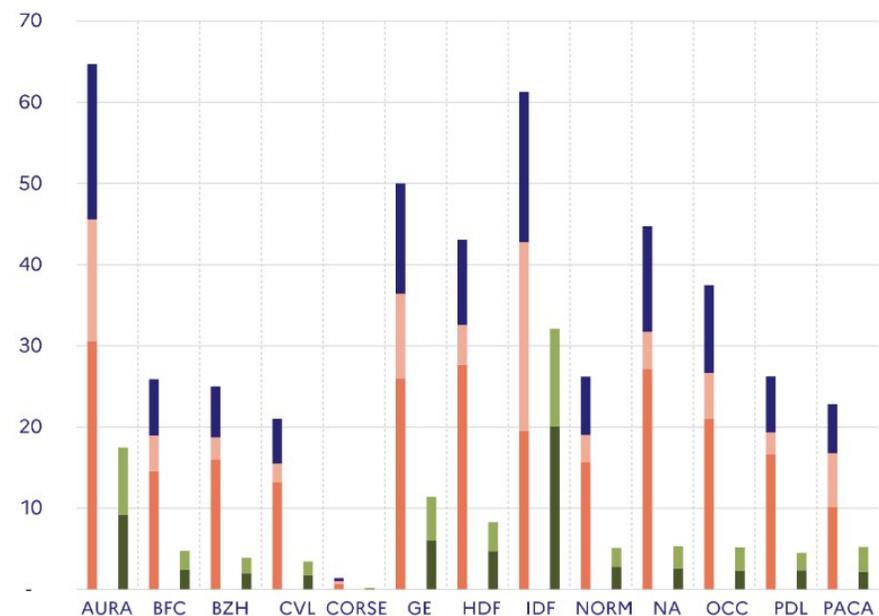
Besoins en chaleur

Nombre de bâtiments concernés

15%

Taux de couverture des besoins en chaleur par les zones d'opportunité « à fort potentiel »*

COMPARAISON ENTRE LES BESOINS EN CHALEUR ET LES ZONES D'OPPORTUNITÉ



Les besoins en chaleur en TWh



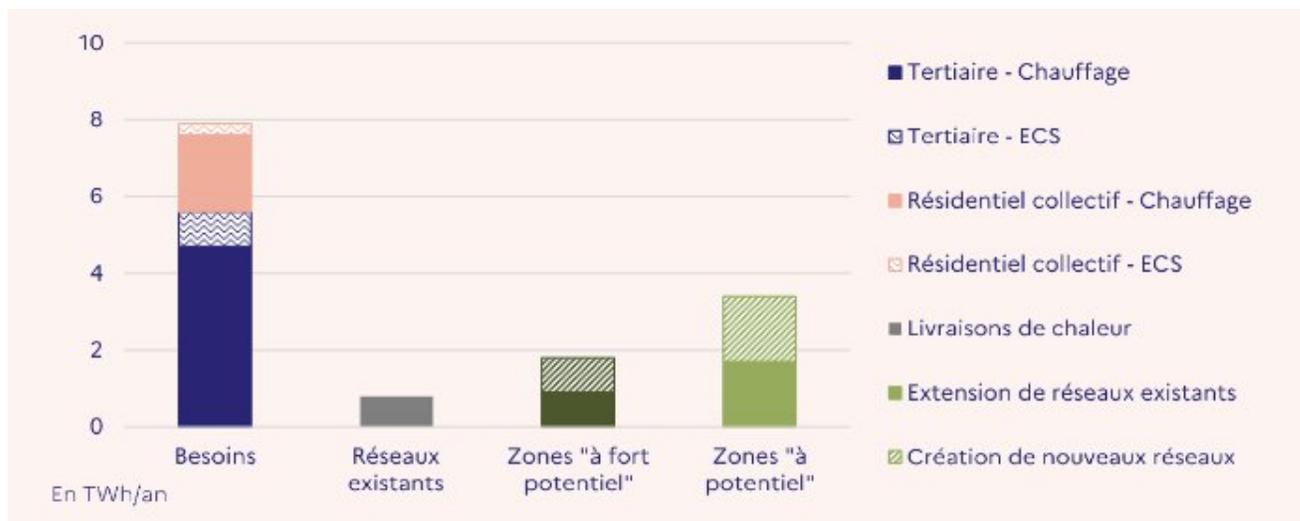
Les zones d'opportunités en TWh



Analyse thématique régionale

...avec des fiches régionales détaillées pour la chaleur...

→ Exemple de la région Centre Val de Loire



A NOTER : l'analyse sur l'extension et la création de réseaux est réalisée à partir des données de tracés de réseaux de FCU.



RÉGION CENTRE VAL DE LOIRE



LA CHALEUR

LES BESOINS EN CHALEUR

	Chauffage	ECS
Résidentiel individuel	11,0 TWh	2,2 TWh
Résidentiel collectif	2,0 TWh	0,3 TWh
Tertiaire	4,7 TWh	0,9 TWh
TOTAL	17,6 TWh	3,4 TWh

Les besoins en chauffage sont représentés en motif « ■ » et les besoins en ECS sont représentés en motif « ▨ ».

LES ZONES D'OPPORTUNITÉ « RÉSEaux DE CHALEUR »

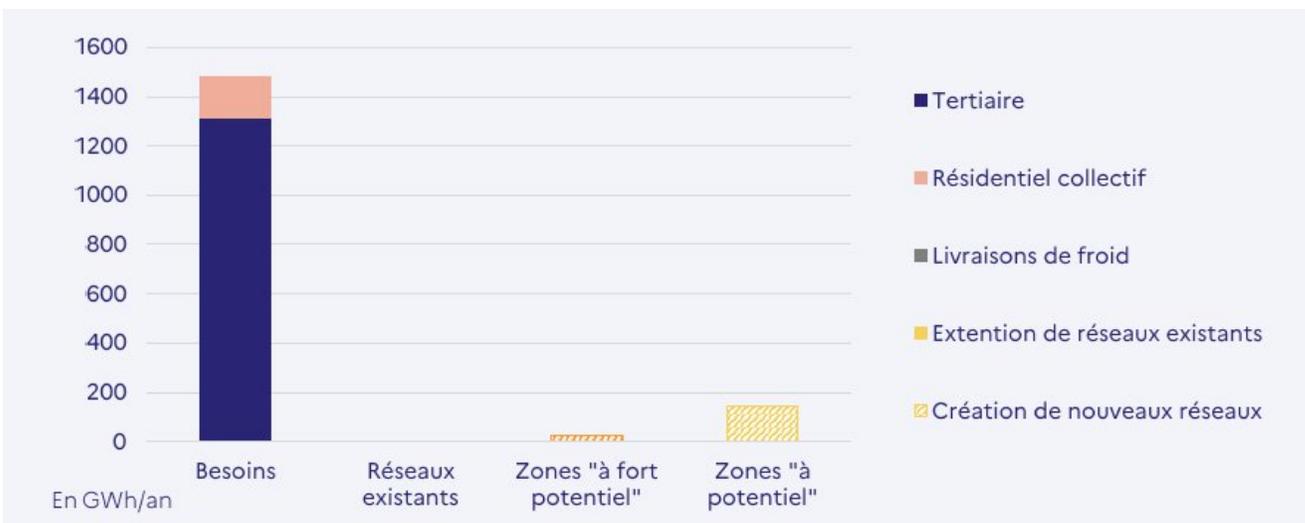
	Extension	Création	TOTAL
Zones d'opportunité « à fort potentiel »	0,9 TWh	0,9 TWh	1,8 TWh
Zones d'opportunité « à potentiel »	1,7 TWh	1,7 TWh	3,4 TWh

Les zones d'extension de réseaux existants sont représentées en motif « ■ » et les zones de création de nouveaux réseaux sont représentées en motif « ▨ ».

Analyse thématique régionale

...avec des fiches régionales détaillées pour la chaleur et le froid.

→ Exemple de la région Centre Val de Loire



A NOTER : l'analyse sur l'extension et la création de réseaux est réalisée à partir des données de tracés de réseaux de FCU.



RÉGION CENTRE VAL DE LOIRE



LE FROID

LES BESOINS EN FROID



Froid

Résidentiel individuel	747 GWh
Résidentiel collectif	162 GWh
Tertiaire	1 317 GWh
TOTAL	2 227 GWh

LES ZONES D'OPPORTUNITÉ « RÉSEAUX DE FROID »

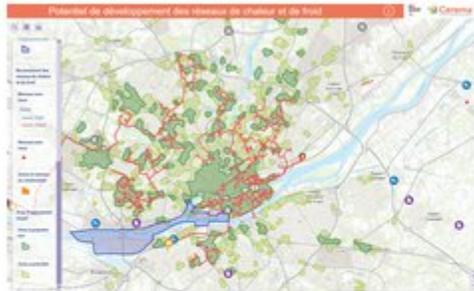
	Extension	Création	
Zones d'opportunité « à fort potentiel »	-	26 GWh	26 GWh
Zones d'opportunité « à potentiel »	-	142 GWh	142 GWh

Les zones d'extension de réseaux existants sont représentées en motif « ■ » et les zones de création de nouveaux réseaux sont représentées en motif « ▨ ».

Démonstration

Lien vers EnRezo

<https://reseaux-chaaleur.cerema.fr/espace-documentaire/enrezo>



Accès à EnRezo



Accès à EnRezo -
Expert



Accès à EnRezo -
2050



Accès à EnRezo -
DROM

Les analyses thématiques



Les STEP

Analyse thématique – Stations d'épuration (STEP)



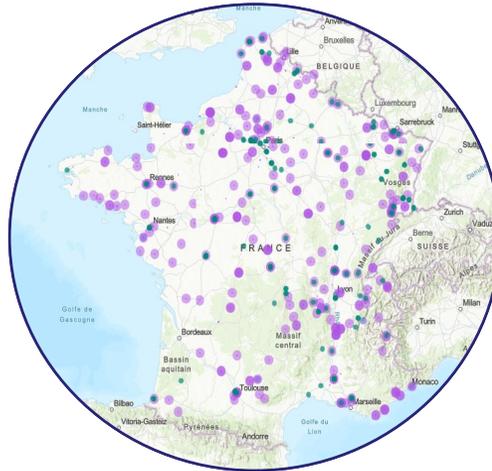
Et si on valorisait la chaleur fatale des eaux usées pour alimenter une **zone d'opportunité « réseaux de chaleur »** identifiée dans EnRezo ?



Analyse thématique – STEP - Méthode

Objectif

Identifier les STEP dont le gisement pourrait être valorisé de part leur proximité à des besoins ou un réseau existant



1

Données d'entrée

Recensement et géolocalisation d'un peu moins de 2300 stations d'épuration.

Estimation du gisement de chaleur fatale récupérable effectuée dans le cadre du projet EnRezo.

Station d'épuration : 31_step_0531555V018

Nom STEP	TOULOUSE GINESTOUS
Exploitant	ASTE0
Capacité_nominale_équivalent_habitant (EH)	950 000,00
Débit_entrant_m3/J	113 632,00
Chaleur_fatale_annuelle (MWh) valorisable en sortie de STEP	107 905,16
Commune	TOULOUSE

2

Approche par les zones d'opportunité

Identification de couples « STEP-zone d'opportunité » pour lesquels la canalisation de raccordement aurait une densité thermique linéaire minimum de **3MWh/ml.an**



3

Approche par les tracés de réseaux

Identification de couples « STEP-réseau de chaleur » à moins de **2,5km** de distance à vol d'oiseau et pour lesquels la canalisation de raccordement aurait une densité thermique linéaire minimum de **3MWh/ml.an**



Analyse thématique – STEP - Résultats



APPROCHE PAR LES ZONES D'OPPORTUNITÉ

Une mise en perspective du gisement avec les besoins en chaleur des zones d'opportunité construites dans EnRezo est réalisée. Dans ce cas, la chaleur fatale issue des STEP vient alimenter un réseau à développer sur une zone qui présente du potentiel.

Gisement national identifié pour alimenter des réseaux de chaleur à développer :

4 903 GWh/an



APPROCHE PAR LES TRACÉS DES RÉSEAUX EXISTANTS

La valorisation de la chaleur fatale issue de STEP est mise en lien avec les tracés des réseaux existants (issus de France Chaleur Urbaine), dans un objectif de décarbonation du mix énergétique du réseau, par exemple.

Gisement national identifié pour alimenter des réseaux de chaleur existants :

4 983 GWh/an

A NOTER : Ces gisements ne sont pas simplement cumulables et correspondent à la fourchette haute d'un potentiel valorisable.

Les résultats (tracés des couples et densités) sont visualisables sur la cartographie [« Potentiel de valorisation des STEP sur réseaux de chaleur et de froid »](#)

Analyse thématique – STEP - Limites



Les limites de l'analyse sur les STEP

- Pas de prise en compte du régime de température des réseaux à proximité
- Raccordement « fictif » entre la STEP et le réseau pas forcément le plus optimal
- Estimation du gisement de chaleur fatale des STEP à préciser (car estimé annuellement et intégrant les appoints)

Les analyses thématiques

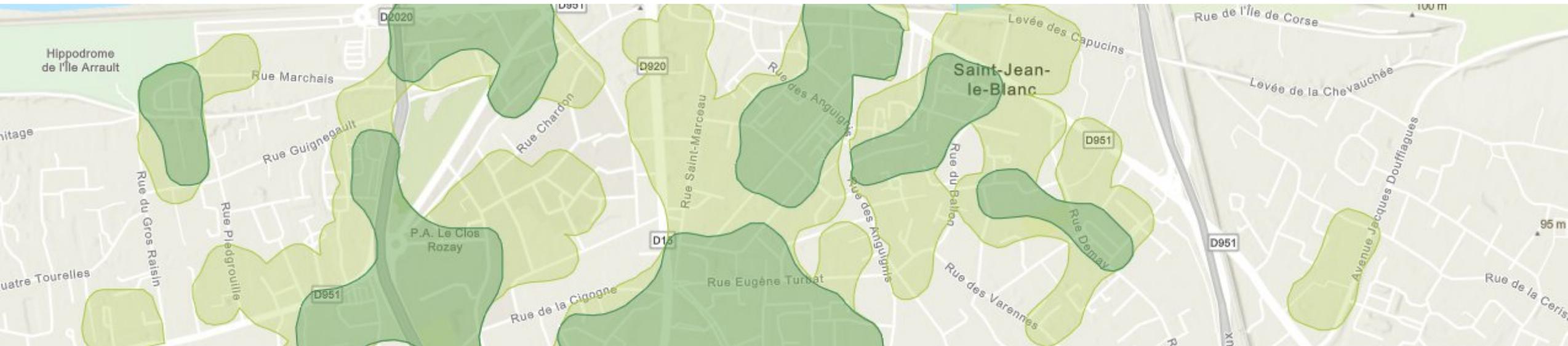


Le solaire thermique

Analyse thématique – le solaire thermique



Et si on développait **le solaire thermique** pour alimenter une **zone d'opportunité « réseaux de chaleur »** identifiée dans EnRezo ?



Analyse thématique – le solaire thermique

1 On détermine le besoin à couvrir par le solaire thermique



Hypothèse : Le solaire thermique couvre 80% des besoins en ECS.

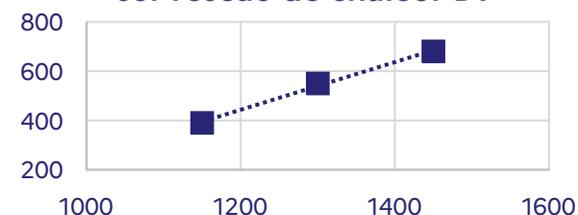
2 La surface de capteurs va dépendre du régime de température du réseau et de l'irradiation solaire de la commune.

Irradiation solaire de la commune

1 322 kWh/m²



Lien entre irradiation solaire et rendement des capteurs solaires sur réseau de chaleur BT



→ Pour une irradiation de 1 322 kWh/m², le rendement des capteurs solaires (pour un réseau basse température) est de 562 kWh/m².

→ Pour couvrir 450 MWh/an, la surface de capteurs nécessaires est de 802 m².

3 On détermine l'emprise au sol.



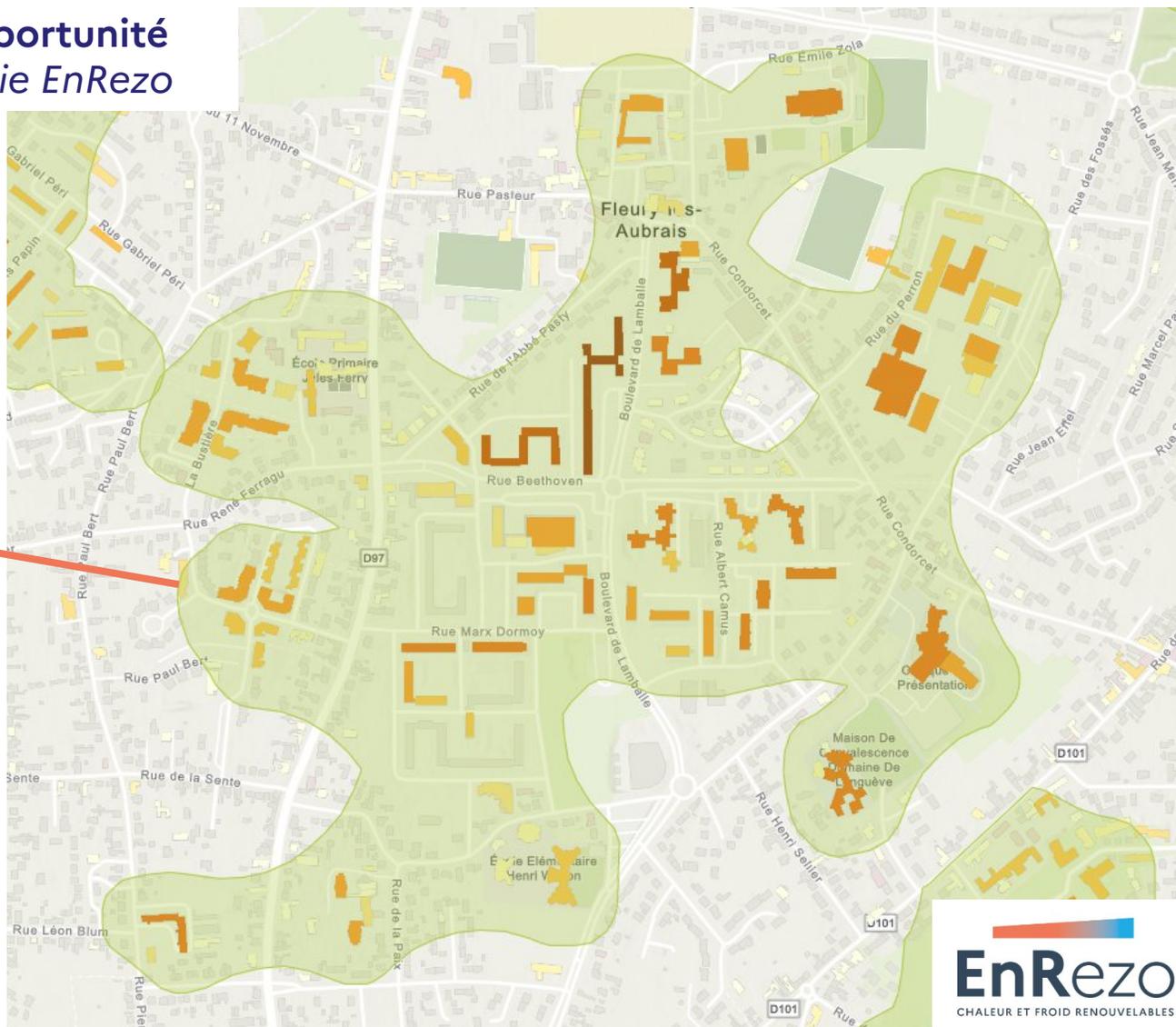
Hypothèse : L'emprise au sol correspond à 2,5 fois la surface de capteurs.

→ Pour 802 m² de capteurs, l'emprise au sol est estimée à environ 2 000 m².

Analyse thématique – le solaire thermique

Analyse effectuée pour chaque zone d'opportunité
→ disponible directement sur la cartographie EnRezo

Zone d'opportunité chaud à potentiel - N°45000097	
Distance = 250m ; Besoin min bâtiment=100MWh ; Densité th = 3	
Cumul des besoins en chauffage des bâtiments "intéressants" de la zone en MWh/an	15 449
Cumul des besoins en ECS des bâtiments "intéressants" de la zone en MWh/an	2 834
Part tertiaire de la surface des bâtiments (en %)	0,24
Nombre de bâtiments "intéressants" dans la zone	97
Géothermie profonde (1=potential à étudier, 0=pas de potentiel à priori)	1
Surface de capteur solaire (m ²) pour une centrale solaire thermique (ST) couvrant 80 % des besoins ECS de la zone - Pour un réseau fonctionnant à basse température BT	5 361
Surface de capteur solaire (m ²) - HT	7 824
Emprise au sol (m ²) - BT	13 402
Emprise au sol (m ²) - HT	19 561



Analyse thématique – le solaire thermique

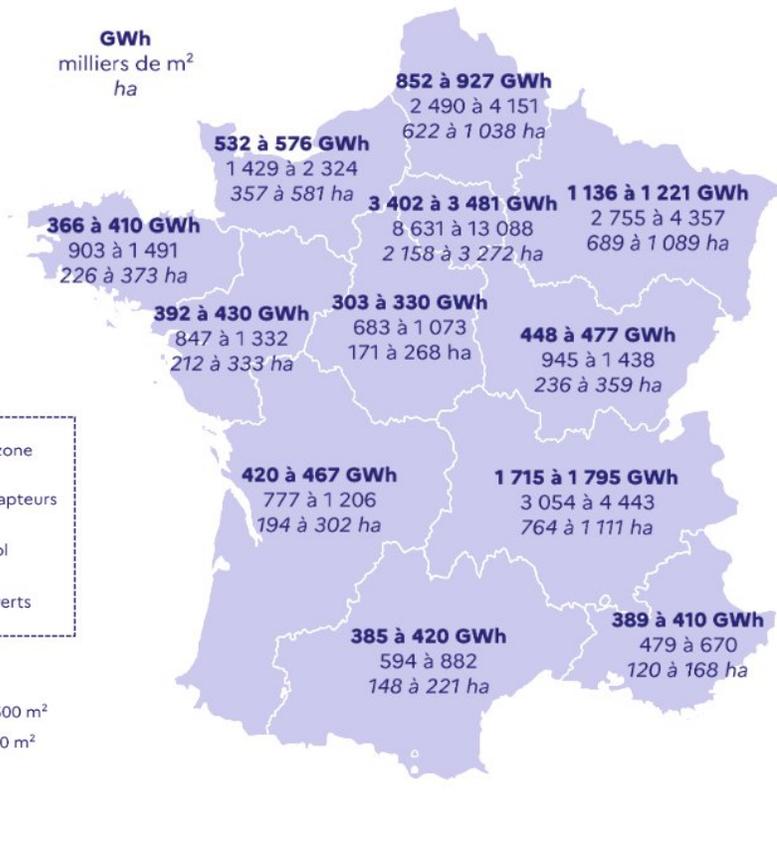
Synthèse des résultats par région avec focus sur les installations de plus de 1 500 m²

→ disponible sur notre centre de ressources : reseaux-chaaleur.cerema.fr

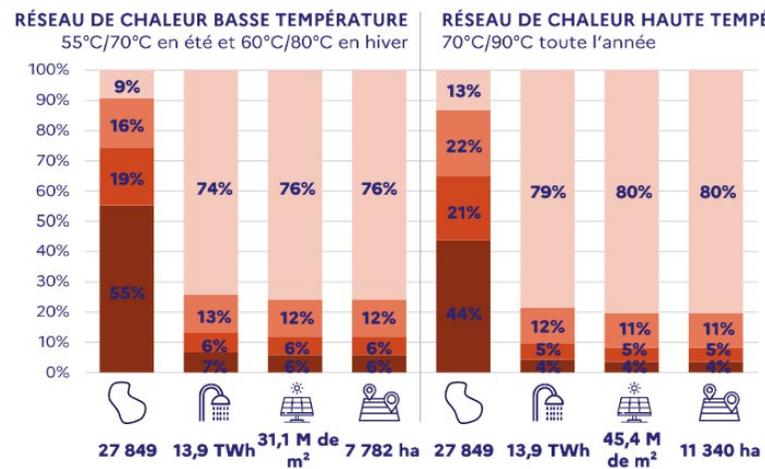


Installations de plus de 1 500 m²

Besoins couverts par le solaire (80% de l'ECS des zones à « potentiel ») : 10,4 à 11 TWh
 Surface de capteurs solaires nécessaires pour couvrir 80% de l'ECS : 23 604 à 36 485 milliers de m²
 (en fonction du régime de température du réseau de chaleur)
 Surface au sol nécessaire pour accueillir les capteurs solaires : 5 901 à 9 121 ha



RÉPARTITION DES ZONES D'OPPORTUNITÉ À « POTENTIEL » PAR CATÉGORIE



Analyse thématique – le solaire thermique



Les limites de l'analyse sur le solaire thermique

- Pas de prise en compte de la disponibilité foncière
- Pas de prise en compte du régime de température des réseaux à proximité

Les analyses thématiques

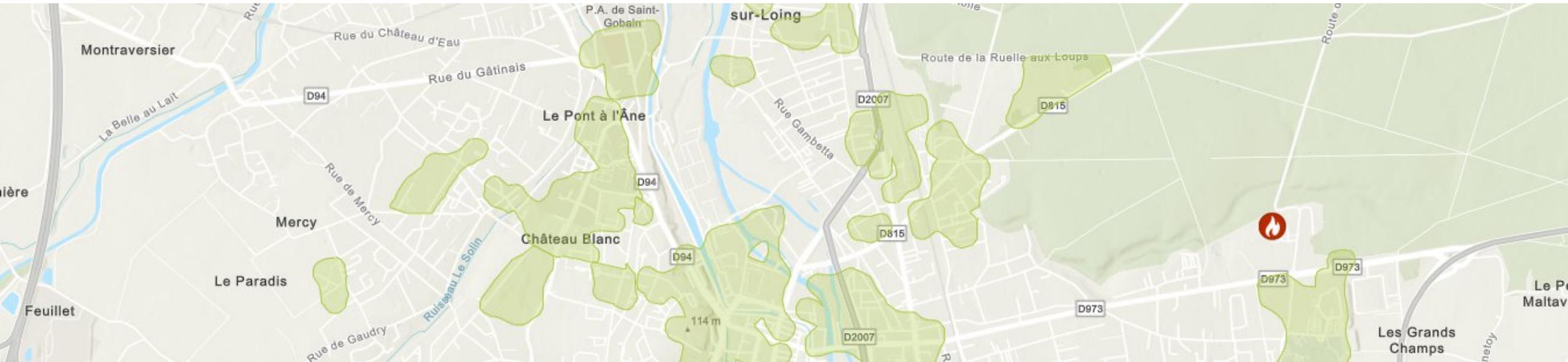


Les usines
d'incinération des
ordures ménagères

Analyse thématique – les UVE

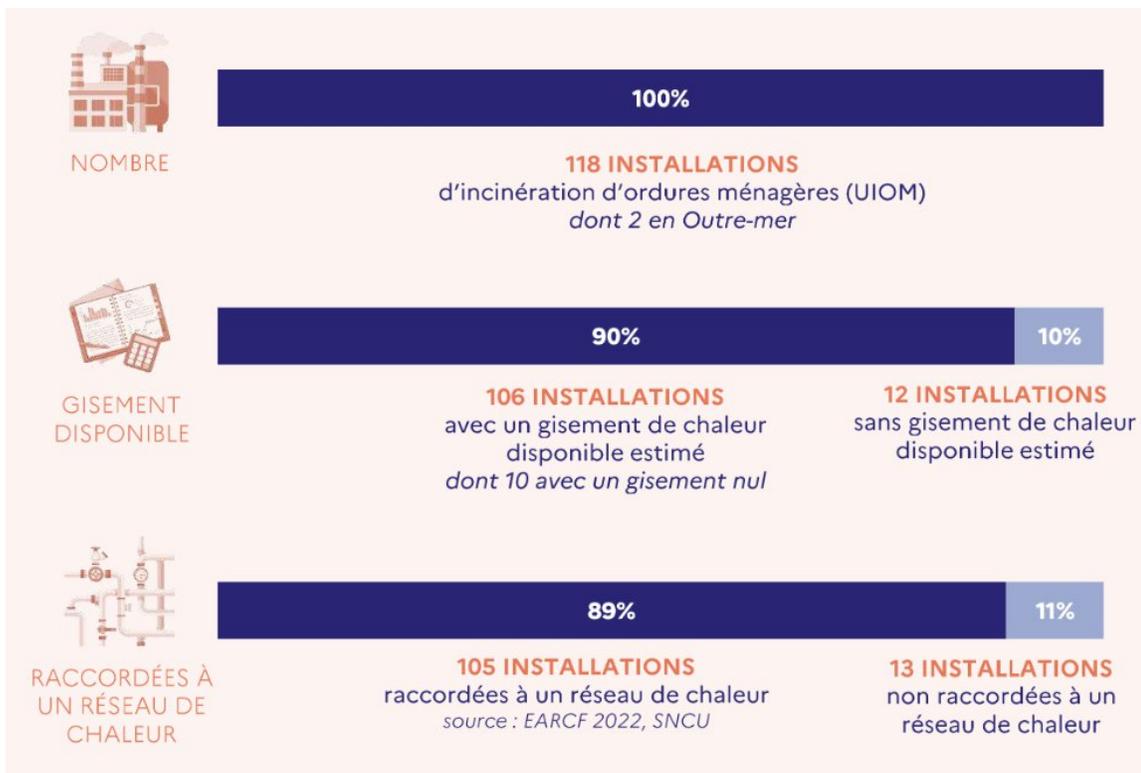


Et si on valorisait le gisement restant d'une **UVE** pour alimenter une **zone d'opportunité « réseaux de chaleur »** identifiée dans EnRezo ?



Analyse thématique – les UVE

1 On caractérise le parc des installations



Info : Les données proviennent de SINOE et du SVDU pour l'estimation des gisements disponibles.

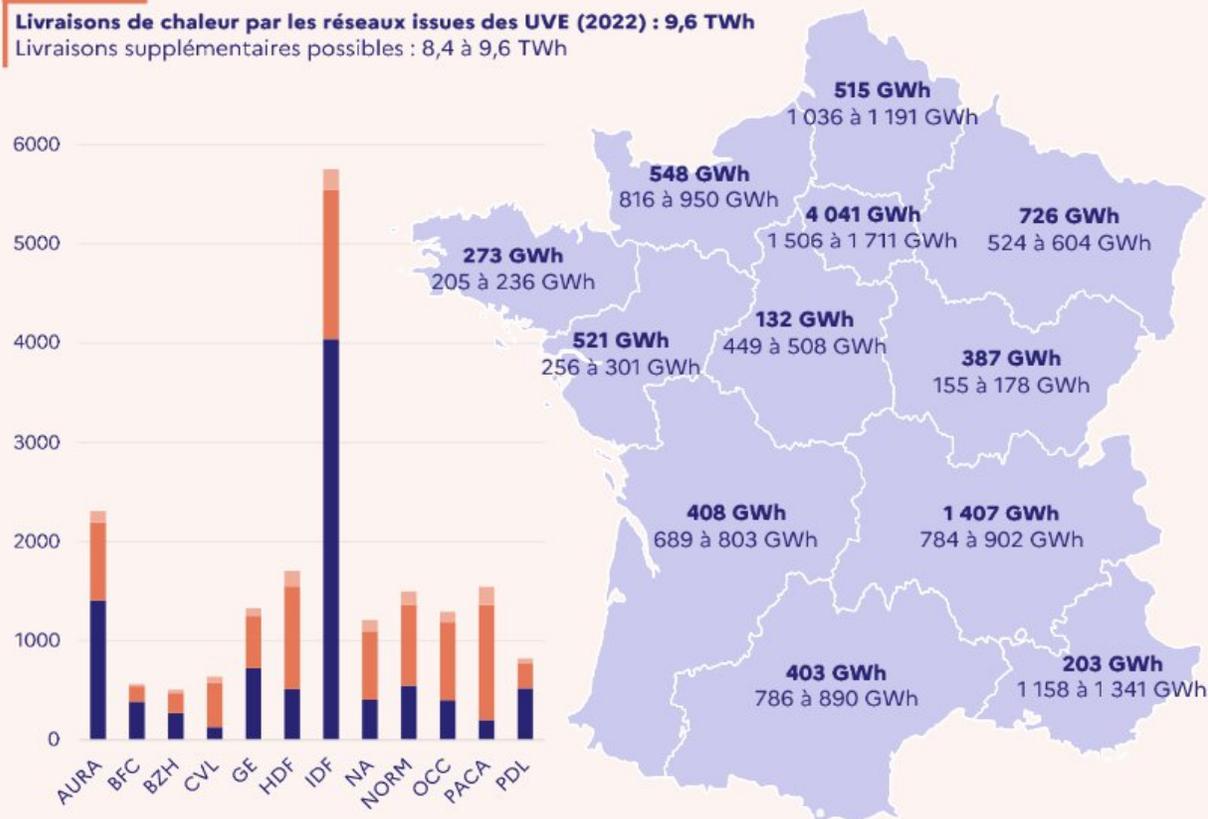
RÉPARTITION RÉGIONALE DE LA CHALEUR FATALE ISSUE DES UVE

Source : SVDU, SN2E, 2020

NATIONAL

Livraisons de chaleur par les réseaux issues des UVE (2022) : 9,6 TWh

Livraisons supplémentaires possibles : 8,4 à 9,6 TWh

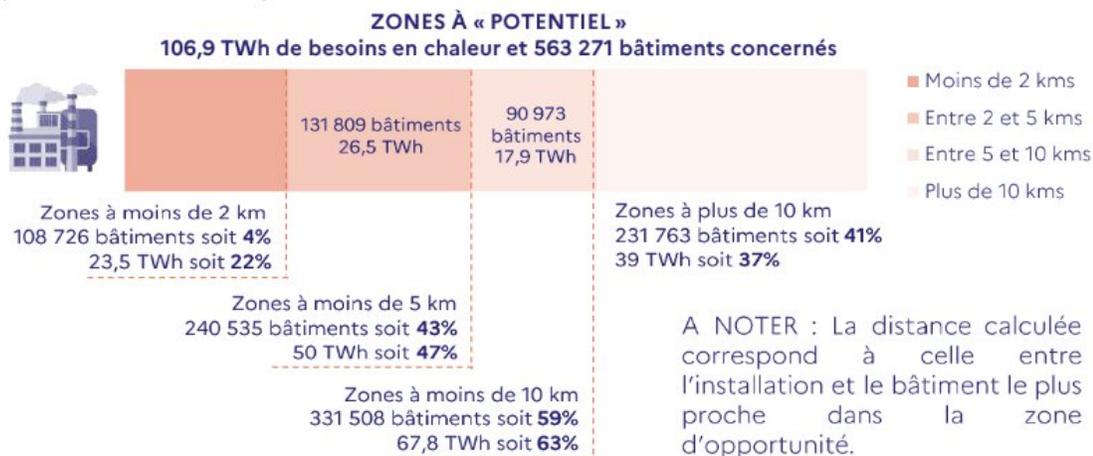


Analyse thématique – les UVE

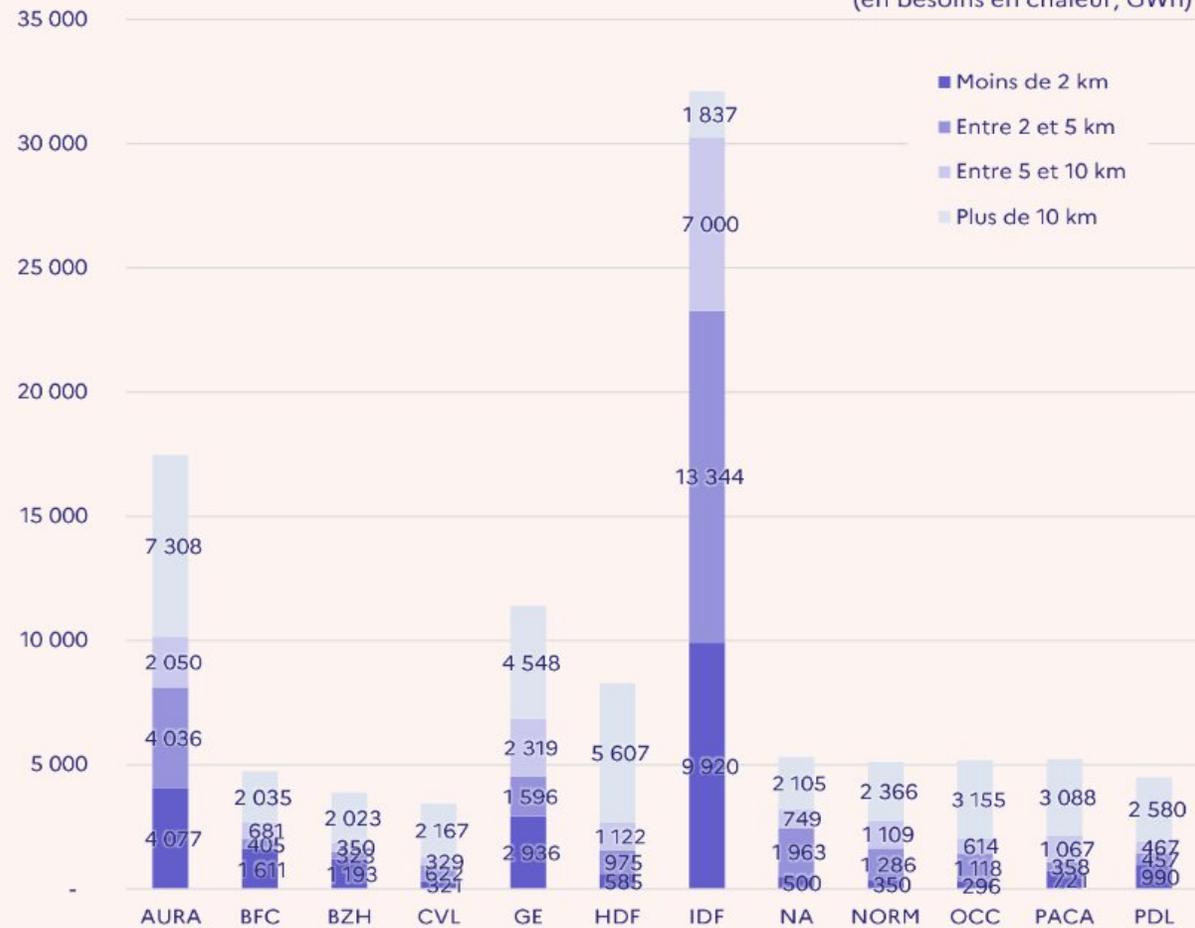
2

On évalue la distance des zones d'opportunité par rapport aux installations

DISTANCE DES ZONES D'OPPORTUNITÉ PAR RAPPORT AUX INSTALLATIONS
(en besoins en chaleur)



RÉPARTITION RÉGIONALE DES ZONES EN FONCTION DE LA DISTANCE
(en besoins en chaleur, GWh)



Analyse thématique – les UVE

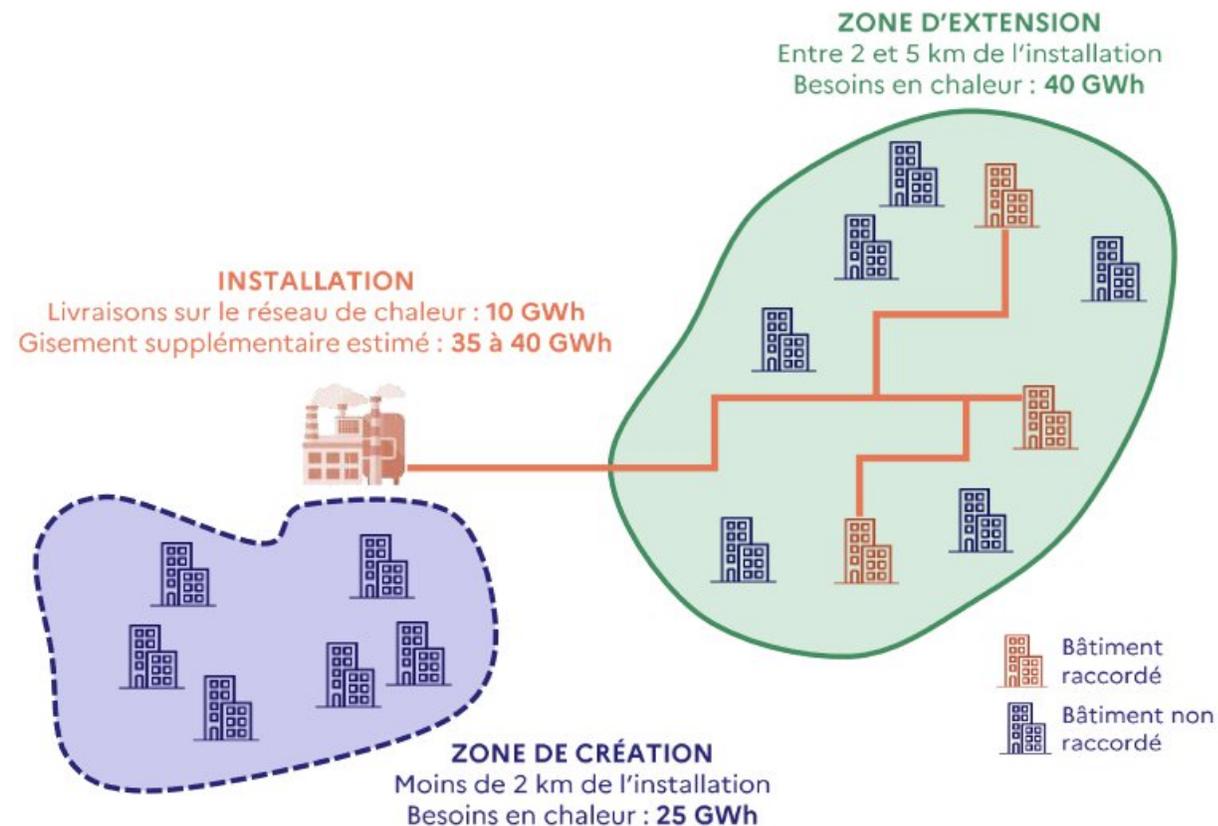
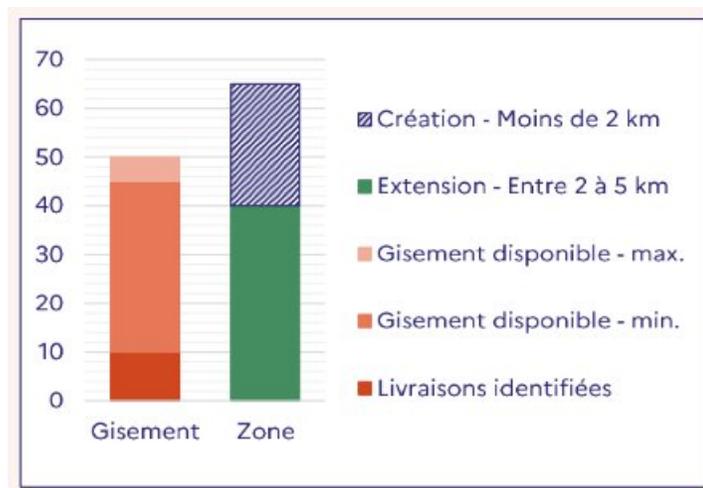
3 Pour chaque région, une analyse spécifique est réalisée sur les installations avec un gisement encore disponible identifié par le SVDU.

Critère 1 : La distance

- Moins de 2 km
- Entre 2 et 5 km
- Entre 5 et 10 km

Critère 2 : L'existence d'un réseau (données FCU)

- La présence d'un réseau
- L'absence de réseau

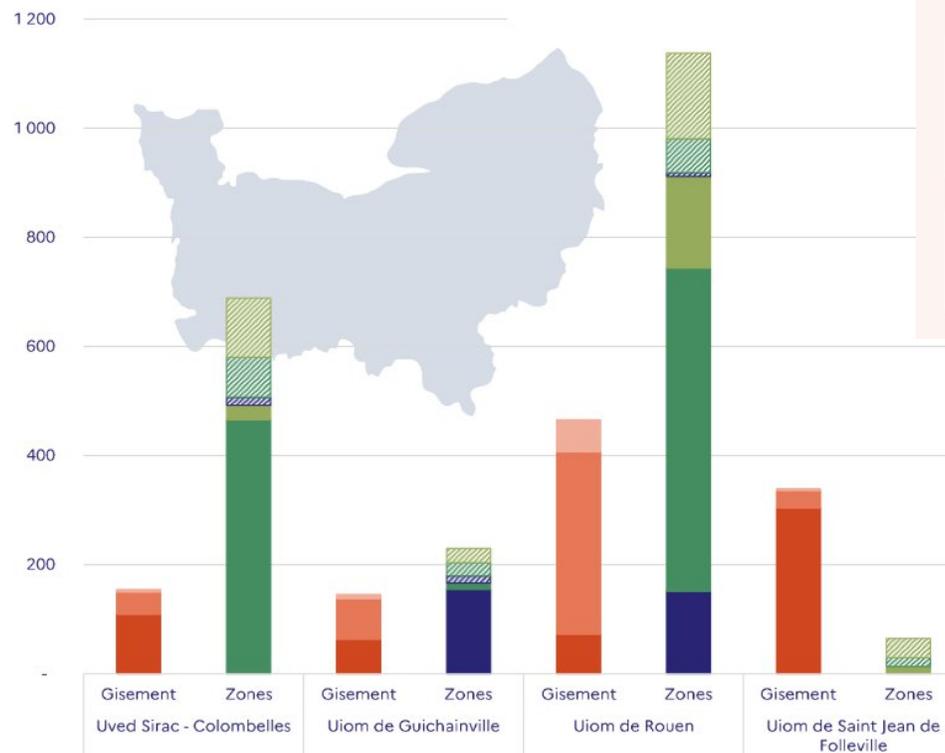
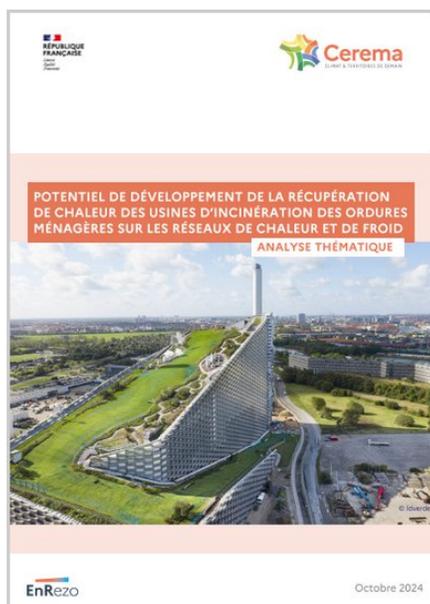


Analyse thématique – les UVE

Synthèse des résultats par région

→ disponible sur notre centre de ressources : reseaux-chaaleur.cerema.fr

→ Exemple de la région Normandie



- Livraisons identifiées
- Gisement disponible - minimum
- Gisement disponible - maximum
- Extension - Moins de 2 km
- Extension - Entre 2 et 5 km
- Extension - Entre 5 et 10 km
- Création - Moins de 2 km
- Création - Entre 2 et 5 km
- Création - Entre 5 et 10 km

LES DIFFÉRENTS CAS



DES UVE DÉJÀ RACCORDÉES AVEC DES POTENTIELS DE DÉVELOPPEMENT SUPPLÉMENTAIRES

Les réseaux de chaleur de Rouen, de Caen (Colombelles) et d'Evreux (Guichainville) sont déjà alimentés par des UVE. Le gisement supplémentaire disponible pourrait permettre d'alimenter des extensions de réseau.



DES UVE ÉLOIGNÉES DES ZONES DE BESOINS

L'installation de Saint-Jean de Folleville, éloignée des zones « à potentiel », permet d'alimenter un site industriel.

Analyse thématique – les UVE



Les limites de l'analyse sur les UVE

→ Pas de prise en compte de notion de temporalité du gisement (en effet, le gisement restant disponible peut l'être en été).

Les analyses thématiques



Réseaux de froid et
sensibilité aux ICU

Analyse thématique - Local climate zones (LCZ)

Phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU)

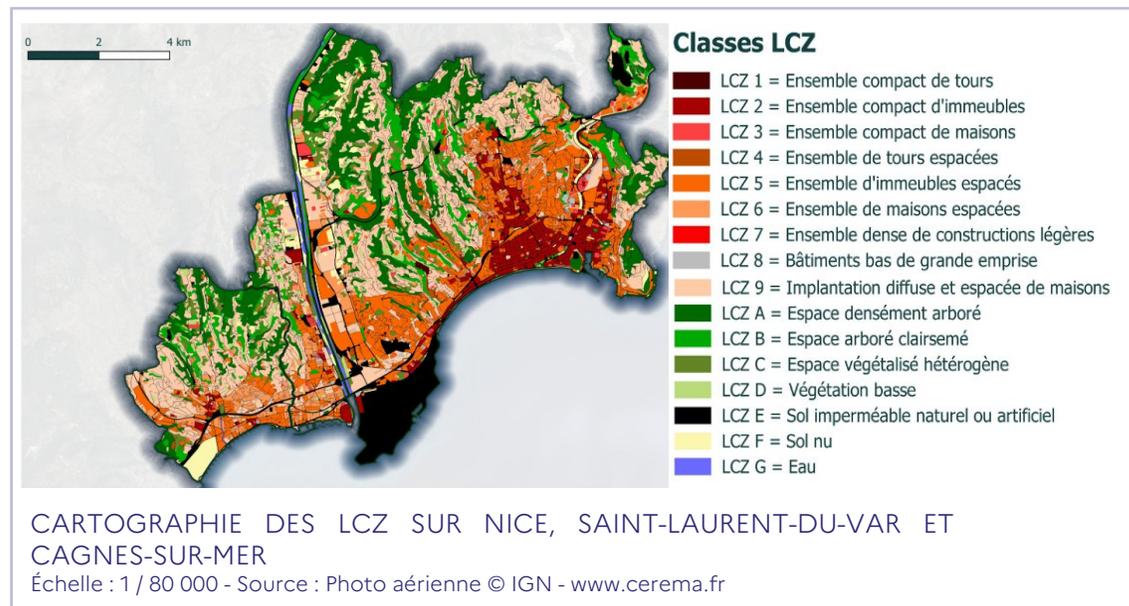
Caractérisé par des températures plus élevées en ville que dans les campagnes et de façon marquée pendant les nuits d'été.

Zones climatiques locale (LCZ)

Classification géo-climatique des territoires urbanisés.

Indicateurs: occupation des sols, présence de végétation et d'eau, implantation et hauteur des bâtiments

Découpage en unité de surface urbaine (îlot ou quartier) avec un **comportement climatique homogène**.



Travaux du Cerema sur la surchauffe urbaine : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/cerema-publie-nouvelles-donnees-surchauffe-urbaine>

Adaptation au changement climatique

Identification des zones de surchauffe pour trouver des solutions pour en limiter les effets.

Développer les **réseaux de froid** permettrait d'**éviter** une utilisation massive de systèmes de **refroidissement individuels** tels que les PAC aérothermiques, contribuant à l'augmentation de cet effet d'ICU.

Analyse thématique - LCZ - Méthode

Objectif

Affecter un attribut aux zones d'opportunité « réseaux de froid » afin de pouvoir les prioriser en fonction de la sensibilité de la zone à l'effet d'ICU.

1

Données d'entrée

Carte des classes « [Zones Climatiques Locales](#) » (ou LCZ) du Cerema.

Permet de caractériser la **sensibilité au phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU)** dans les territoires.

→ sur 83 aires urbaines de plus de 50 000 habitants.

2

Croisement entre les données LCZ et les zones d'opportunité « réseau de froid ». Calcul de l'indicateur « icu_sensib ».

$$\text{icu_sensib} = \frac{\sum_i (A_{i(a,b)} * uhi_sensi_b)}{\sum_i A_{i(a,b)}} * \frac{100}{5}$$

avec A : aire correspondante à l'intersection de la zone d'opportunité (a) avec la zone LCZ (b) caractérisée par une valeur de « **uhi_sensi** ». Les valeurs prises par « **uhi_sensi** » vont de 0 à 5. (Pour le détail, voir [notre analyse](#))



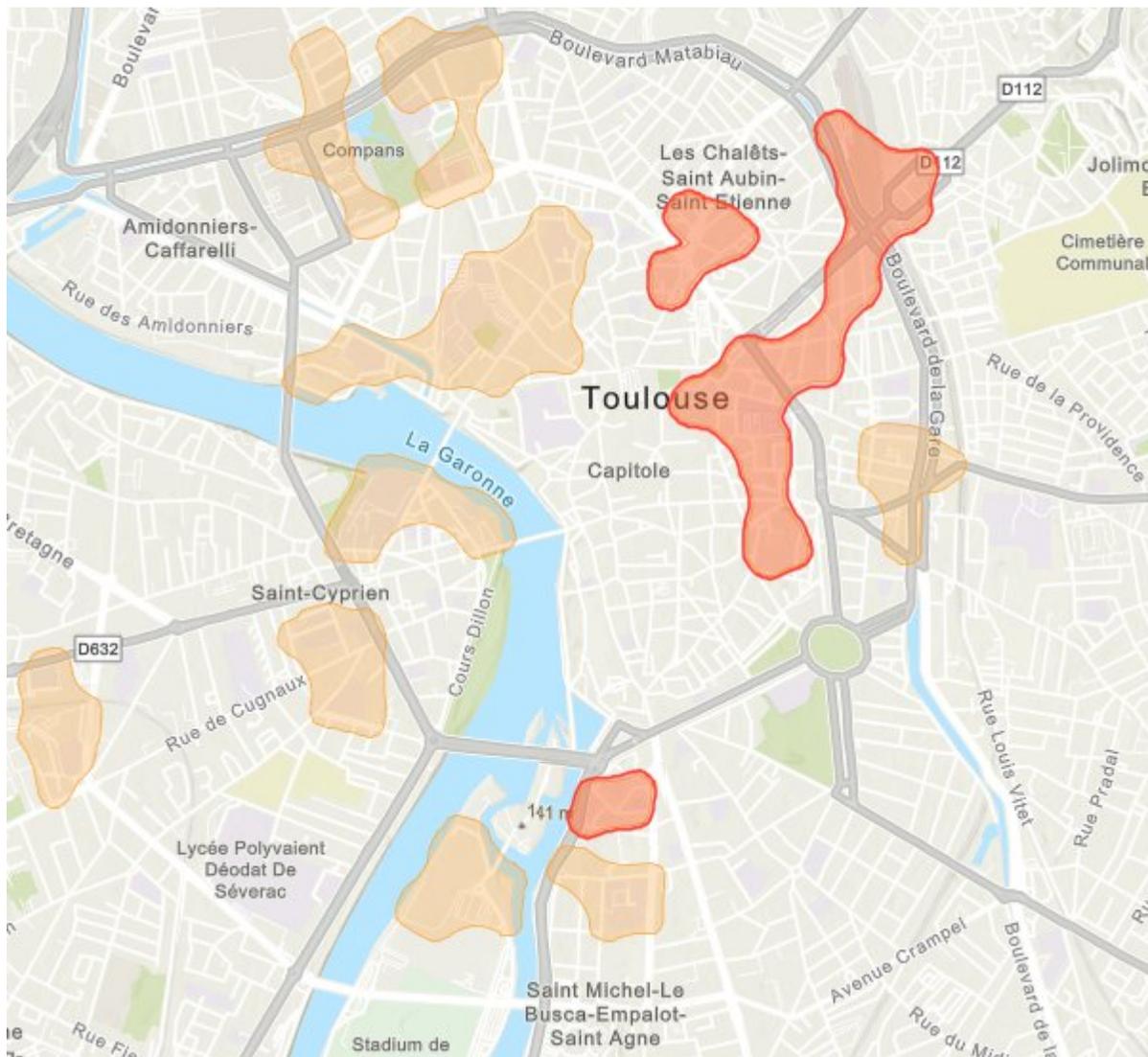
3

Attribution d'un « **niveau de sensibilité** » pour chaque zone.

Attribut	valeur « icu_sensib » calculée	
Sensibilité faible à nulle		[0 - 20[
Faible sensibilité		[20 - 40[
Sensibilité modérée		[40 - 60[
Forte sensibilité		[60 - 80[
Très forte sensibilité		[80 - 100]

Analyse thématique - LCZ - Exemple d'application

Exemple d'utilisation, sur la ville de Toulouse



La ville présente de nombreuses zones d'opportunité « à fort potentiel » pour le développement de réseaux de froid

Pour chaque zone, il est possible d'accéder aux données sur les besoins en froid, la part tertiaire, ainsi que la sensibilité à l'effet d'îlot de chaleur urbain

Zone d'opportunité froid à fort potentiel - N°31000018

Distance=250m ; Besoin min bâtiment=300MWh ; Densité th = 3

Filière	froid
Cumul des besoins en froid des bâtiments "intéressants" de la zone en MWh/an	6980
Part tertiaire de la surface des bâtiments (en %)	0,95
Nombre de bâtiments "intéressants" dans la zone	58
Sensibilité à l'effet d'îlot de chaleur urbain de la zone d'opportunité calculée à partir des Local Climate Zones (voir méthodologie)	Très forte sensibilité

On identifie les zones sur lesquelles:

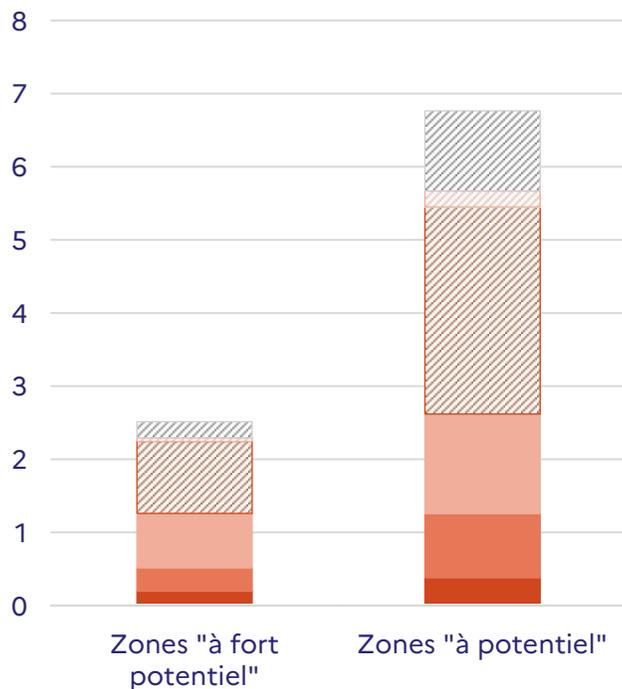
- il n'existe pas encore de réseau
- il y a une « très forte sensibilité » à l'effet d'îlot de chaleur urbain

Ici trois zones en surbrillance peuvent être considérées comme **prioritaires** au vu de leur très forte sensibilité à l'effet d'ICU.

Elle présentent de plus une part tertiaire importante (entre 95 et 100%)

Analyse thématique - LCZ - Résultats

BESOINS DES ZONES D'OPPORTUNITÉS
PAR TYPE DE SENSIBILITÉ A L'ICU
(TWH)



- Très forte sensibilité
- Forte sensibilité
- Sensibilité modérée
- Sensibilité faible à nulle
- N/A

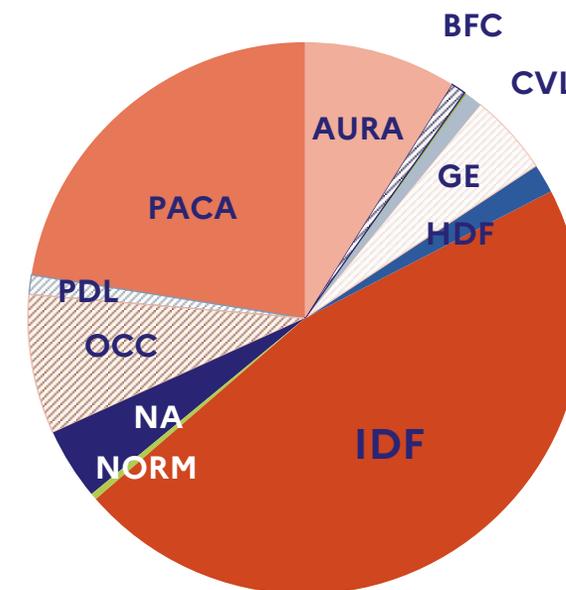
Au niveau national, les zones d'opportunité « à potentiel » pour le développement de réseaux de froid, dont la sensibilité à l'ICU est jugée comme « forte » ou « très forte », représentent :

1,26 TWh
soit
20 %
de l'ensemble des besoins des zones « à potentiel »

(Représente environ 13 000 bâtiments)

A NOTER : Il se peut que certaines villes couvrent déjà une partie de leurs besoins par des réseaux de froid. L'existence de ces réseaux n'est pour l'instant pas prise en compte dans cette analyse.

RÉPARTITION DES BESOINS DES ZONES À « FORTE » ET « TRÈS FORTE SENSIBILITÉ » - ZONE À POTENTIEL - PAR RÉGION



- AURA - 9%
- BFC - 1%
- BZH - 0,1%
- CVL - 1%
- CORSE - 0%
- GE - 5%
- HDF - 2%
- IDF - 46%
- NORM - 0,3%
- NA - 4%
- OCC - 8%
- PDL - 1%
- PACA - 22%

Analyse thématique - LCZ - Limites



Les limites de l'analyse sur la sensibilité ICU

- Les besoins des zones identifiées comme « à forte » et « très forte » sensibilité à l'ICU ne tiennent pas compte des bâtiments déjà raccordés à un réseau de froid.
- Les « Local Climate Zones » permettent d'approcher une sensibilité à l'ICU sans véritablement le caractériser (aucune donnée de température n'est utilisée).

Les analyses thématiques



Les besoins en froid dans les DROM

Analyse thématique – les besoins en froid dans les DROM



C'est une estimation des **besoins en froid** de l'ensemble des bâtiments résidentiels et tertiaires dans les DROM

Estimation des **besoins annuels en froid** dans les DROM par EnRezo

2,8 TWh

À NOTER : L'étude porte sur les Départements et Régions d'Outre-Mer hors Mayotte.

RÉPARTITION DES BESOINS EN FROID



Estimation des **besoins annuels en froid** en France Métropolitaine par EnRezo

57 TWh

RÉPARTITION DES BESOINS EN FROID



Pour accéder à l'analyse thématique :

<https://reseaux-chaaleur.cerema.fr/espace-documentaire/analyse-du-potentiel-developpement-des-reseaux-froid-dans-les-drom>

Analyse thématique – les zones d’opportunité dans les DROM



C’est l’identification de **zones d’opportunité pour le développement de réseaux de froid** dans les DROM.

Zones d’opportunité pour les réseaux de froid – DROM

Les zones à « fort potentiel »

7% des besoins de froid dans les DROM



200 GWh



Plus de **2 500** bâtiments

Les zones à « potentiel »

14% des besoins de froid dans les DROM



384 GWh



Plus de **4 000** bâtiments

Pour accéder à l’analyse thématique :

<https://reseaux-chaaleur.cerema.fr/espace-documentaire/analyse-du-potentiel-developpement-des-reseaux-froid-dans-les-drom>

Zones d’opportunité pour les réseaux de froid – France Métropolitaine

Les zones à « fort potentiel »

4% des besoins nationaux de froid



2,5 TWh



Plus de **20 000** bâtiments

Les zones à « potentiel »

12% des besoins nationaux de froid



6,8 TWh

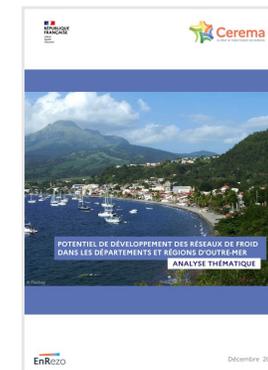


Plus de **78 000** bâtiments

A NOTER : les zones d’opportunité d’EnRezo sont plutôt ambitieuses car elles s’affranchissent du type de chauffage ou de la présence d’émetteurs de froid dans les bâtiments.

Analyse thématique régionale

Des analyses régionales sont disponibles pour les besoins en froid et les zones d'opportunité construites dans EnRezo...



RÉPARTITION RÉGIONALE DES ZONES À « POTENTIEL »

Pour rappel, les zones à « potentiel » prennent en compte les bâtiments dont les besoins en froid sont supérieurs à 100 MWh/an.

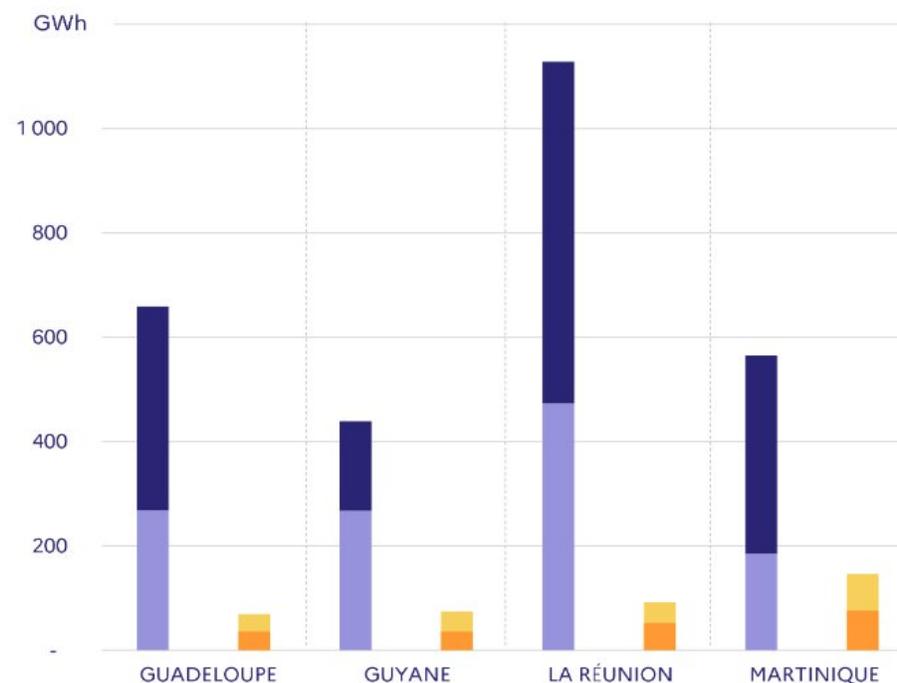
DROM
Besoins en froid : 384 GWh
 Nombre de bâtiments concernés : 4 065
 Taux de couverture des besoins en froid par les zones à « potentiel » : 14 %



Besoins en froid
 Nombre de bâtiments concernés
10% Taux de couverture des besoins en froid par les zones d'opportunité « à potentiel »*

*Rapport entre les besoins compris dans les zones d'opportunité et les besoins en froid du territoire

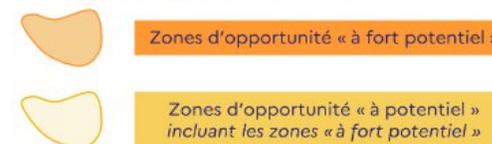
COMPARAISON ENTRE LES BESOINS EN FROID ET LES ZONES D'OPPORTUNITÉ



Les besoins en froid en GWh



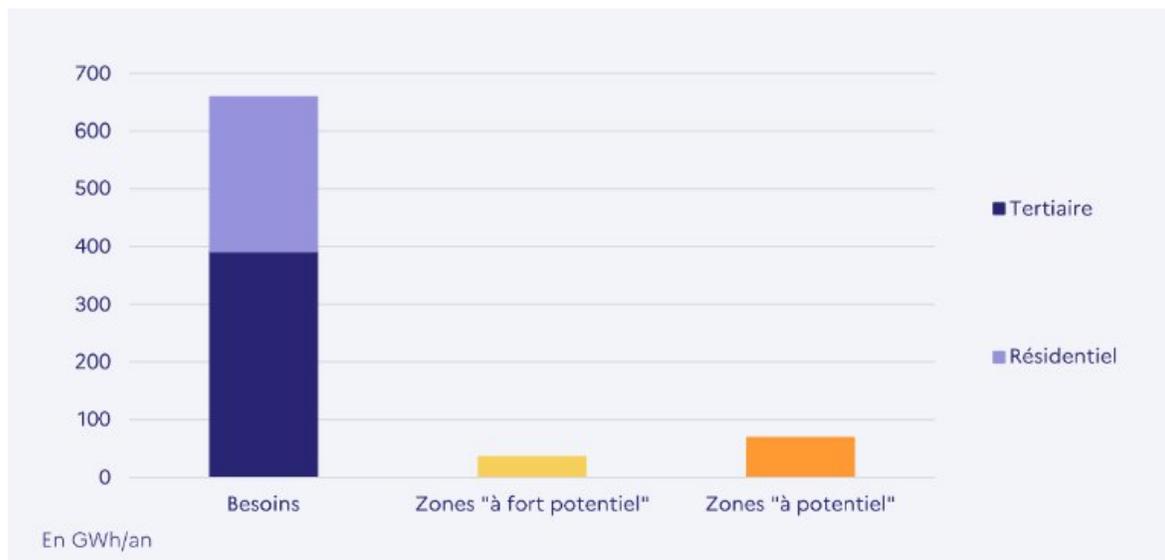
Les zones d'opportunités en GWh



Analyse thématique régionale

...avec des fiches régionales détaillées.

→ Exemple de la Guadeloupe



LA GUADELOUPE



LE FROID

LES BESOINS EN FROID

	Résidentiel	268 GWh
	Tertiaire	391 GWh
	TOTAL	659 GWh

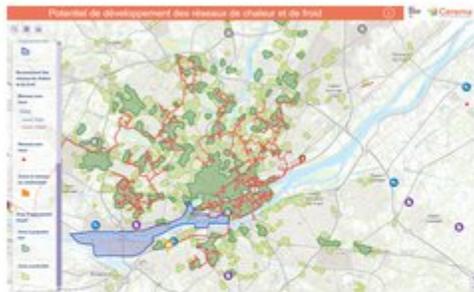
LES ZONES D'OPPORTUNITÉ « RÉSEAUX DE FROID »

	Zones d'opportunité « à fort potentiel »	36 GWh
	Zones d'opportunité « à potentiel »	69 GWh

Démonstration

Lien vers EnRezo

<https://reseaux-chaaleur.cerema.fr/espace-documentaire/enrezo>



Accès à EnRezo



Accès à EnRezo -
Expert



Accès à EnRezo -
2050



Accès à EnRezo -
DROM

EnRezo 2050



Prospective : estimation des besoins à horizon 2050

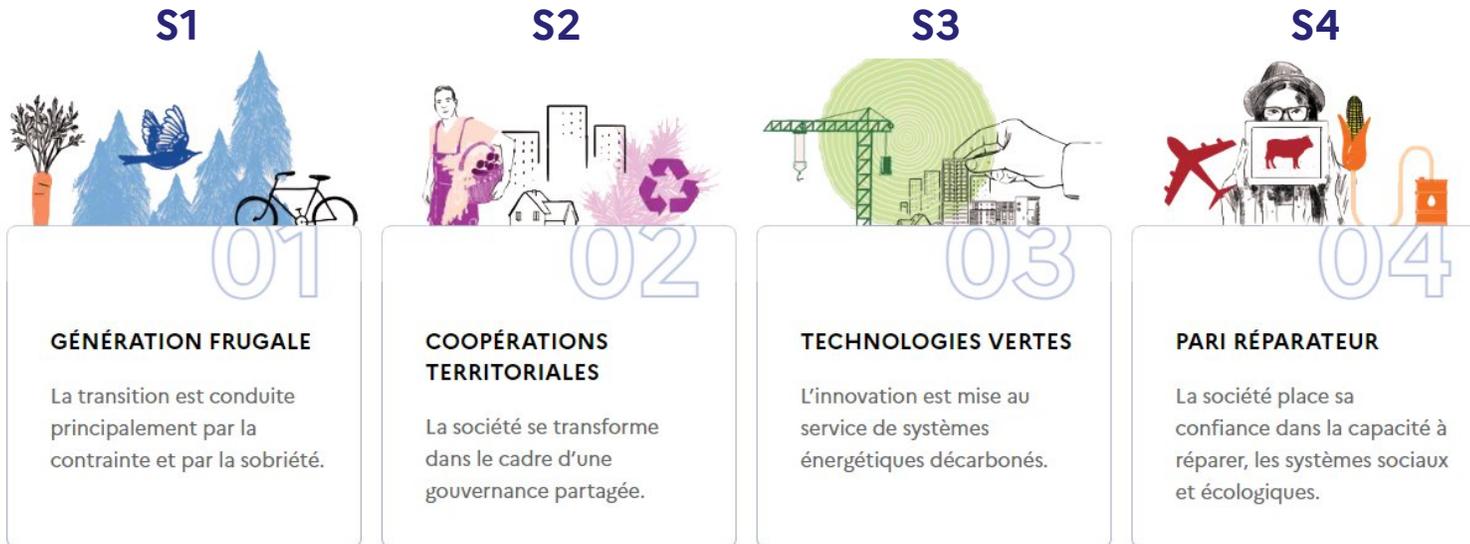
Même méthode que pour les besoins actuels.

Deux bases de données sont adaptées au contexte futur :

- les **ratios de consommation** en chaleur et en froid,
- la **correction climatique** des besoins en chaleur pour corriger les ratios nationaux en fonction du climat local et de son évolution.

Scénario

**TRANSITION(S)
2050**
CHOISIR MAINTENANT
AGIR POUR LE CLIMAT



Application de ratios de consommation

fournis par l'**ADEME** (2022) dans l'étude Transition(s) 2050 pour le chaud et le froid. Scénarisation de l'atteinte de la neutralité carbone de notre pays selon quatre scénarios de référence.



Correction climatique « 2050 »

La correction climatique « 2050 » est basée sur les DJU « 2050 » modélisés par Copernicus. La modélisation fournit des DJU à une maille d'environ 20 km qui sont ensuite agrégés à la maille départementale et nationale pour calculer le facteur de correction climatique « 2050 ». [Voir l'outil en ligne et la documentation sur Copernicus >](#)

Démonstration

Lien vers EnRezo

<https://reseaux-chaleur.cerema.fr/espace-documentaire/enrezo>



Accès à EnRezo



Accès à EnRezo -
Expert



Accès à EnRezo -
2050



Accès à EnRezo -
DROM

Le mot de la DGEC

Régionalisation de la PPE

- **Origine** : En application de l'article 83 de la loi dite « Climat et résilience », des objectifs régionaux de développement des EnR devront être établis par décret pour le territoire métropolitain
- **Objectif** : disposer d'objectifs à horizon 2030/2035 du potentiel de développement de chaque ENR&R dans chacune des régions pour alimenter les travaux de planification territoriale.
- **Méthodologie** : analyse des besoins de chaleur des régions pour les 3 grands usages de la chaleur (résidentiel, tertiaire et industrie)
- **Accompagnement** : La DGEC a partagé avec les DREAL (fin 2024-début 2025), grâce à la mobilisation du **Club de la chaleur**, de l'AFPAC, du Cerema, de l'Ademe et d'autres experts, des méthodes de détermination des objectifs régionaux des énergies renouvelables
- **Suite des travaux** : Après adoption de la PPE, demande du ministre aux comités régionaux de l'énergie (CRE) d'élaborer une proposition d'objectifs régionaux de développement des EnR



Questions / réponses

Les évolutions à venir



L'ajout de nouvelles données bâtementaires

Ajout des données de la BDNB



- Recalcul de l'ensemble des estimations de besoins en chaleur et en froid pour « coller » à la matrice de la BDNB (« groupes de bâtiments »)
- Affichage et téléchargement des données EnRezo-BDNB
- Passerelle avec les plateformes GoRenov Territoire et France Chaleur Urbaine

La prise en compte des modes de chauffage

Construction de zones d'opportunité prenant en compte les modes de chauffage des bâtiments

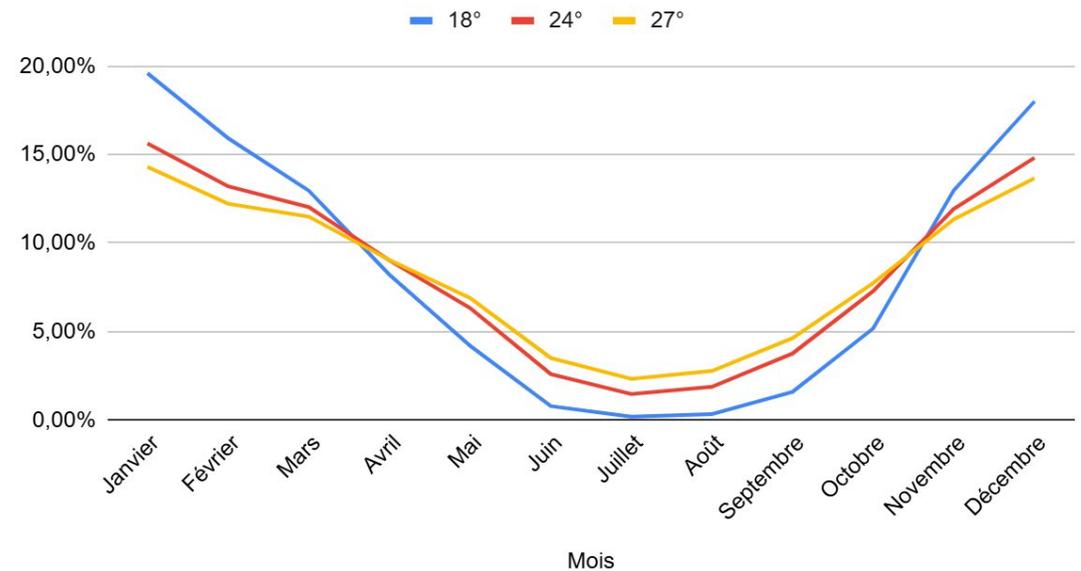
→ Nouvelles zones d'opportunité « réseaux de chaleur » discriminant les bâtiments selon leur mode de chauffage (individuel électrique notamment)

La modélisation de mix énergétiques fictifs

L'analyse d'une convergence des besoins énergétiques identifiés avec les gisements d'EnR&R situés à proximité

→ Mensualisation des estimations de besoins en chaleur et en froid

Répartition mensuelle des besoins de chauffe de Valence



La modélisation de mix énergétiques fictifs

L'analyse d'une convergence des besoins énergétiques identifiés avec les gisements d'EnR&R situés à proximité

- Mensualisation des estimations de besoins en chaleur et en froid
- Mensualisation des gisements d'EnR&R
- Analyse de convergences entre besoins et gisements
- Approcher un mix énergétique fictif du réseau à développer

Une approche « hors réseaux »

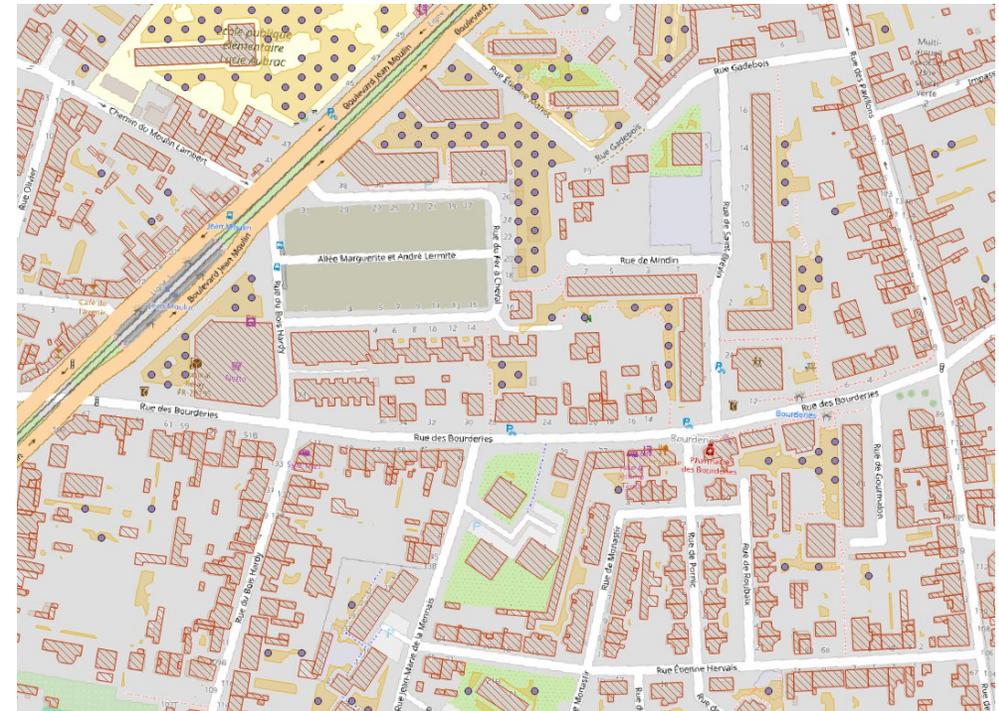
L'analyse, pour chaque bâtiment, des énergies renouvelables thermiques potentiellement mobilisables

- Caractérisation technique de chaque bâtiment au regard de son potentiel EnR (besoin énergétique, mode de chauffage, etc...)
- Caractérisation de l'environnement de chaque bâtiment (situation géographique, espace disponible sur la parcelle, etc...)
- Modélisation de gestes de rénovation (CSTB)
- Identification des énergies renouvelables thermiques à étudier en priorité

Une approche « hors réseaux »

Cadastre pour le développement de la géothermie sur sondes

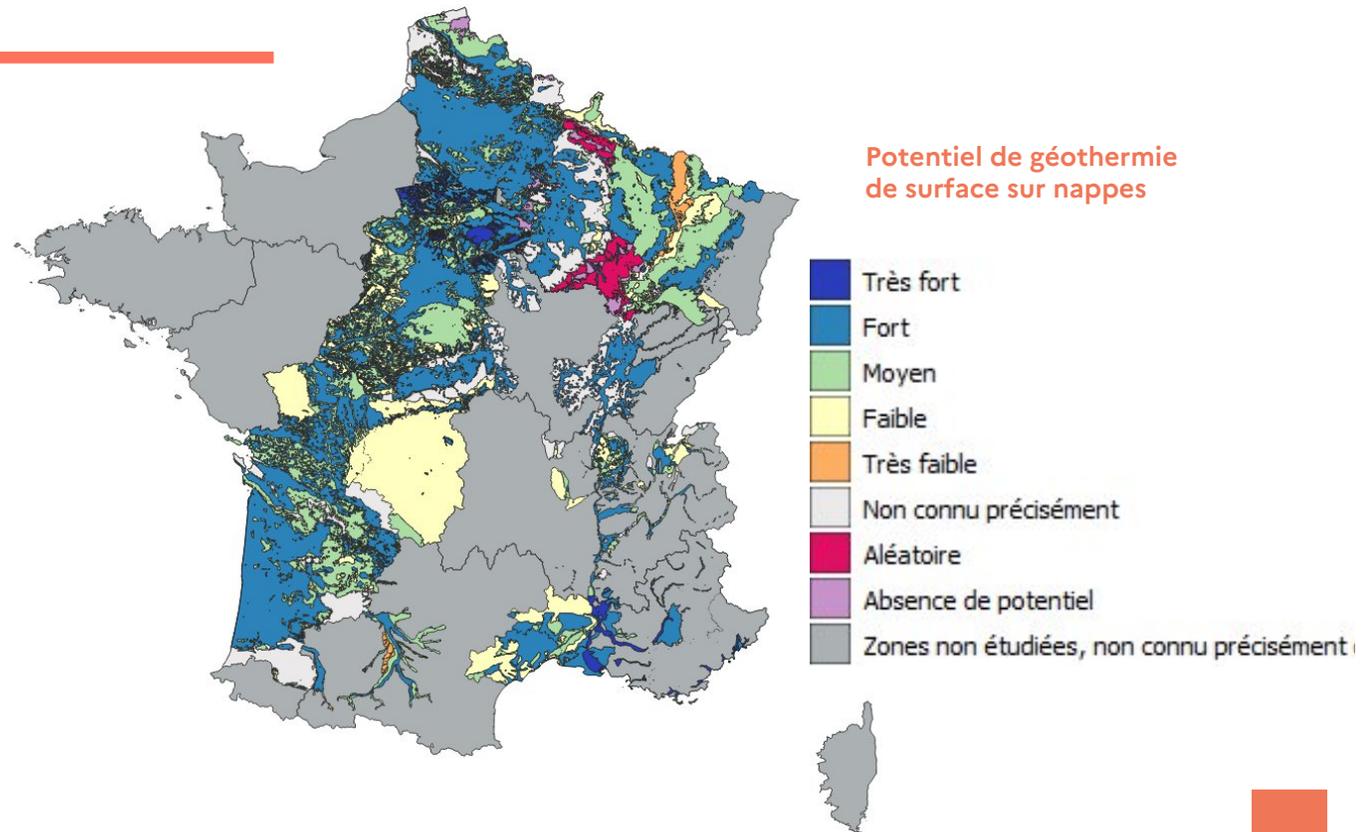
- Analyse géomatique pour déterminer la possibilité d'implémenter suffisamment de sondes géothermiques pour alimenter le bâtiment en chaleur
- Croisement entre le potentiel de géothermie sur sondes et le besoin en chaleur du bâtiment



Analyses thématiques à venir

Analyses thématiques sur la géothermie sur nappes

- Croisement des potentiels sur nappes avec les besoins en chaleur des bâtiments
- Analyse des potentiels de développement au sein et en dehors des réseaux de chaleur



Analyses thématiques à venir

Analyses thématiques sur la chaleur fatale industrielle

→ En lien avec la mise à jour de l'étude 2017 de l'ADEME

Le mot de la DGEC

Les plans chaleur & froid

- **Quoi ?** Disposition prévue en transposition de l'article 25-6 de la directive 2023/1791 efficacité énergétique ;
- **Qui ?** S'adresse à toutes les collectivités de + de 45 000 habitants ;
- **Pourquoi ?** Réaliser une planification globale pour la fourniture de chaleur et de froid à l'échelle de la collectivité
- **Où ?** Le PCAET est le document à privilégier pour la transposition de l'article 25-6 de la DEE afin de limiter la charge administrative des collectivités locales
- **Comment ?** Avec l'outil EnRezo du CEREMA dont le développement sera poursuivi en 2025 avec par l'ajout de nouvelles données



Questions / réponses

Merci de votre
attention

Contacts :

reseaux-chaleur@cerema.fr

