

Rencontre territoriale Réseaux de chaleur & froid

envirobat **bcm**

Remerciements



Programme de la journée

Matinée

- Principes généraux
- Outils disponibles à chaque étape d'un projet
- Retour d'expérience de la Ville de Port-de-Bouc

Déjeuner - Buffet

Après-midi

- Présentation et visite du réseau de chaleur et de froid du pôle Yvon Morandat



envirobat **bdm**

Histoire et raison d'être

- **Association régionale créée en 2003.**
- A destination des professionnels de la construction, la rénovation et l'aménagement durables
- Pour faire émerger des bâtiments et des quartiers **durables, respectueux** des humains, de la **biodiversité** et de **l'environnement**

Les réseaux de chaleur et de froid

-

Principes introductifs & généraux

Les enjeux climatiques

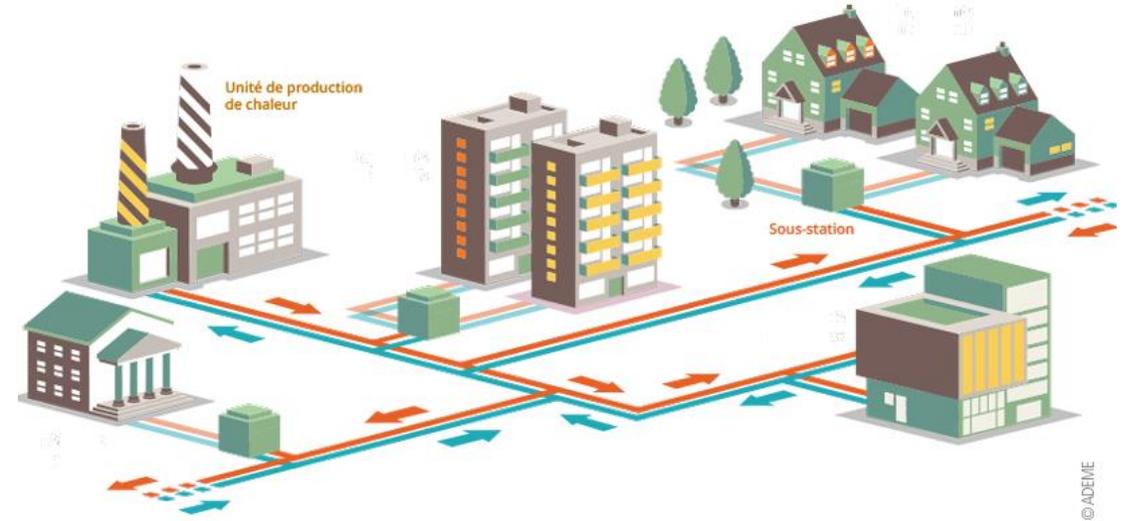
Pour limiter le réchauffement climatique, la France s'est engagée à :

- D'ici 2030 
 - Couvrir **33 % de la consommation finale** brute par des **ENR** ;
 - **Réduire de 40 %** les émissions de **GES** entre 1990 et 2030 ;
 - Accroître la part des ENR par usage : par exemple 38 % pour la chaleur.
- D'ici 2050 
 - Atteindre la **neutralité carbone** ;
 - Réduire de 50 % la consommation d'énergie finale par rapport à 2012.

Principe de fonctionnement d'un réseau

Peut alimenter tout type de bâtiment en chauffage, eau chaude sanitaire et refroidissement :

- Tertiaires
- Logements,
- Ecoles,
- Industries



Volume de chaleur livré 25x supérieur au volume de froid

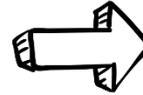
Composition d'un réseau de chaleur/froid

1. Unité de production chaud/froid
2. Réseau de distribution primaire
3. Sous-stations d'échange

Les avantages d'un réseau



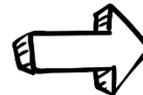
Diminuer les émissions de **gaz à effets de serre (GES)**



*20% des émissions de **GES** liées au **chauffage**
4,8 millions T de **CO2** évités chaque année*



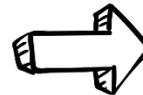
Participer au **développement d'énergies renouvelables** locales



*Taux d'**ENR & R** : **66,5%** en 2022
62,6% en 2021*



Assurer des **tarifs compétitifs** et **peu fluctuants**



*Prix moyen de la chaleur distribuée
80 € HT/MWh*



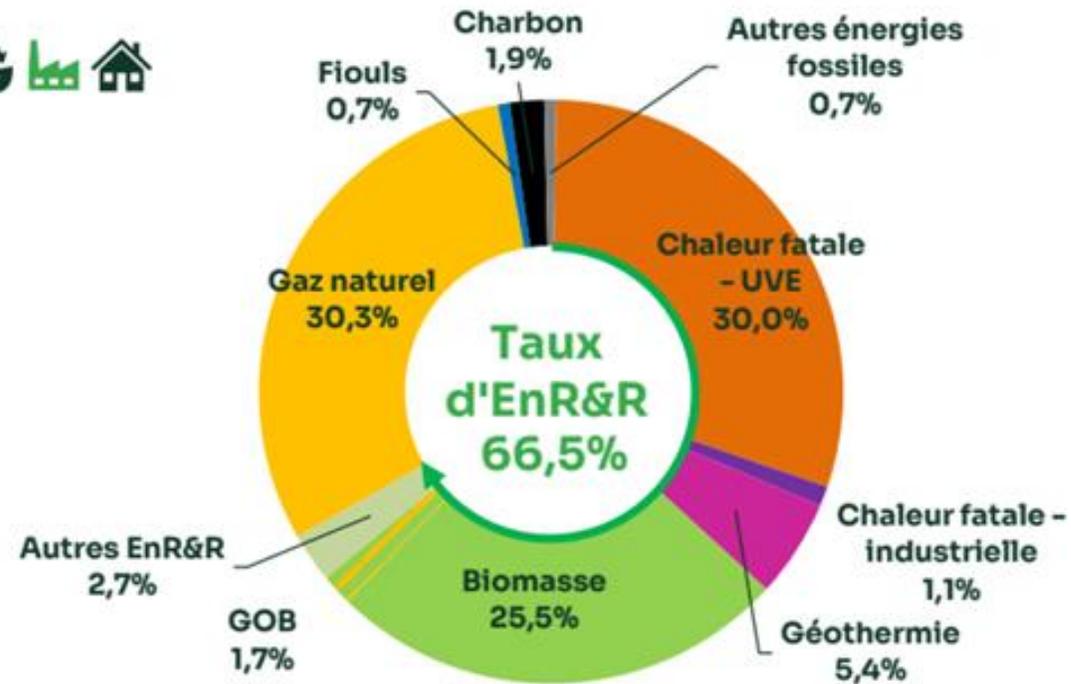
Favoriser les **emplois locaux**



Mutualiser les équipements

Mix énergétique 2022

En France



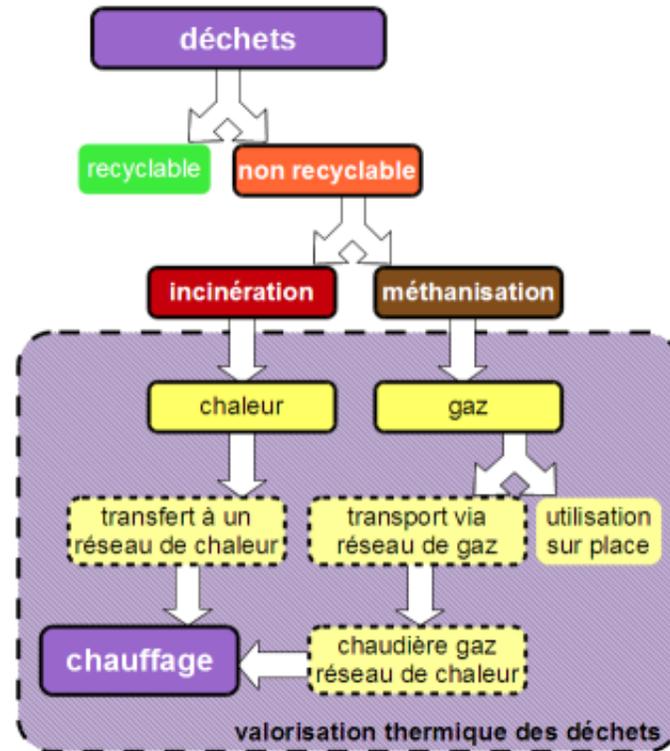
Les différentes sources d'énergie : la chaleur fatale

Chaleur qui est produite par un processus et qui peut être récupérée :

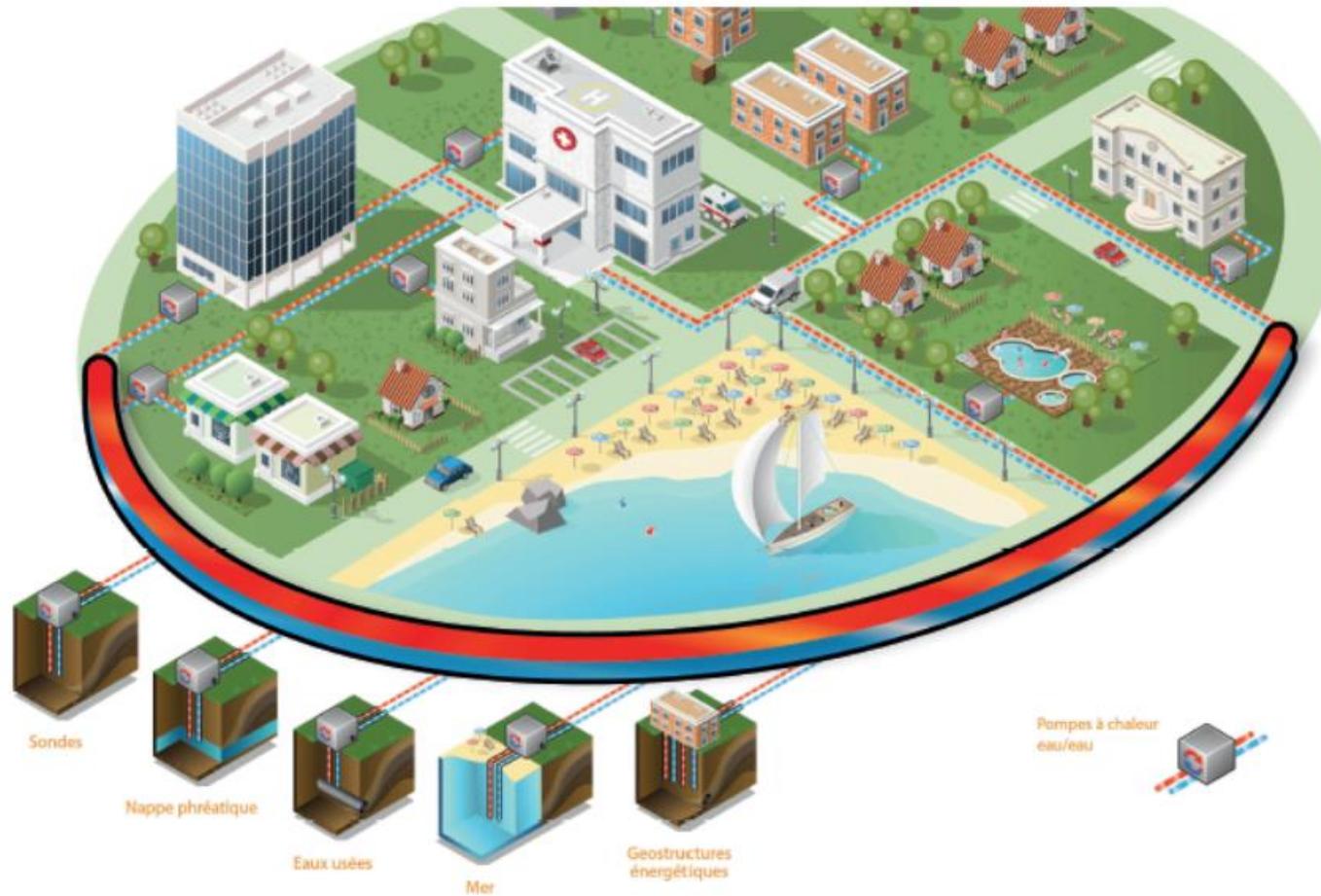
- Sites industriels
- Raffineries
- Station d'épuration des eaux usées (STEP)
- Data center
- Hôpitaux
- Unité d'incinération des ordures ménagères (UIOM)

Les différentes sources d'énergie : la chaleur fatale

Zoom sur les unités d'incinération des ordures ménagères (UIOM)



Les différentes sources d'énergie : la géothermie

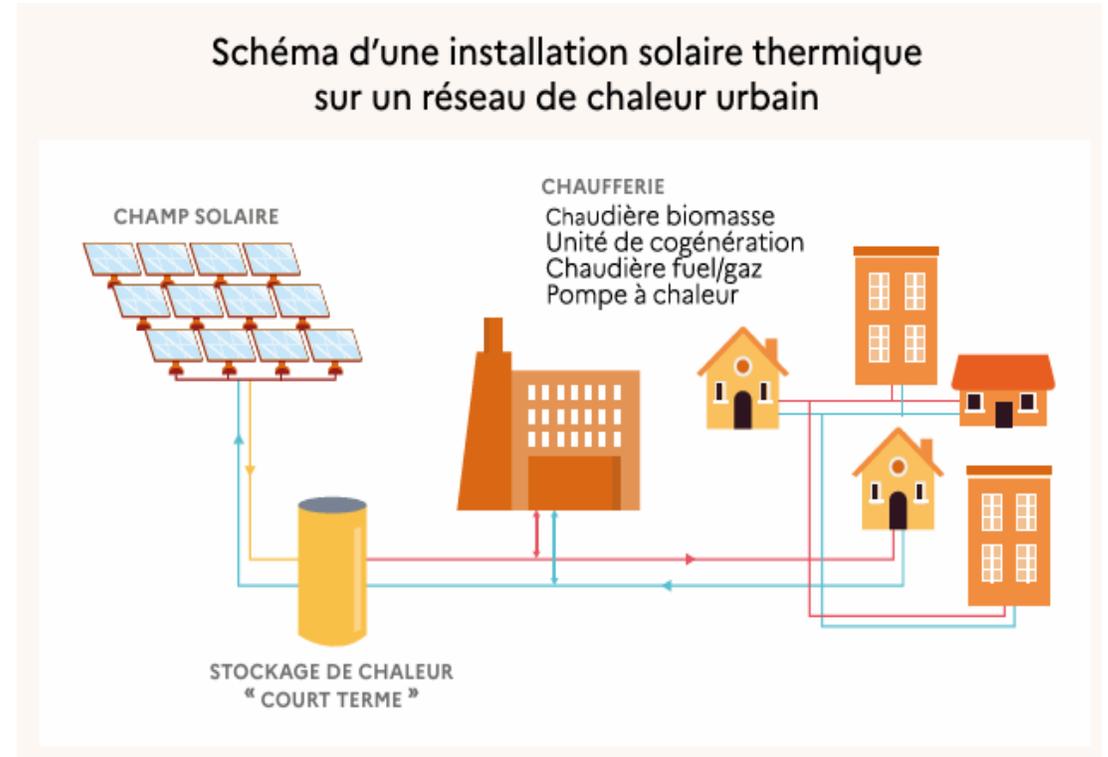


Les différentes sources d'énergie : le solaire thermique

- Production d'eau chaude grâce aux panneaux solaires thermiques
- Essentiellement pour l'eau chaude sanitaire

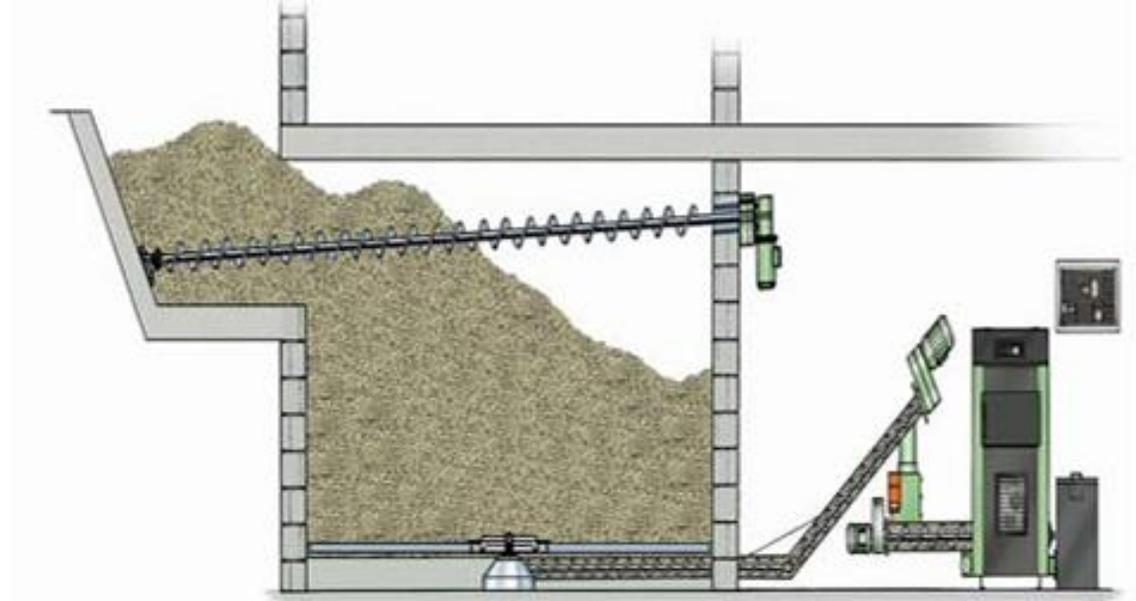


La centrale solaire thermique de Narbonne. © Newheat



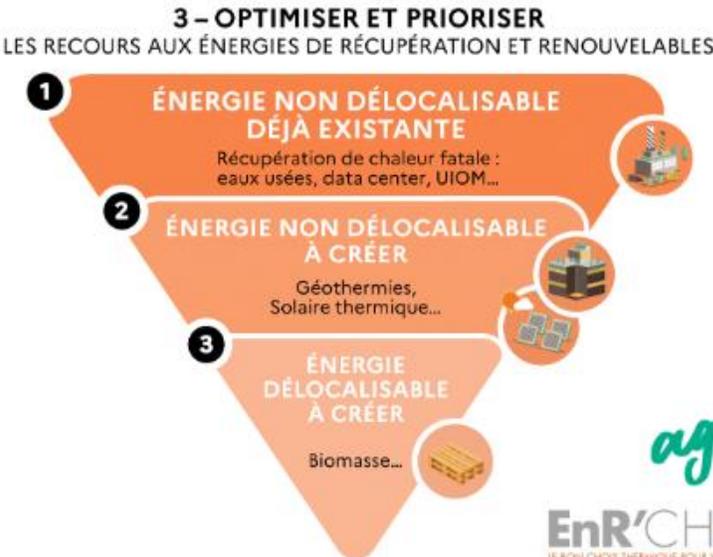
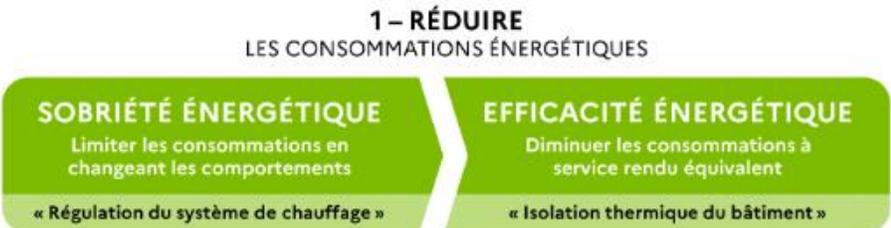
Les différentes sources d'énergie : le bois-énergie

- Utilisation du bois pour produire de la chaleur
- Disponible sous différentes formes :
 - La plaquette forestière ou bois déchiqueté
 - Le granulé



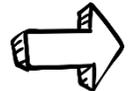
Exemple de fonctionnement d'une chaudière à bois déchiqueté

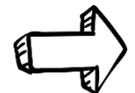
Le bon choix dans la priorisation du recours aux ENR&R



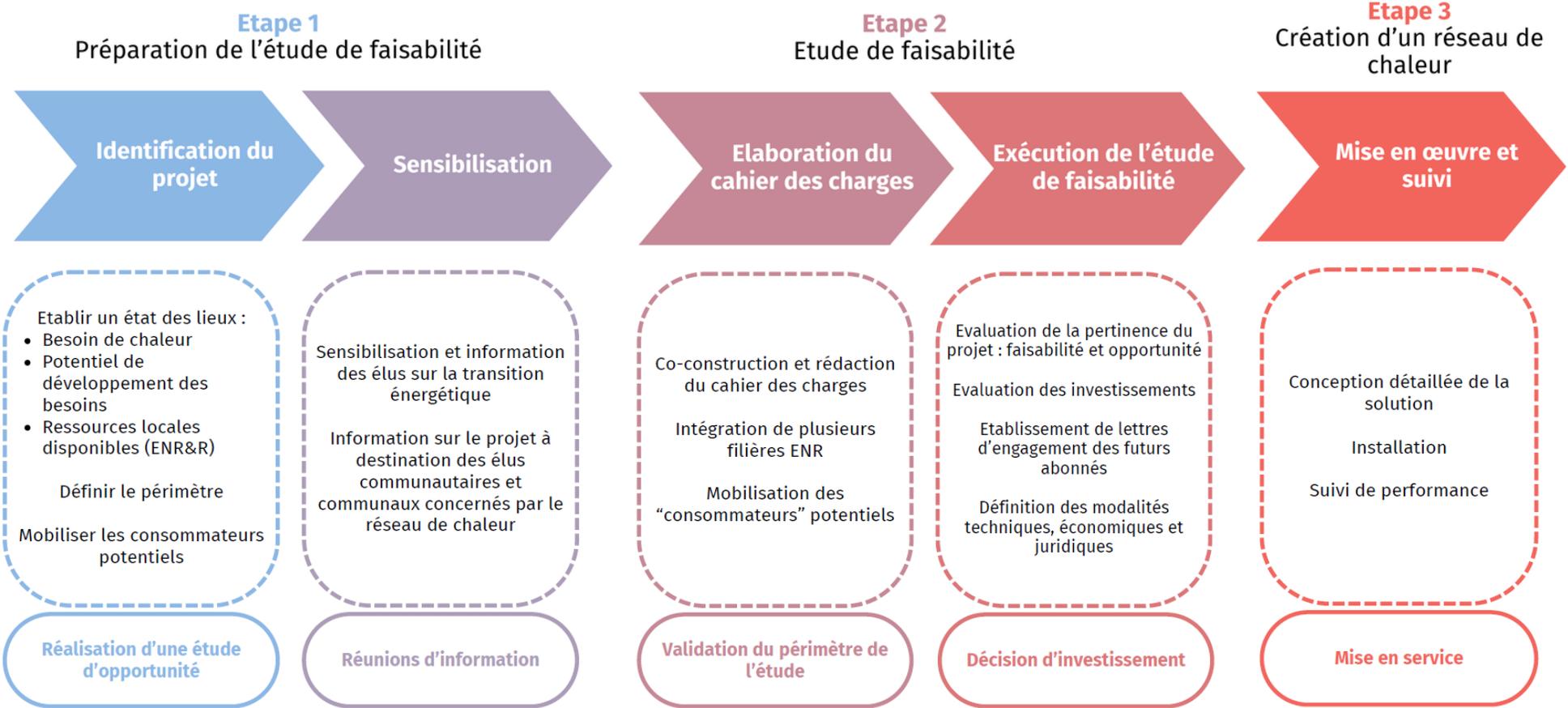
Zoom sur les réseaux en PACA

- 41 réseaux
- 144 km de canalisations alimentant 774 bâtiments
- 462 GWh de livraison de chaleur annuelle
- Taux ENR&R moyen : 72%

 Chaleur fatale 37,5%

 Bois-énergie 30,3 %

La chronologie d'un projet



Des outils pour se lancer dans un projet

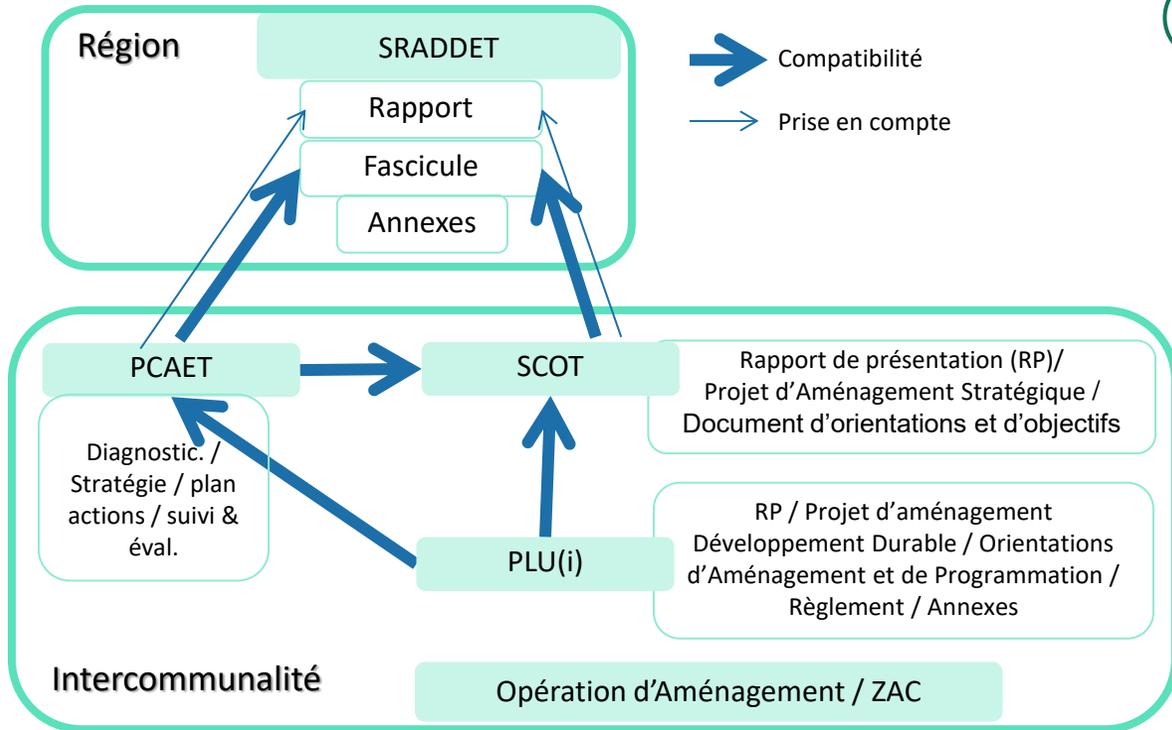


Planifier l'approvisionnement énergétique de son territoire

Prise en compte des réseaux de chaleur et de froid dans les documents d'urbanisme



Pilotage : Cerema



-> accès en ligne :

<https://cerema.notion.site/cerema/LIFE-Heat-Cool-1bc05486ef5044ca8438acab5af982c1>



1

Analyse des SRADDET et recommandations



2022 à 2024

Guide de recommandations (cadrage, principes, recommandations, règles)
PCAET, SCoT, PLUi



Fiches de bonne pratique

Grille de critères urbains (en cours de finalisation)

2

2023

Première présentation-test auprès de MNCA

-> services énergie et aménagement de la collectivité en charge du PLUi et du PCAET.

MÉTROPOLE
NICE CÔTE D'AZUR

2025

Deuxième présentation-test auprès des collectivités accompagnées dans l'action C7



Guide de recommandations et fiches de bonne pratique en ligne

POUR DES RÉSEAUX
DE CHALEUR ET
DE FROID VERTUEUX



LIFE Heat&Cool

Intégrer des réseaux de chaleur et de froid dans les documents de planification territoriale

- ▶ 1- Les documents de planification, outils de massification de développement des RCF
- ▶ 2 - La prise en compte des RCF dans le schéma régional, SRADDET
- ▶ 3 - L'intégration des RCF dans la planification territoriale SCOT, PLUi et PCAET
- ▶ 4 - Les réseaux de chaleur et de froid dans les opérations d'aménagement
- ▶ 5 - Glossaire et autres ressources

☰ Table

- 6 - Leviers de la planification territoriale favorables aux RCF

💡 Les leviers SCOT et PLUi, présentés dans la partie 6, sont le résultat de plusieurs livrables réalisés dans le cadre du projet LIFE Heat & Cool :

- 📄 VF_TACHE_1_RAPPORT_Urbanisme_LIFE Heat&Cool_comprese.pdf 1443.0KB
- 📄 VF_TACHE1_NOTE_SYNTHESE_comprese.pdf 499.5KB
- 📄 CAHIER_RECOMMANDATION_VF_comprese.pdf 930.1KB

Fiches de bonne pratique :

- 📄 sommaire Fiche Bonne pratique - H&C Life (2).pdf 2934.6KB
- 1- LE CLASSEMENT DES RCF ;
- 📄 Fiche 1 Bonne pratique - H&C Life _Classement RCF.pdf 3901.6KB
- 2- LA BONNE PRESCRIPTION A LA BONNE ECHELLE
- 📄 Fiche 2 Bonne pratique - H&C Life - Bonne échelle.pdf 4032.8KB
- 3- DU DIAGNOSTIC A LA STRATEGIE, POUR UN DEPLOIEMENT DES RCF COORDONNE AU PROJET DE TERRITOIRE
- 📄 Fiche 3 Bonne pratique - H&C Life - Diag Stratégie.pdf 4236.5KB
- 4- LA PROMOTION DES RCF DANS LE SCOT
- 📄 Fiche 4 Bonne pratique - H&C Life - RCF & SCOT.pdf 2247.7KB
- 5- LE PLUi VECTEUR DE DEVELOPPEMENT DES RCF : en relecture
- 📄 Fiche 5 Bonne pratique - H&C Life - RCF & PLUi.pdf 3943.4KB
- 6- LES RCF DANS LES OUTILS D'AMÉNAGEMENT : en cours de finalisation
- 7- LE RÔLE STRATÉGIQUE DE L'INSTRUCTEUR DANS LES RCF
- 📄 Fiche 7 Bonne pratique - H&C Life - Instruction.pdf 3915.6KB
- 8- LE LEXIQUE : PORTE D'ENTRÉE D'UNE COMPRÉHENSION COMMUNE
- 📄 Fiche 8 Bonne pratique - H&C Life - lexique.pdf 3621.3KB

Evaluer l'opportunité de développement d'un réseau

Présentation de l'outil **EnRezo** développé par le CEREMA pour identifier le potentiel de développement d'un réseau sur un territoire



Caractériser le potentiel de développement régional des réseaux de chaleur et de froid de la Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur

1^{er} outil cartographique en ligne en 2022

"Potentiel RCF" : un outil pour visualiser le potentiel de développement des réseaux de chaleur et de froid | Cerema

Pilotage : Cerema



Besoins des bâtiments

Bâtiments tertiaires et résidentiels collectifs
Estimation des besoins en chauffage
en ECS, en froid

+

Réseaux et systèmes de production existants

Linéaires des réseaux de chaleur et de froid

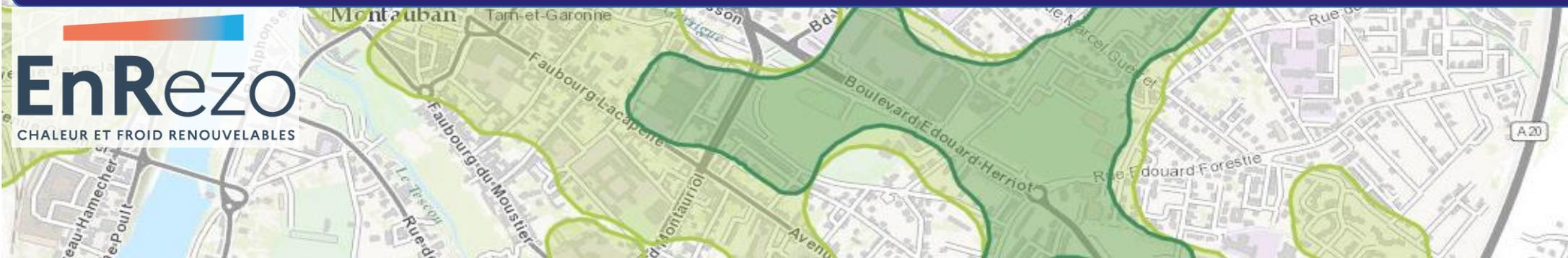
+

Gisement d'EnR&R

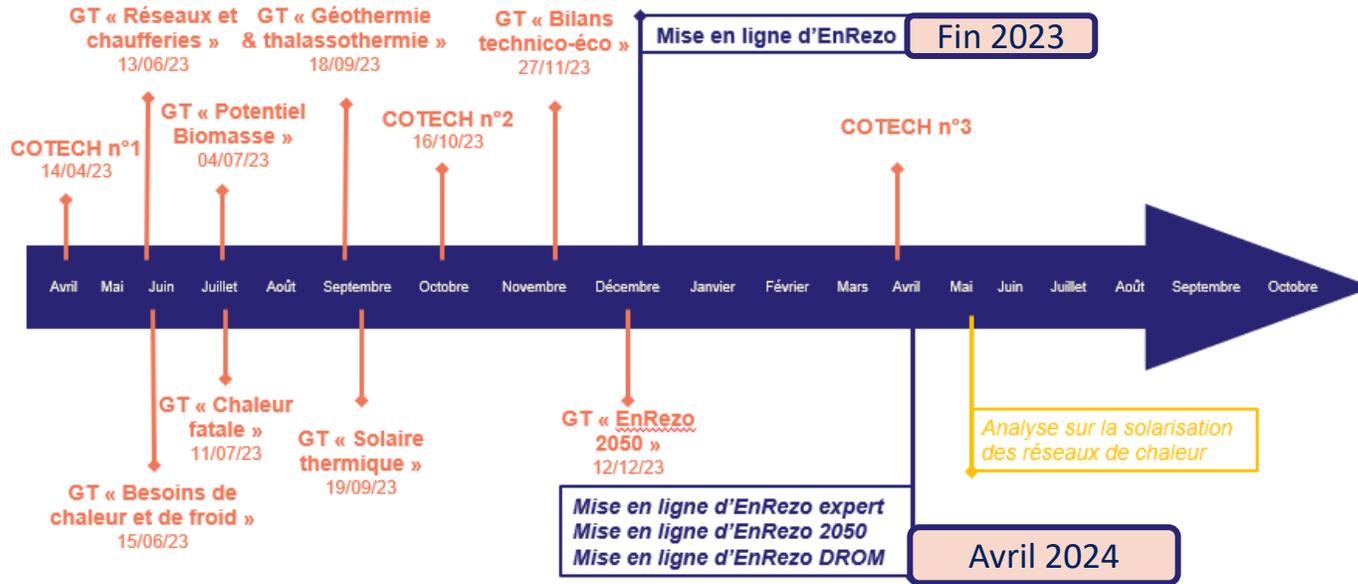
Chaleur fatale, géothermie, solaire
thermique et bois-énergie

2024

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



Calendrier du projet EnRezo



Lien vers EnRezo

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



Acteurs associés

GOVERNEMENT Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires
Ministère de la Transition énergétique

Liberté
Égalité
Fraternité

Concrétiser la mise en œuvre d'un projet

Présentation AMORCE :

- Quel montage juridique choisir pour la création d'un réseau ?

[Arbre des choix des montages juridiques appliqués aux réseaux de chaleur et de froid \(RCJ28\)](#)

- Outil de comparaison technico-économique des systèmes énergétiques

En cours de développement – disponible en 2025



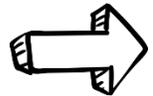
Ressources pour initier un projet

Financement d'un AMO par la Région

- 10 projets accompagnés en 4 ans
- 50 000 € / projet
- Prise en charge à 100 %

Candidature via un courrier de sollicitation politique et après examen des critères suivants :

- Source thermique de production de C/F renouvelable
- Répartition des projets sur le territoire
- Taille du projet, son impact potentiel, les km de réseaux créés ...



Financement disponible pour encore 3 projets : prioux@maregionsud.fr

Ressources pour initier un projet

Ressources documentaires

Via le programme européen Heat&Cool LIFE

- Des fiches pédagogiques



- Des rencontres territoriales en PACA : 2/an

Sites ressources

- AMORCE – Boite à outils

[Boîte à Outils - Réseaux de Chaleur et de Froid](#)

- ADEME

[La librairie ADEME](#)

- CEREMA

[Réseaux de chaleur / Réseaux de chaleur et de froid](#)

- FNCCR

[Réseau de chaleur – Publications & outils | FNCCR](#)

- France Chaleur Urbaine

[France Chaleur Urbaine : Une solution numérique qui facilite le raccordement à un chauffage économique et écologique](#)



Groupe de Travail Réseaux de chaleur/froid

Mise à jour du référentiel QDM

Atelier collaboratif et participatif **mercredi 11 décembre de 10h à 12h en visio**

Pour vous inscrire : <https://lecanal.envirobatbdm.eu/event/gt-qdm-v3-reseaux-de-chaleur-et-de-froid-2024-12-11-2154/register?fw=2>

Pour plus de renseignements : lpaucsik@envirobatbdm.eu



envirobatbdm

Retour d'expérience Ville de Port-de-Bouc

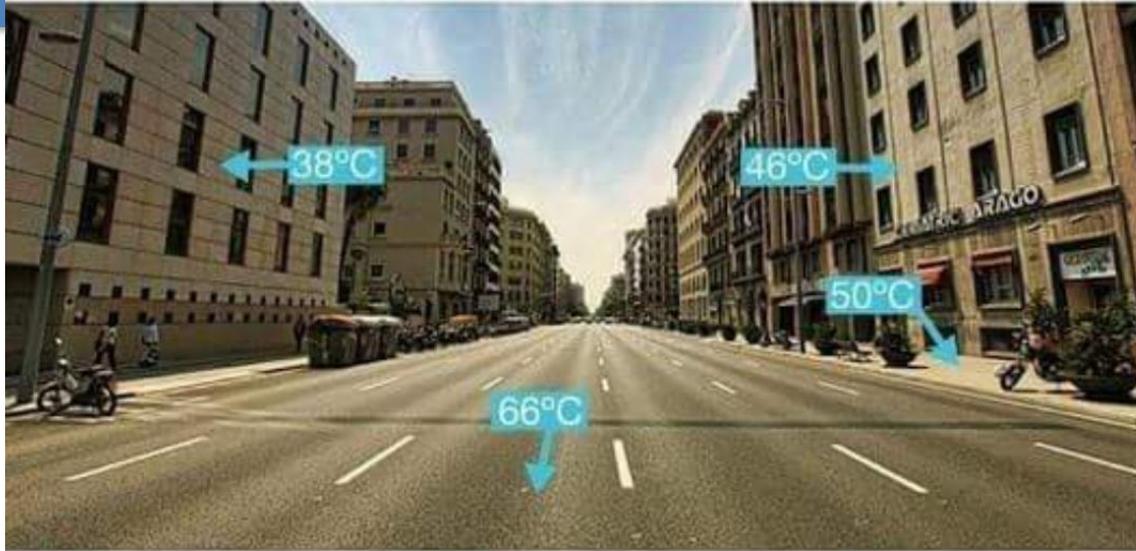


envirobat **bdm**

Plan de rénovation Energétique de la Ville de Port de Bouc : Se@nergieS



Sans les arbres...



Avec les arbres !



Lutte contre le changement climatique
+ 4°C à horizon 2100

Création d'îlots de fraîcheurs dans la ville grâce à la plantation d'arbres

qu'il faudra arroser dans leurs premières années



Exemplarité rayonnante des équipements publics

Témoigner l'engagement
de la Ville dans le
développement durable

Priorité donnée à
l'éducation des jeunes

Amélioration de la qualité
de services publics



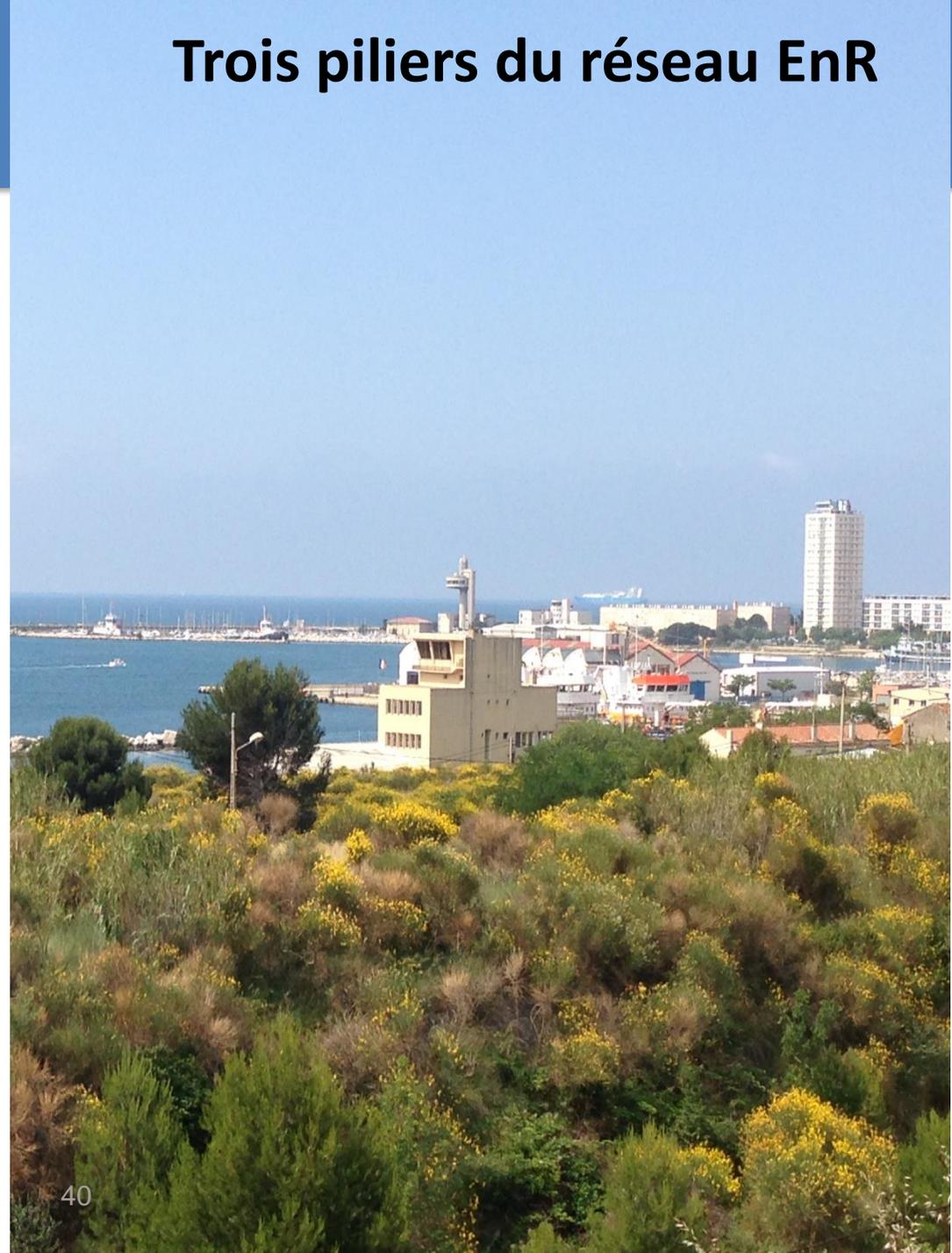
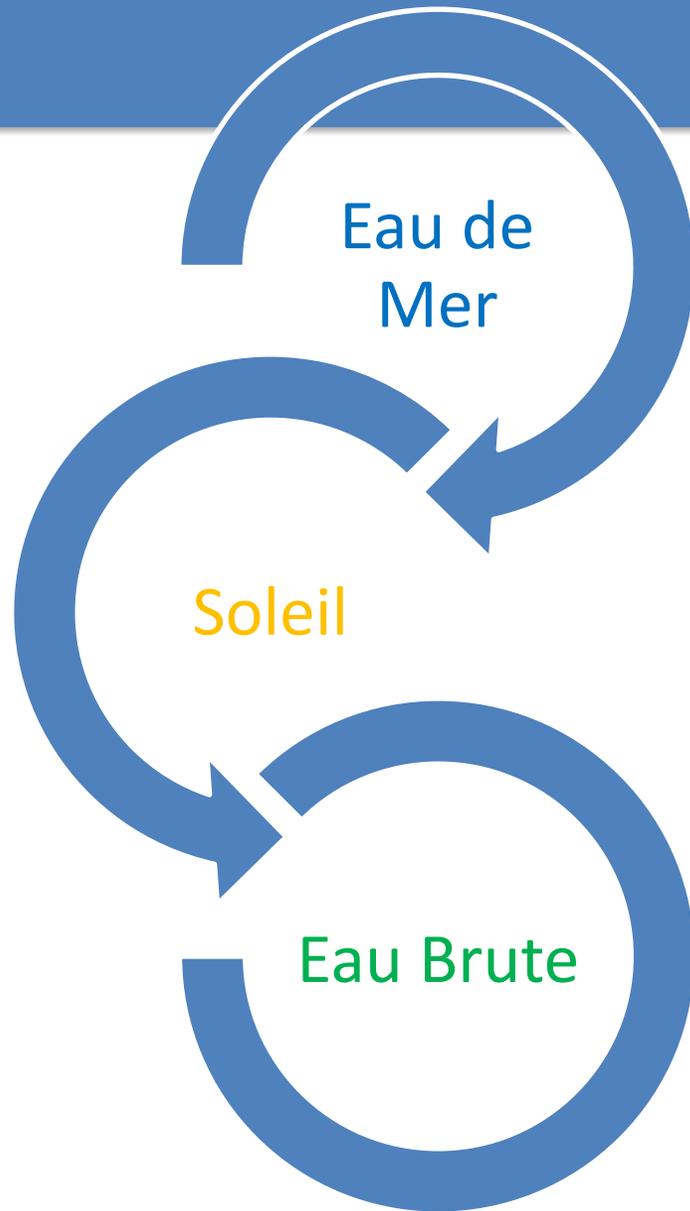
Améliorer le confort thermique d'été

Favoriser les conditions de travail et d'enseignement

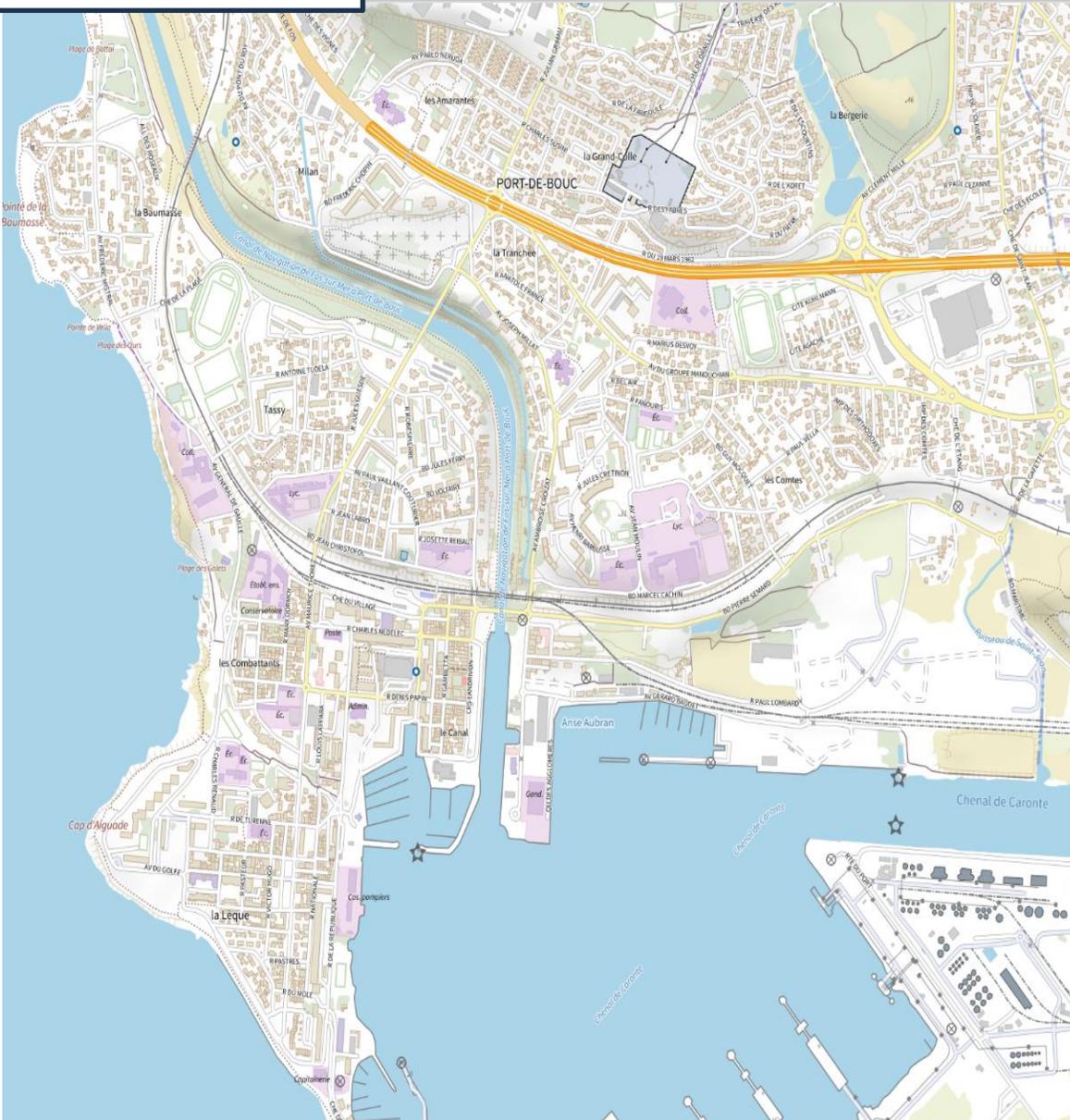
Contribution à la création des îlots de fraîcheur en Ville

Une étude Danoise a montré qu'un doublement de la ventilation des salles de classe augmentait de 15% les performances des enfants (*Technical University of Denmark – DTU 2007*)

Trois piliers du réseau EnR



Réseau complet



Un projet au service des habitants de Port de Bouc

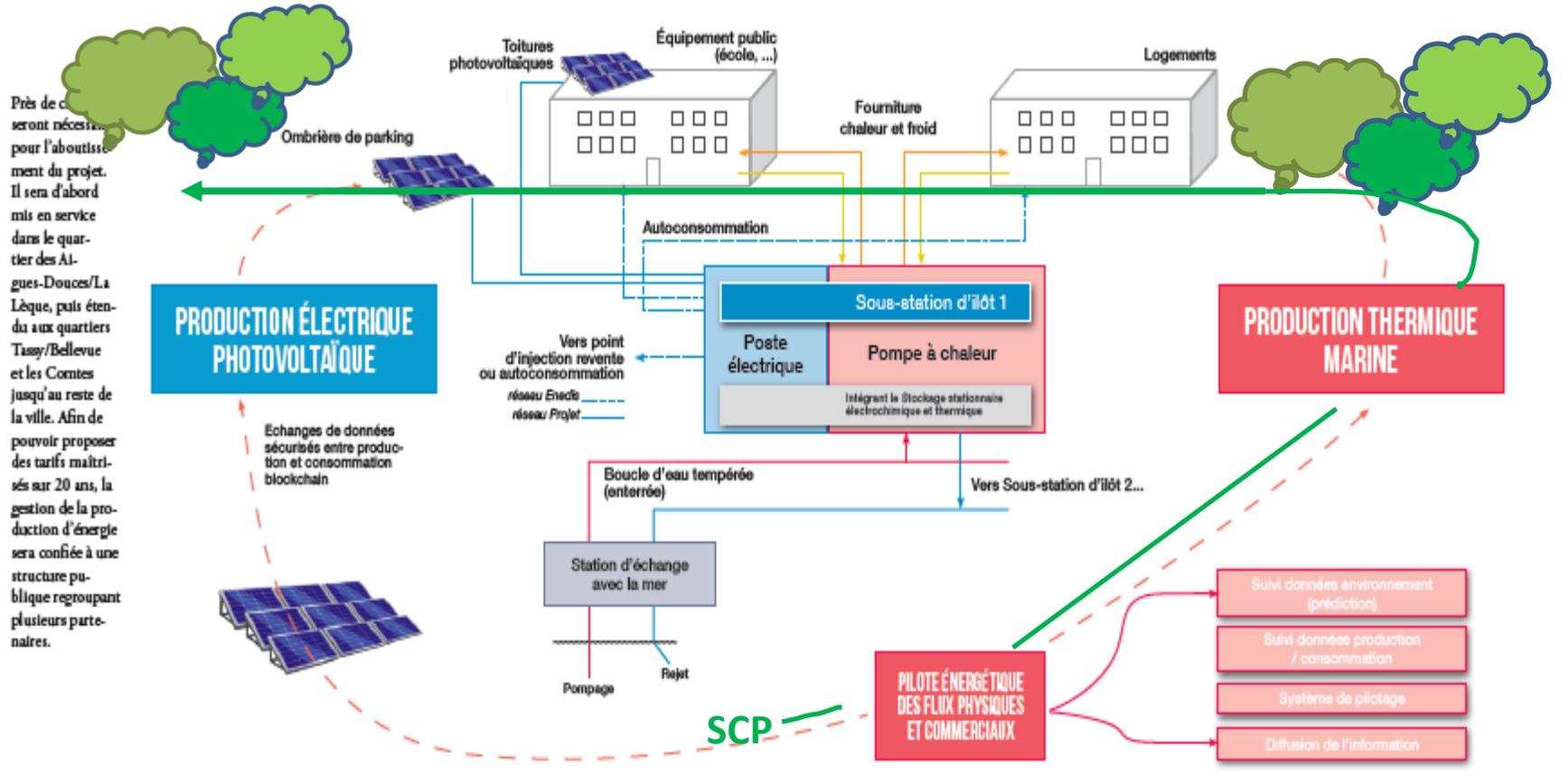
Garantissant un prix juste et pérennisé de l'énergie

Améliorant leur confort de vie

Impliquant la participation citoyenne

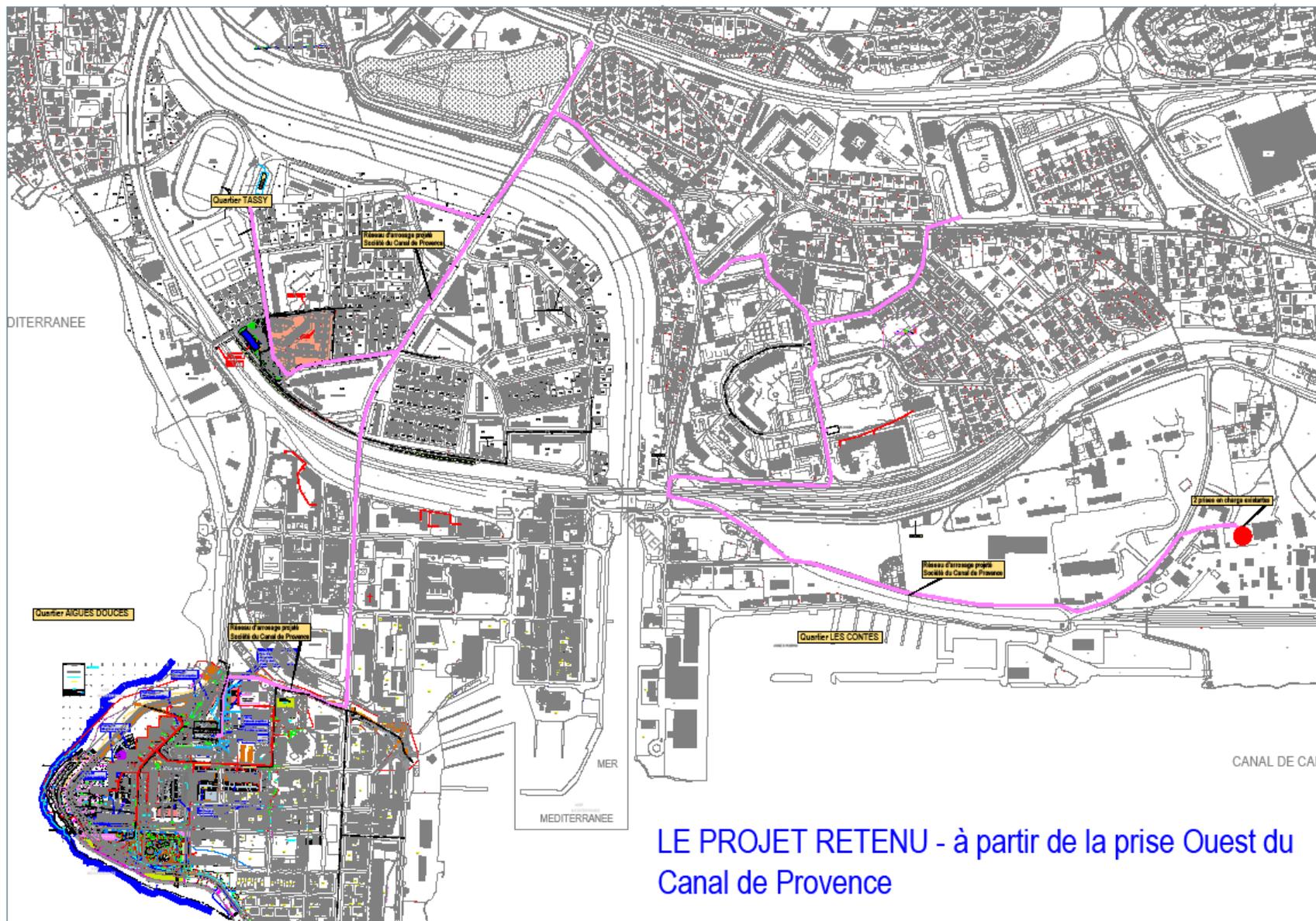
Maintenant ou améliorant « le reste à vivre »

UN PROCÉDÉ À L'ÉCHELLE DE LA VILLE



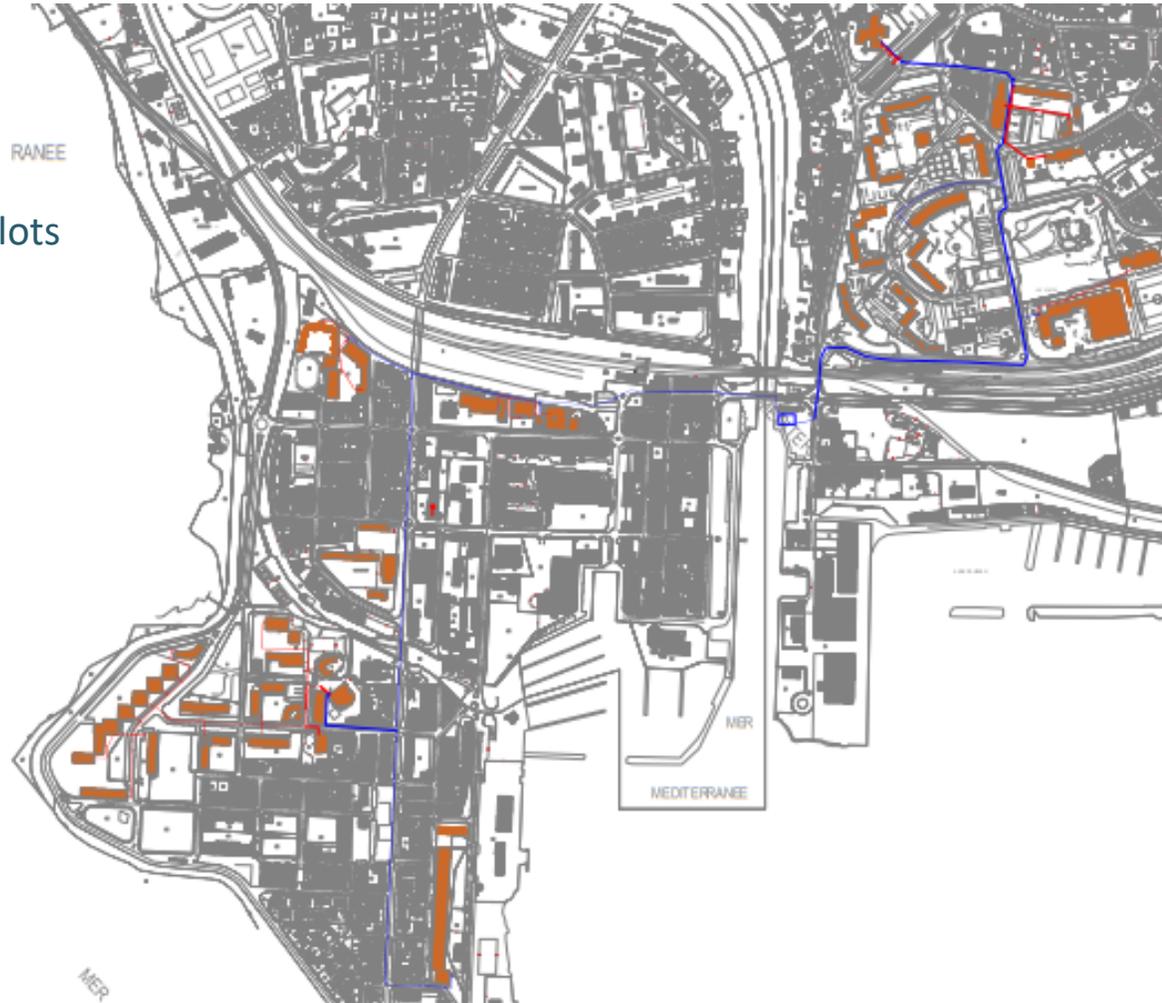
Projet de Territoire de Se@nergies collectives

Schéma d'implantation du réseau d'eau brute



VOLET TECHNIQUE 2 : RÉSEAU DE CHALEUR

- Nombres d'îlots
 - 12
- Situation géographique des îlots
 - Centre Ville
 - 3 îlots
 - La Lèque
 - 2 îlots
 - Les Comtes
 - 3 îlots
 - Tassy
 - 4 îlots



VOLET TECHNIQUE 2: clés du réseau de chaleur prise d'eau en réutilisation des infrastructures actuelles

- Volume de chaleur : 18 630 MWh
 - soit environ 2500-3000 équivalent logements
 - 25 équipements publics raccordés
 - La production en 2,9 MW installés/km
 - Nombre d'emplois directs générés : 4 personnes
- Au dessus des ratios attendus par le Fond chaleur (ADEME)
ce qui préjuge de la viabilité économique
(> 2 MW installés / Km)**

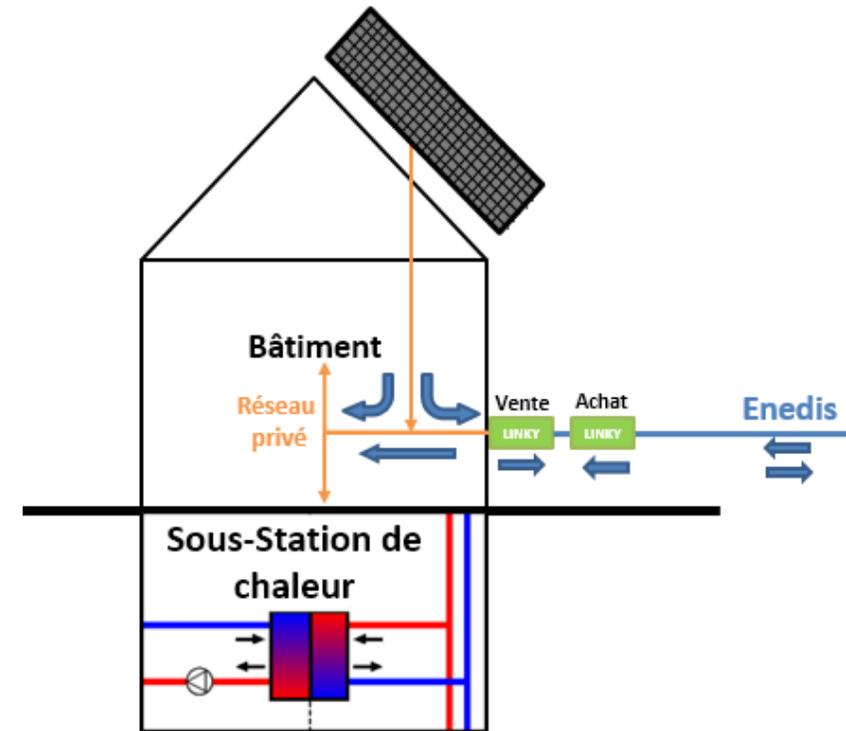
VOLET TECHNIQUE 3: LA PRODUCTION D'ELECTRICITE PHOTOVOLTAIQUE



- Implantation sur le bâti de la Ville
- Implantation sur les parkings et espaces publics
- Implantation provisoire sur les parkings et espaces publics

Principes clés de la production photovoltaïque des bâtiments

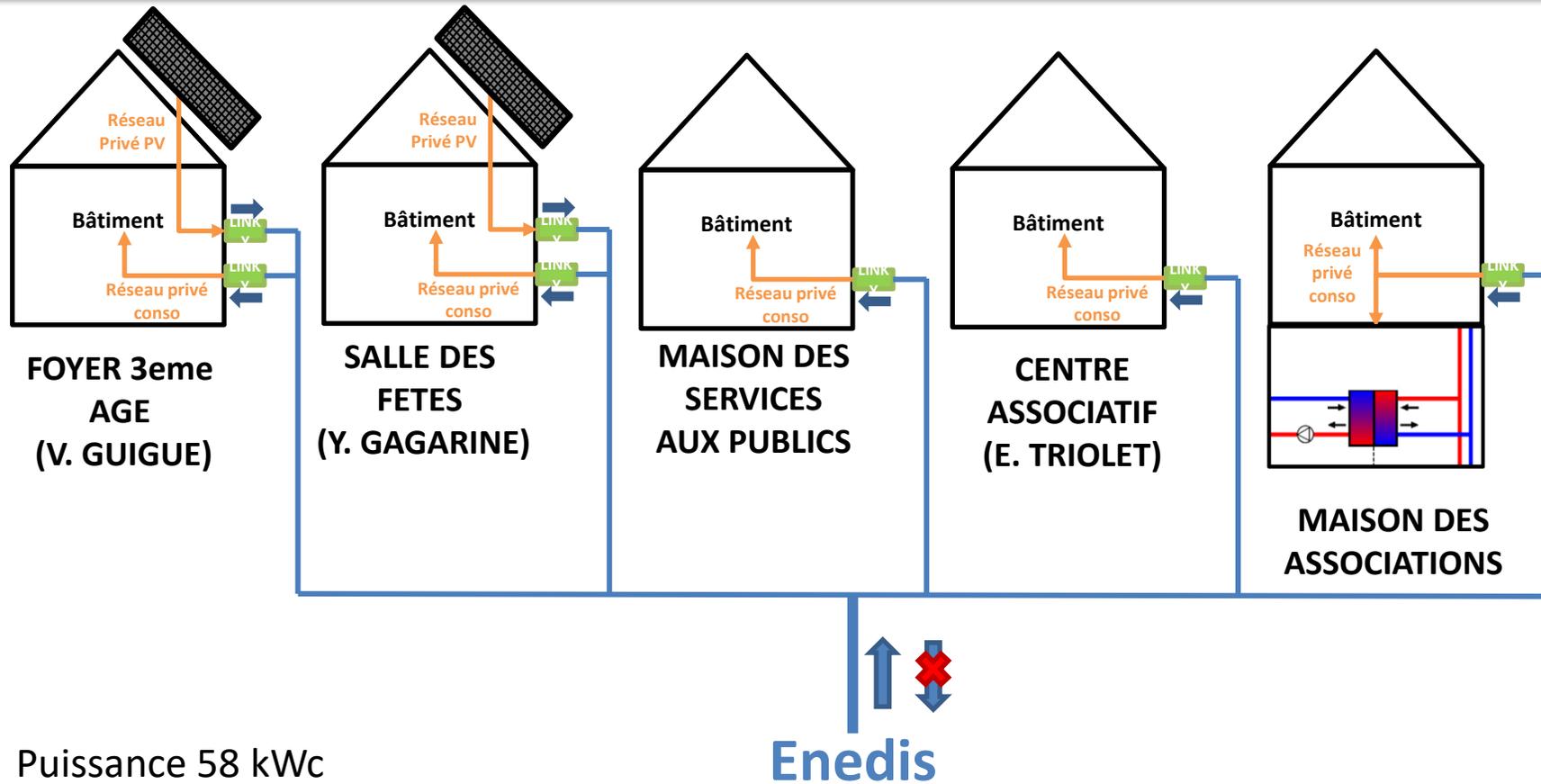
- ✓ Limitation des installations à 100kWc pour rester dans le cadre de l'obligation d'achat d'EDF
- ✓ **Autoconsommation + vente au surplus** pour les installations des **bâtiments communaux abritant une sous-station du RCU (6 Bâtiments publics)**
- ✓ **Autoconsommation collective** pour 5 bâtiments
- ✓ **Revente totale** pour tous les autres **bâtiments** et les ombrières des zones publiques (9 bâtiments et 8 espaces publics)
- ✓ Engagement sur 20 ans



La production photovoltaïque est consommée par la sous-station du réseau de chaleur implantée dans le bâtiment.

+ Le surplus de production est revendu.

AUTOCONSOMMATION COLLECTIVE



Puissance 58 kWc

Taux d'autoconsommation de 90%

Taux d'autoproduction de 11% :

soit une réduction de la facture électrique pour les bâtiments de 11%

Modèle économique de SEANERGIES

RISQUES

- Un cout de l'énergie non optimisé pendant la phase travaux
- Maintien dans le temps du réseau de chaleur par l'opérateur
- Contrat mal ficelé au détriment de l'utilisateur
- La gestion des impayés

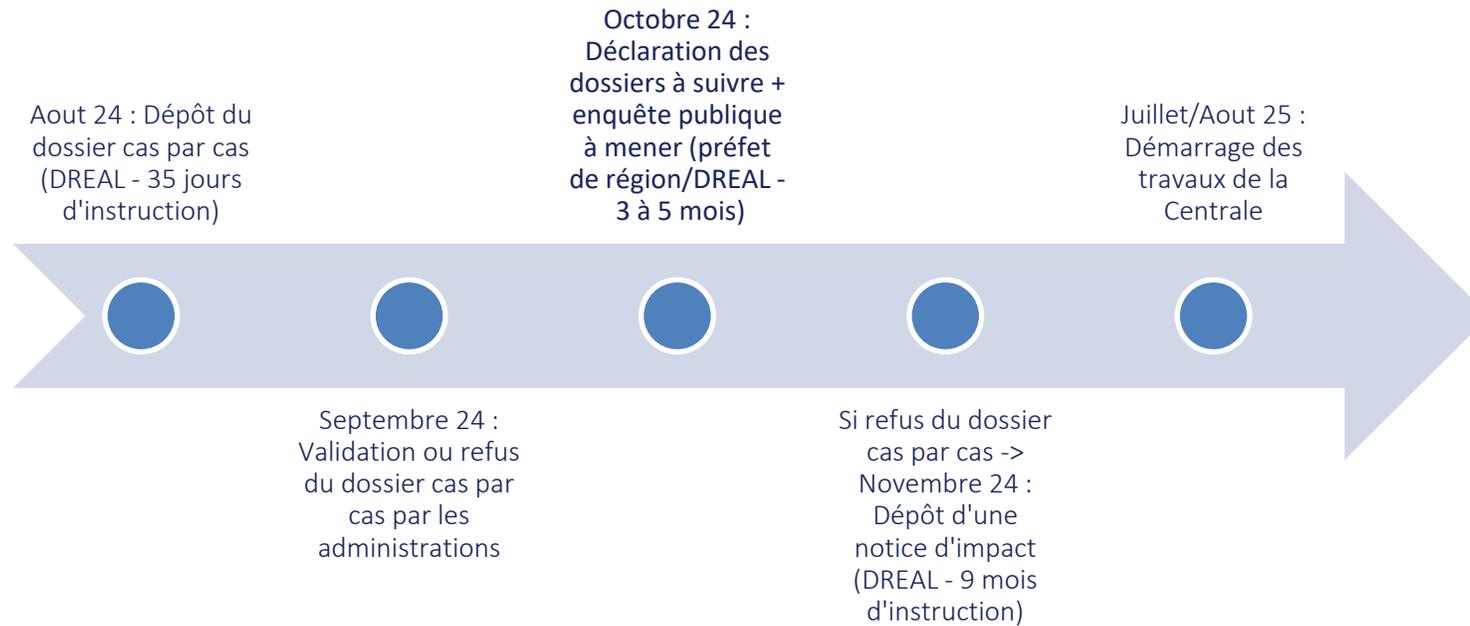
FACTEURS CLES DE REUSSITE

- Un RCU qui se construit en 1 fois
- Avantage de la SEMOP
- Importance de s'appuyer sur le REX des bailleurs qui ont déjà expérimenté les RC
- S'appuyer sur le guide de bonnes pratiques de la FNCCR sur les interactions à avoir avec les habitants

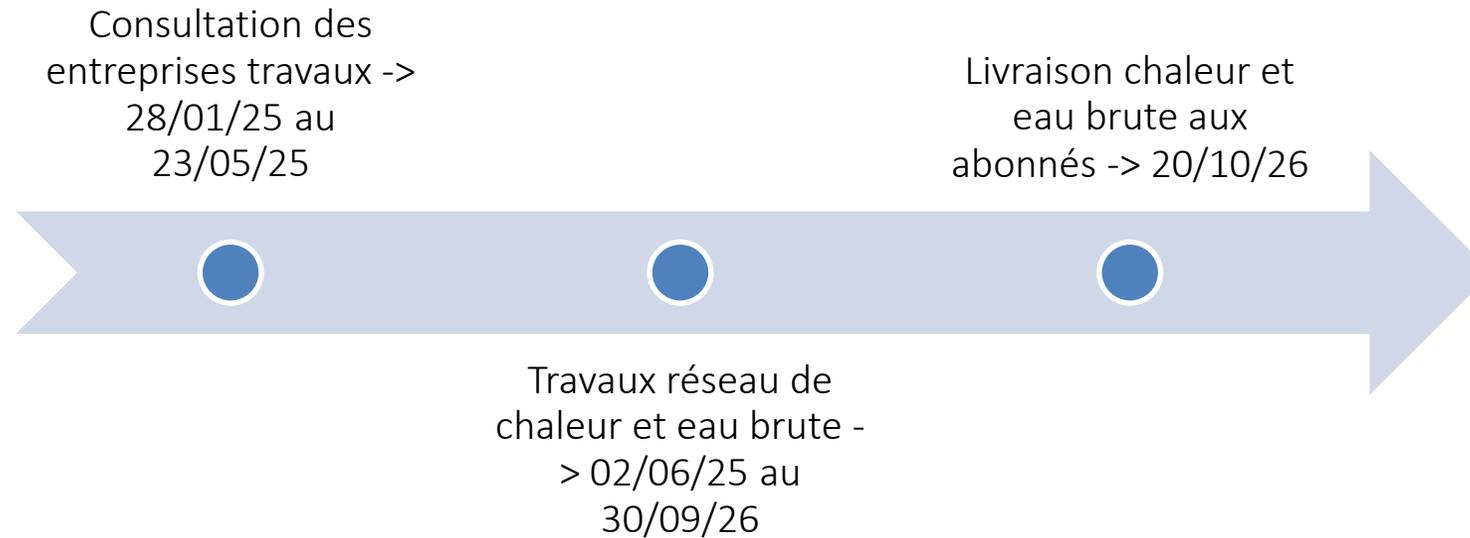
Avancement

le projet aujourd'hui 23-10-2024

Cheminement Administratif - Centrale



Phasage travaux - Réseaux



➤ [Voir détail phasage travaux réseaux Port de Bouc](#)

Cheminement Administratif - Réseaux

Septembre 24 :
Autorisation SNCF >
Présentation projet le
05-09-24 -> Date
d'obtention
décembre 2025

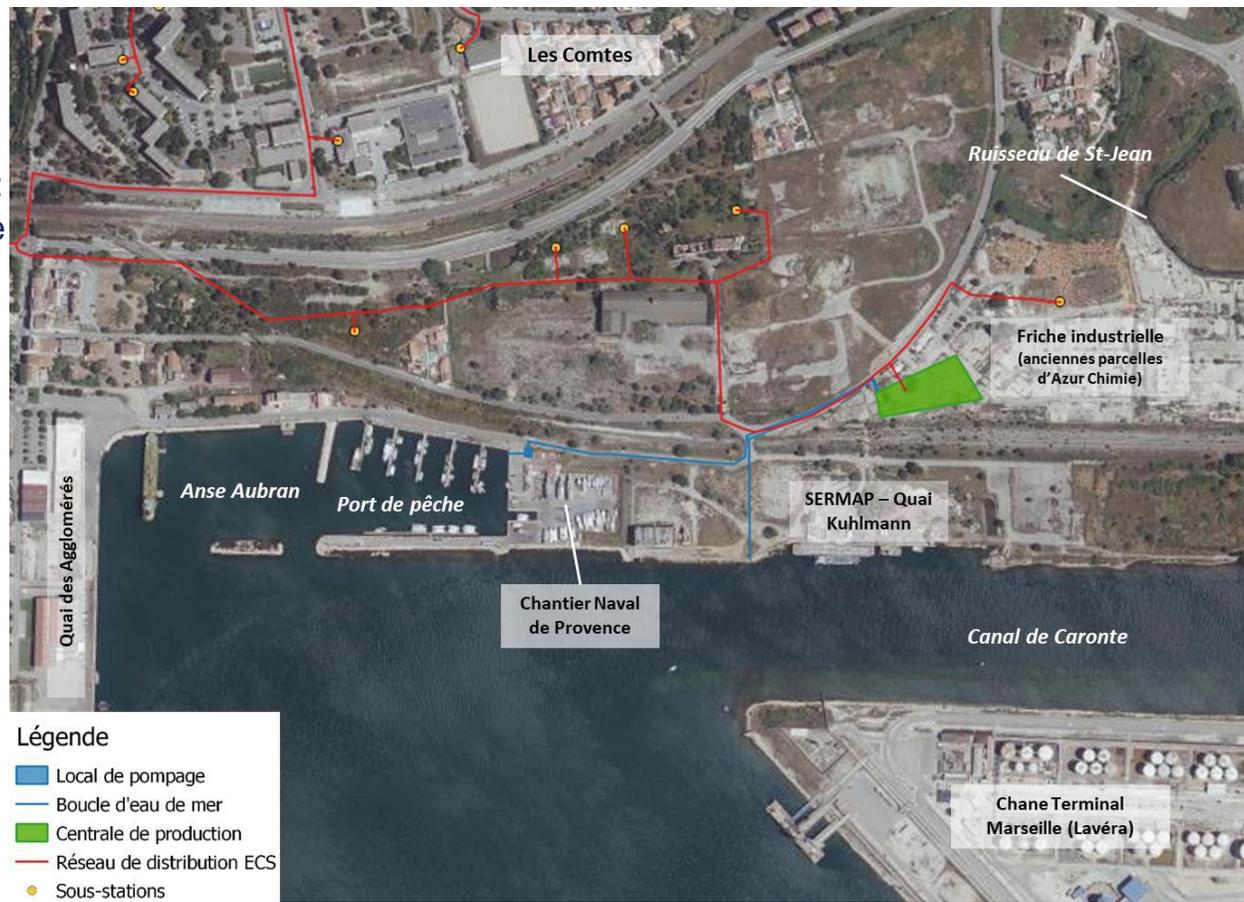
Octobre 24 :
Autorisation MAIRIE
Port de bouc -> Date
d'obtention 2025

Septembre 24 :
Autorisation
d'occupation du
domaine public
maritime -> Date
d'obtention janvier
2025

Cadrage
réglementaire –
autorisation
environnementale
pour le passage du
pont -> En étude

Dossier Administratif

Dépôt au 07/08/2024 du dossier réglementaire et environnementale : Dossier cas par cas incluant le tracé ci-dessous.



Implantation Station de Pompage

Localisation : Parcelle 0035 – Ville PdB

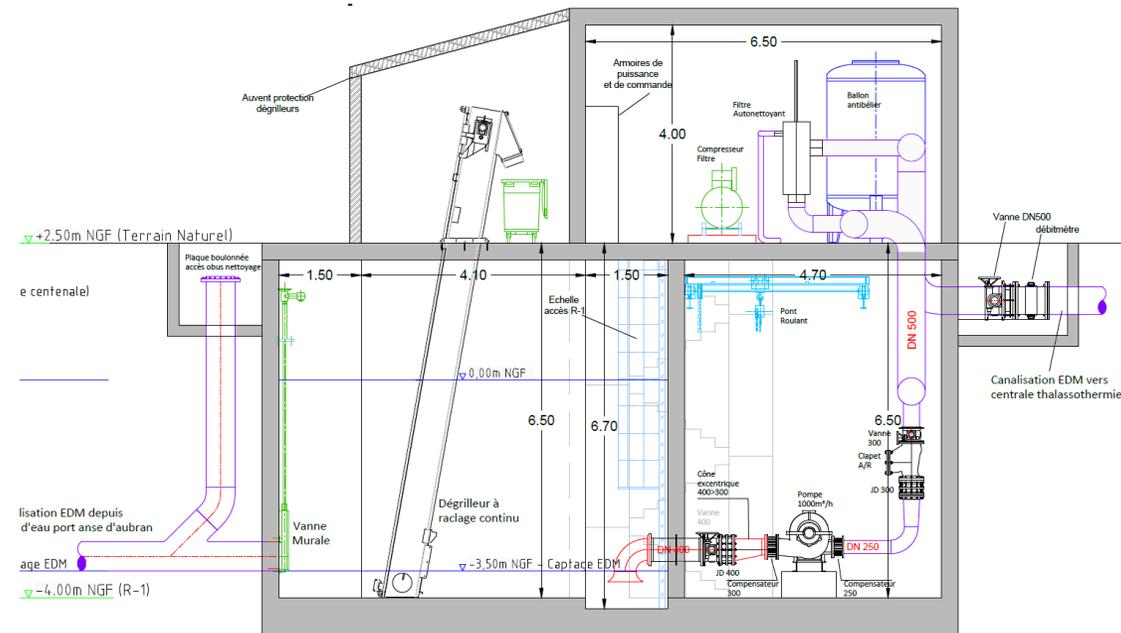
Emprise chantier : 300m²

Surface enterrée à terme : 150m²

Surface en surface : 50m²



Plans d'implantation Station de Pompage



Etude de la variante de prise d'EDM

Scénario	Désignation	Surcoût
1 – Offre Initiale	Longueur de canalisation : 300 ml Aspiration en gravitaire 250ml - Terres polluées Local EDM intégré en centrale	NA
2 – Prise d'EDM dans le port d'Aubran + Rejet via les CNDP	Longueur de canalisation : 700 ml Aspiration en gravitaire 25ml – Hors Terres polluées Local EDM déporté en bord de berge	+ 450 k€

Ligne EDM Actualisée*	Delta terrassement	Delta fourniture et pose	Delta évacuation Terres Polluées	Montant
Aspiration 450ml au lieu de 200ml	-900 m3	200 ml		- 60 k€
Ouvrage d'aspiration				- €
Rejet 250ml au lieu de 50ml	525 m3	200 ml		+ 225 k€
Ouvrage de rejet				+ 30 k€
Pompes EDM x2				- €
Filtres x3				- €
Dégrilleurs x2				- €
GC				+ 350 k€
Mise en décharge Terres Polluées			-375 m3	- 90 k€
TOTAL				+ 450 k€

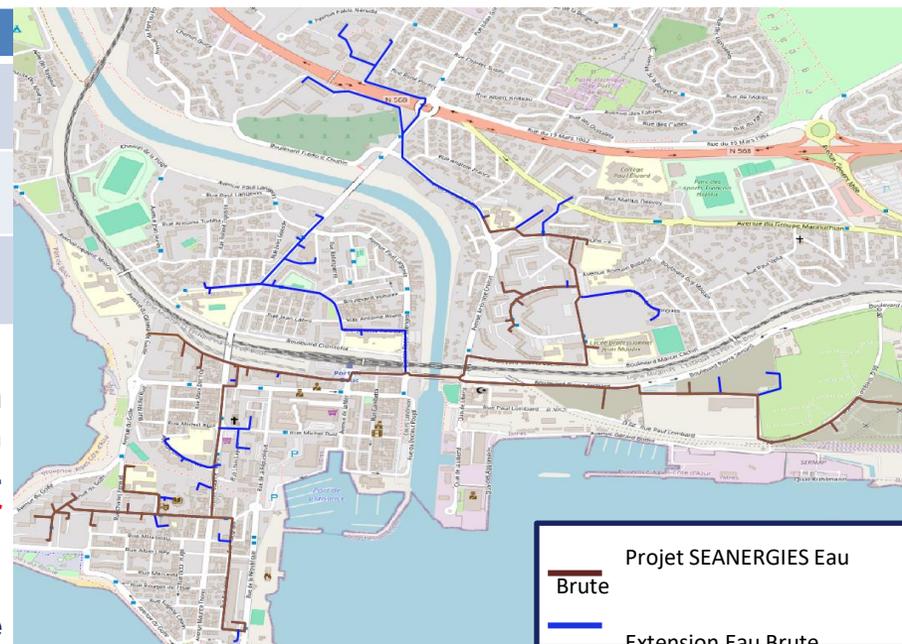
**Hors suggestion d'urbanisme*

6. Réseau Eau Brute

❖ Réalisation réseau eau brute :

Points critiques	Etat d'avancement
Police d'abonnement pour la fourniture d'eau brute	Non signée
Subventions de l'agence de l'eau	Non obtenue
Augmentation du tarif d'eau brute	Prévue contractuellement

- ❖ Si extension du réseau: mise en place d'un surpresseur + création linéaire = projet non rentable en l'absence de gros consommateurs. **Données des consommations à transmettre par la ville.**
- ❖ Pour 3,5 km de réseau d'eau brute supplémentaire (base DN100) (réseau bleu) : Coût de la mise en œuvre simultanément à la pose du RCU (hors surpresseur, points de livraison) = 845 k€ HT : **Projet à priori non rentable, travaux réalisables avec un financement direct de la Ville.**



Résumé puissances et budgets estimatifs des sites retenus

Nom du site	Puissance actualisée (kWc)	Production (kWh/an)	Recette/ Economies (€/an)	CAPEX	Commentaires
CENTRALE SOL THALASSOTHERMIE	142,2	222 340	26 681	158 420 €	Nouveau site : à valider par des études préalables
STATION THALASSOTHERMIE	108,9	154 844	18 581	136 036 €	Puissance à valider après mise à disposition des plans de masse à jour
MATERNELLE JOSETTE REIBAULT	124,2	176 843	19 192	146 556 €	Site à confirmer par une étude structure
PARKING JEAN MOULIN	78,3	111 723	13 887	141 332 €	Nouveau site : à valider par des études préalables
TERRAIN GYMNASE MISTRAL	97,7	137 385	17 077	183 582 €	Nouveau site : à valider par des études préalables
SERVICES TECHNIQUES MUNICIPAUX	421,7	602 918	65 257	739 812 €	Baisse de la puissance installée due aux réseaux souterrains existants
COMPLEXE UNIA	247,5	362 025	38 630	445 500 €	Site à confirmer en attente retour études préalables
PARKING CAMPING BOTTAI	218,3	313 288	33 826	398 306 €	Nouveau site : à valider par des études préalables
PARKING 108 NORD	140,4	203 508	21 839	257 634 €	Nouveau site : à valider par des études préalables
GYMNASE F. BILLOUX	152,6	227 461	23 983	284 506 €	Site à confirmer en attente retour études préalables
MAISON DES SPORTS	170,1	220 329	25 410	301 458 €	Site validé par études préalables
<i>études initiales + complémentaires</i>				143 690 €	
Total	1 902	2 732 664	304 363 €	3 336 832 €	
PARKING ECOLE ARCADE	190,8	254 956	28 815	348 210 €	Nouveau site : à valider par des études préalables
PISTE CYCLABLE	329,4	481 708	51 408	635 988 €	Baisse de la puissance installée due aux réseaux souterrains existants
PARKING PLAGE DES OURS	113	159 678	17 413	215 830 €	Nouveau site : à valider par des études préalables
STADE BAUDILLON	138,6	179 214	20 692	257 598 €	Site validé par études préalables
STADE BILLOUX 2	113,4	161 063	17 507	220 563 €	Nouveau site : Emplacement à confirmer car il faut couper tous les arbres
Total	2 787	3 969 283	440 196 €	4 871 331 €	

Limite budget initial :
4 176 585 €
2422 kWc

Les recettes par an ont été calculées avec les tarifs de revente connus à la remise d'offre et peuvent être amenés à changer

Les études sur les nouveaux sites identifiés ne pourront être réalisées qu'à la suite de la validation par la SEMOP du montant total d'investissement

Compléments d'analyse EGIS sur le photovoltaïque

N° Site	Nom du site	Type de projet	Puissance chiffrée (ajout nouveaux sites) (kWc)	Production P50 (kWh/an)	Productible (kWh/kWc)	Chiffrage prévisionnel recalculé	€/MWh produit en 20 ans
27	Centrale sol thalassothermie	Sol	142,2	222340	1569	158 420 €	36 €
10	MATERNELLE JOSETTE REIBAULT	Toiture tuiles	124,2	176843	1424	146 556 €	41 €
18	STATION THALASSOTHERMIE	Toiture plate	108,9	154844	1422	136 036 €	44 €
15	SERVICES TECHNIQUES MUNICIPAUX	Ombrière	421,65	602918	1430	739 812 €	61 €
16	COMPLEXE UNIA	Ombrière	247,5	362025	1463	445 500 €	62 €
11	GYMNASE F. BILLOUX	Ombrière	152,55	227461	1491	284 506 €	63 €
22	PARKING JEAN MOULIN	Ombrière	78,3	111723	1427	141 332 €	63 €
26	PARKING 108 NORD	Ombrière	140,4	203508	1449	257 634 €	63 €
23	PARKING CAMPING BOTTAI	Ombrière	218,25	313288	1435	398 306 €	64 €
19	PISTE CYCLABLE	Ombrière	329,4	481708	1462	635 988 €	66 €
21	TERRAIN GYMNASSE MISTRAL	Ombrière	97,65	137385	1407	183 582 €	67 €
20	PARKING PLAGE DES OURS	Ombrière	113	159678	1408	215 830 €	68 €
25	ECOLE ARCADE	Ombrière	190,8	254956	1336	348 210 €	68 €
8	MAISON DES SPORTS	Ombrière	170,1	220329	1295	301 458 €	68 €
24	STADE BILLOUX 2	Ombrière	113,4	161063	1420	220 563 €	68 €
17	STADE BAUDILLON	Ombrière	138,6	179214	1293	257 598 €	72 €

Modifications réalisées sur le CEP-Analyse Egis

- Nouvelle simulation tenant compte des hypothèses suivantes :
 - Baisse d'1million d'euros de l'investissement sur le photovoltaïque
 - → **pour maintenir une enveloppe de CAPEX constante. Pas de financement complémentaire possible**
 - **Aucun choix technique, ce CEP est une simulation**
 - → **Erreurs à corriger par ENGIE sur la définition des investissements dans le CEP**
 - → **prix unitaire des projets en augmentation**
 - Actualisation des couts de maintenance photovoltaïque en conséquence,
 - → **non proportionnel à l'investissement initial car plus d'ombrières que prévues dans l'offre**
 - → **Justifier la forte diminution du productible (-36% de productible pour -23% de d'investissement)**
 - Augmentation d'1million d'euros de l'investissement sur le RCU,
 - Augmentation de 340 k€ de la dette subordonnée d'actionnaire correspondant à l'écart de subvention sur le PIA
 - → **impact important sur le plan de financement car financement ENGIE uniquement.**
 - Perte de la subvention sur l'eau brute et actualisation du tarif en conséquence selon les formules d'actualisation contractuelles
 - → **il n'y a jamais eu de subvention actée. Le prix est bien celui annoncé contractuellement**
 - Maintien du TRI Actionnaire
 - → **il est attendu par ENGIE de conserver la rentabilité avec lequel le plan de financement a été présenté à la banque**