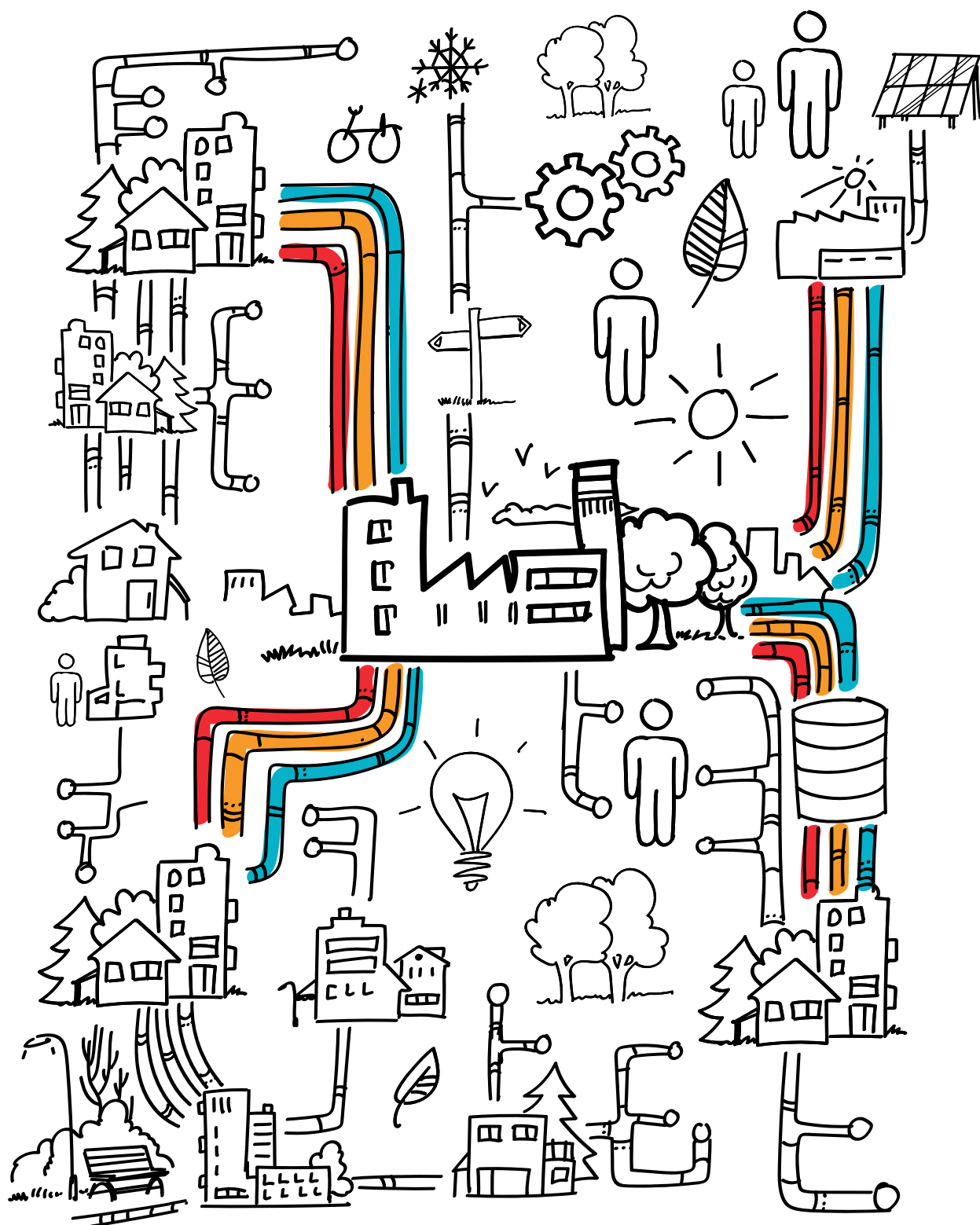


Réseaux de Chaleur Urbains : Vers des réseaux basse température



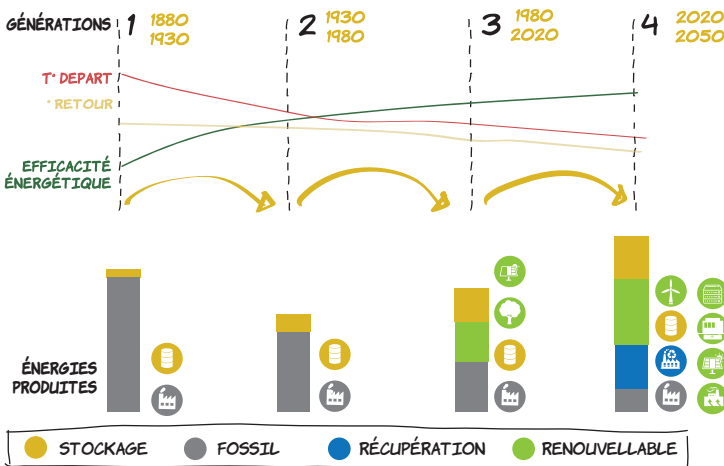
A

Pourquoi baisser les températures de fonctionnement des réseaux de chaleur ?

Dans de nombreuses zones urbaines, les réseaux de chaleur urbains (RCU) sont utilisés pour véhiculer la chaleur à travers un réseau de tuyaux depuis les sites de production de chaleur vers des consommateurs (résidentiel, tertiaire, industriel). De par leur capacité à intégrer efficacement énergies renouvelables et de récupération (EnR&R), les réseaux thermiques urbains sont des systèmes incontournables pour toute politique visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

QUELLES SONT LES TENDANCES ?

LA DIMINUTION DES TEMPÉRATURES PERMET D'AUGMENTER L'EFFICACITÉ ET LES SOURCES ENR&R



Les différentes générations de réseau de chaleur sont associées à une diminution des niveaux de température et une augmentation associée du niveau d'efficacité.

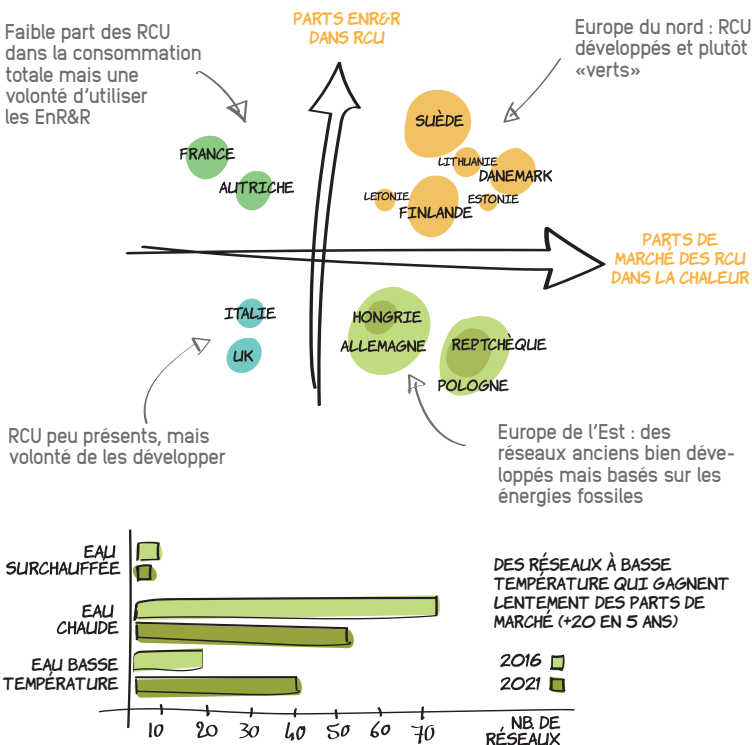
Grâce à la baisse en température, à chaque changement de génération est aussi associé :

- Un changement du fluide de transport : Vapeur → Eau surchauffée → Eau chaude
- Un changement des matériaux de conduites : Fonte → Acier pré-isolé → Plastique
- Un nombre grandissant de sources de chaleur disponibles (comme indiqué ci-contre)

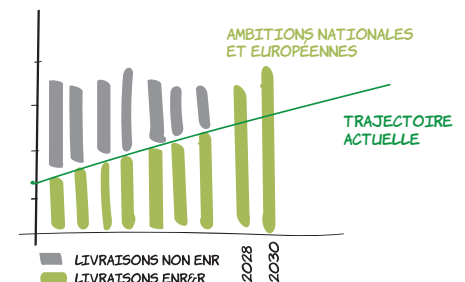
Les grands réseaux français sont principalement de 2^{ème} génération.

DES RÉSEAUX FRANÇAIS VERTUEUX QUI DOIVENT GAGNER DU TERRAIN

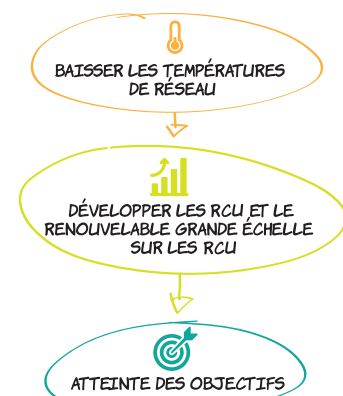
- Des réseaux vertueux mais avec une faible part de marché
- Une baisse de la température déjà engagée (passage basse température de sections de grands réseaux)



UNE BAISSÉ INDISPENSABLE AFIN D'ATTEINDRE LES OBJECTIFS DE LA FILIÈRE



STRATÉGIE POUR ATTEINDRE NOS AMBITIONS DE DÉCARBONATION

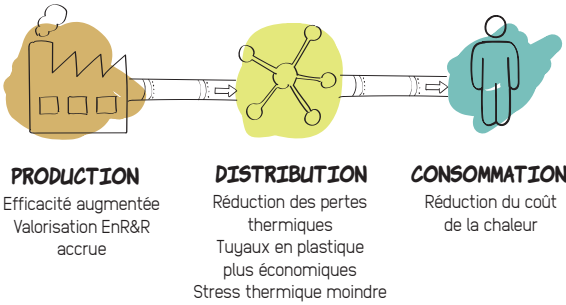


A

Pourquoi baisser les températures de fonctionnement des réseaux de chaleur ?

QUEL INTÉRÊT TECHNIQUE, ÉCONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL ?

BÉNÉFIQUE POUR TOUTES LES BRIQUES DU RÉSEAU



GRADIENT DE RÉDUCTION DES COÛTS [€/MWh·°C]

BAISSE DE TEMPÉRATURE D'OPÉRATION DU COMPOSANT

ÉCONOMIE [€] = CRG · MWh · °C

RÉDUCTION DE COÛTS

ÉNERGIE PRODUITE PAR LE COMPOSANT

Le CRG représente la diminution du coût actualisé de la chaleur (LCOH) pour une diminution de température d'opération donnée. Plus le CRG est grand, plus la réduction de coût obtenue pour une baisse de température d'opération donnée sera significative. Pour une pompe à chaleur existante de 100kW produisant avec un facteur de charge annuel de 85%, alors une baisse d'opération du réseau de 5°C pourrait permettre une réduction du coût d'opération annuel de la pompe à chaleur de l'ordre de 2 500 euros.

COÛT ET BILAN CO₂ RÉDUITS

La baisse des températures a un impact positif direct sur les sources de chaleur qui ont de meilleures performances à basse température.

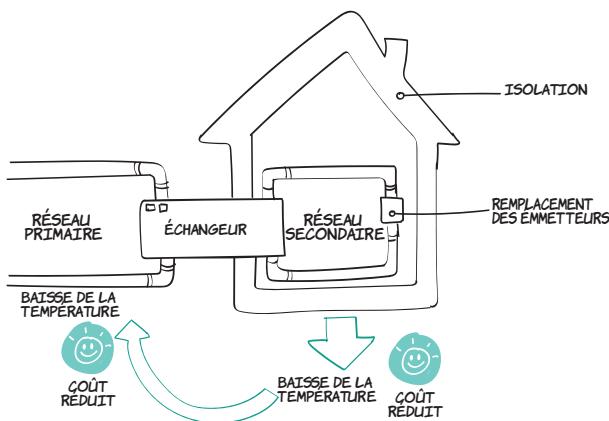
Pour quantifier les réductions de coûts liées à des températures plus basses pour diverses technologies d'approvisionnement en chaleur, un indicateur de performance clé appelé «gradient de réduction des coûts» (CRG pour Cost Reduction Gradient) est utilisé. Les technologies EnR&R bénéficient plus de l'abaissement des températures que les technologies fossiles. Les coûts réduits pour les technologies EnR&R permettent une diminution du bilan carbone.

TECHNOLOGIE	NOUVELLE INSTALLATION	INSTALLATION EXISTANTE
Géothermie basse température	0.45 - 0.74	0.67 - 0.68
Pompe à chaleur	0.41	0.63 - 0.67
Récupération Chaleur Fatale	0.65	0.51
Solaire Thermique Plan	0.35 - 0.75	Non dispo
Chaudière biomasse en cogénération	Non dispo	0.09 - 0.16

QUELS SONT LES VERROUS ?

DES ACTIONS NÉCESSAIRES AU NIVEAU CONSOMMATEUR

- Mise à niveau des circuits secondaires et des émetteurs quand c'est possible
- Relevage de la température par pompe à chaleur ou par appoint local sur le secondaire
- Sinon, déconnexion de certains consommateurs



DES ACTIONS NÉCESSAIRES AU NIVEAU DES INFRASTRUCTURES DES RÉSEAUX

L'abaissement de la température entraîne l'augmentation des débits sur le réseau pour permettre de transférer une puissance de chauffe équivalente. Les sous-stations, canalisations et pompes du réseau peuvent alors devenir limitantes.



L'outil de la fiche B et la méthodologie de la fiche C permettent d'identifier la mise à niveau nécessaire.

Lund H, et al. 4th generation district heating (4GDH). Energy Apr. 2014;vol.68:1-11.

Données EuroHeat and Power

Données « enquête annuelle sur les réseaux de chaleur et de froid » de 2016 et 2021

E. Guelpa, et al. - Reduction of supply temperature in existing district heating: A review of strategies and implementations - Energy (2023)

Annex TS2 Implementation of Low-Temperature District Heating Systems, Final Report

B

Districtlab : un outil au service de la transformation des réseaux

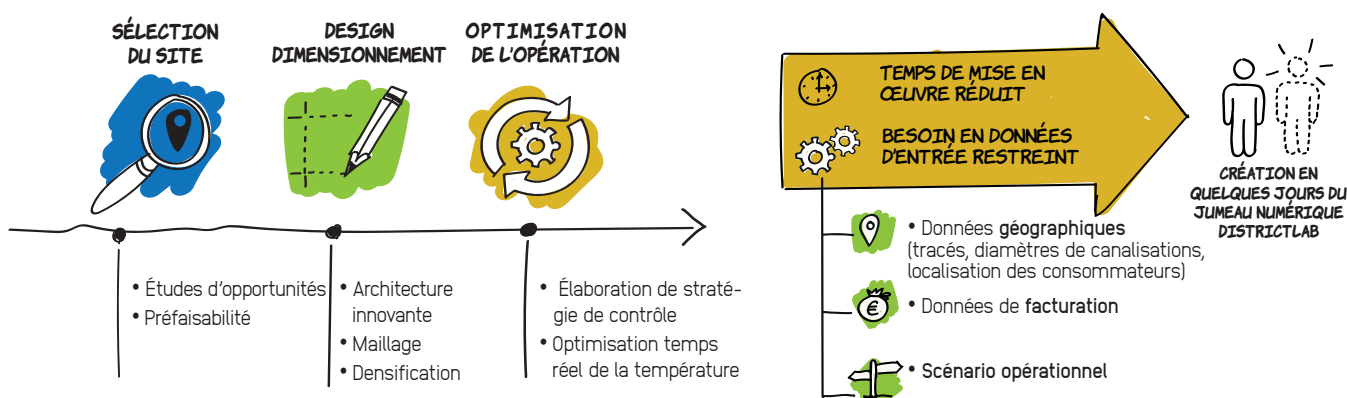
La solution DistrictLab-H™ est un logiciel intégré, conçu autour d'un noyau thermohydraulique rapide, modulaire et précis, fruit de 10 ans de R&D menées au CEA, et spécifiquement développé pour répondre aux besoins des entreprises opérateur de réseaux thermiques urbains. Ce logiciel est maintenant commercialisé par la société Districtlab (www.districtlab.eu).

DistrictLab
Digital twin for energy grids



DISTRICTLAB-H™: UN ATOUT POUR AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DES RÉSEAUX THERMIQUES URBAINS

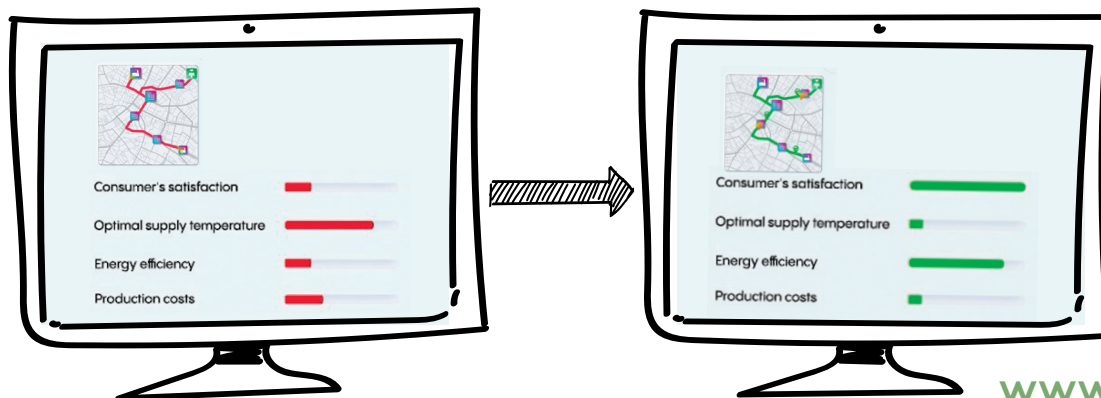
DistrictLab-H™ permet de traquer, d'identifier et d'aider à la correction de 100% des pertes d'énergie évitables dans les RCU. Rapide à mettre en œuvre et peu gourmande en données, DistrictLab-H™ se décline en une solution d'aide à l'ingénierie pour le design et l'amélioration des réseaux et une solution temps-réel d'aide à la conduite.



OPTIMISER LA CONDUITE D'UN RÉSEAU EXISTANT POUR MINIMISER LES PERTES RÉSEAUX

La plupart des réseaux thermiques urbains sont pilotés avec des consignes variables de température et de pression différentielle. Lorsqu'ils sont bien maîtrisés, **ces degrés de liberté représentent pour l'opérateur une opportunité** de satisfaire efficacement la demande en énergie de leurs clients. Cependant, en pratique, **régler ces paramètres dynamiques relève d'un vrai casse-tête** et les conséquences de mauvais réglages sont négatives et impactantes (e.g. non fourniture client, augmentation des pertes de distribution ...). DistrictLab-H™ dispose d'un module temps réel d'optimisation de la conduite permettant de **faciliter ces choix tout en sécurisant la vente de chaleur** aux usagers finaux.

Ce module a par exemple été mis en place sur le réseau de Grenoble, opéré par l'entreprise CCIAG. Loïc GIRAUD, ingénieur projet à la CCIAG indique : « **Nous recherchions un moyen de calculer des trajectoires de conduite optimales en termes de température et de pression différentielle. La solution DistrictLab a permis de générer des gains énergétiques, économiques et environnementaux, par exemple en nous aidant à limiter le recours à des générateurs de pointe.** » Les bénéfices se situent également au niveau d'une diminution des pertes thermiques consécutives à un abaissement des températures de fonctionnement.



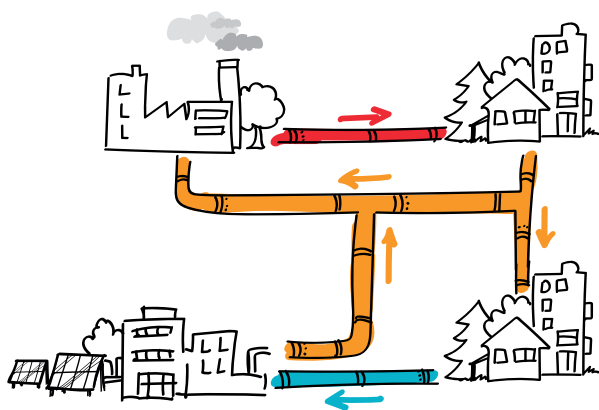
www.districtlab.eu

B

Districtlab : un outil au service de la transformation des réseaux

INNOVER DANS L'ARCHITECTURE RÉSEAU POUR AUGMENTER LE TAUX D'ENR

Historiquement, les réseaux thermiques urbains ont été conçus pour fonctionner avec une énergie abondante, peu chère et pilotable. Demain, ces systèmes devront **répondre au double challenge de la décarbonation et de l'adaptation du patrimoine existant**. Récemment, la société **CADouest**, partenaire des **Services Industriels de la Ville de Lausanne** (opérateur des réseaux énergétiques de cette ville) a proposé un concept innovant de réseau 3-tubes (schématisé ci-dessous) déployable dans certains quartiers de la ville. Les études menées avec DistrictLab-H™ ont permis d'identifier les risques liés à ce concept novateur tout en démontrant son potentiel et son intérêt. À termes, ce sont près de **11 GWh/an d'énergie à 90% renouvelable** qui seront livrés grâce à ce réseau innovant.



LES ATOUTS DE LA SOLUTION

Continuité des services sur l'existant
Valorisation des ressources EnR&R sur l'existant



LES ENJEUX POUR L'OPÉRATEUR

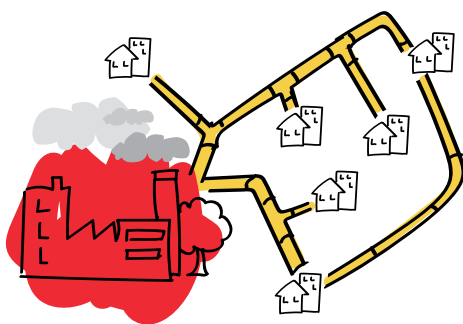
Maîtrise de la distribution énergétique pour un réseau 3-tubes



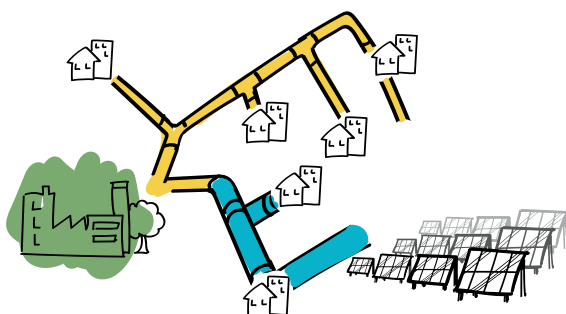
Un réseau 3 tubes pour permettre la valorisation des retours du réseau haute température en créant une boucle basse température.

INVESTIR POUR PRÉPARER L'AVENIR

AVANT



APRÈS



Certains réseaux existants ont été dimensionnés pour un fonctionnement haute température ce qui induit des coûts d'exploitation importants. Pourtant, dans de nombreux cas, des **investissements limités peuvent être suffisants pour permettre d'abaisser significativement les températures d'opération** de ces systèmes.

Dans ce contexte, le logiciel DistrictLab-H™ est très utile pour cibler quels composants remplacer et quand, le tout **avec un important niveau de sécurité**, la fourniture de chaleur aux usagers du réseau étant garantie par le logiciel. Par exemple, DistrictLab-H™ a récemment été mis en œuvre dans le cadre d'**une réponse à appel d'offres** visant à définir le bouquet de travaux minimal permettant d'assurer la transformation d'un réseau historiquement haute température vers un système basse température/pression.

Les résultats de l'étude ont démontré l'**intérêt technique et financier** d'envisager une telle évolution, dont le déroulé opérationnel a pu être planifié sur plusieurs années. Les retombées positives attendues se situent à plusieurs niveaux. Du point de vue de la collectivité, l'**infrastructure est modernisée et fiabilisée**. Pour l'opérateur, les **coûts d'exploitation sont minimisés**.

L'**usager**, quant à lui, accèdera à un mix énergétique plus vert à un tarif maîtrisé et stable.

C

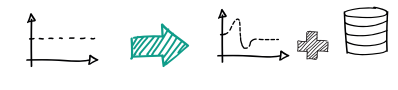

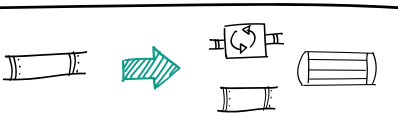
La recherche pour accompagner les transformations des réseaux vers les basses températures

La plupart des grands réseaux de chaleur existants fonctionnent à des températures supérieures à 120°C. La réduction de cette température est un levier de rupture autorisant de nouvelles perspectives pour atteindre les objectifs de décarbonation de la chaleur fournie. Cependant, pour fournir une puissance de chauffe identique, l'abaissement de la température entraîne une augmentation des débits sur le réseau ainsi qu'une baisse de la capacité des sous-stations. Dans le projet de recherche de l'Agence Internationale de l'Énergie (programme DHC) « Leave2GDHBehind », le CEA a évalué la mise à niveau nécessaire des sous-stations, canalisations et pompes du réseau pour permettre cet abaissement de la température



QUELLE MÉTHODOLOGIE POUR UNE TRANSFORMATION COMPÉTITIVE ÉCONOMIQUEMENT ?

ALLER PLUS LOIN QUE LES PRATIQUES INDUSTRIELLES ACTUELLES

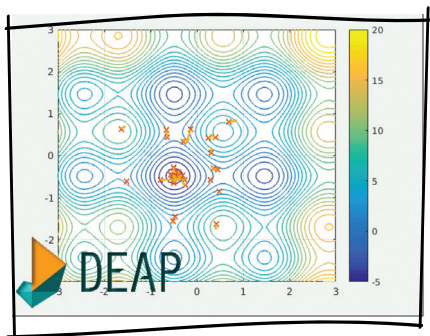
APPROCHE ACTUELLE	BESOIN	QUELS BÉNÉFICES POUR LE DIMENSIONNEMENT?
Statique	Dynamique	Permet d'appréhender les véritables marges opérationnelles disponibles par la prise en compte d'un pilotage intelligent et de solutions de stockage 
Locale	Globale	Permet d'inclure les effets réseaux d'une modification 
Mono-Actif	Multi-Actif	Permet de trouver des compromis entre différentes solutions (pompes, canalisations, échangeurs, stockages, etc.) 

UN OUTIL D'OPTIMISATION QUI PERMET LA MISE À NIVEAU DES RCU

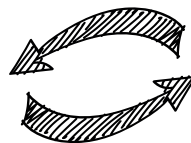
L'outil développé par le CEA Liten permet d'identifier les meilleurs compromis (CAPEX, OPEX, CO₂, etc.) pour la mise à niveau du réseau en fonction d'une cible de température d'opération. Pour ce faire, les degrés de liberté à sa disposition sont :

- Le redimensionnement du diamètre de certaines canalisations
- L'ajout de pompes de relèves
- Le redimensionnement de sous-stations
- Le redimensionnement de la pompe centrale

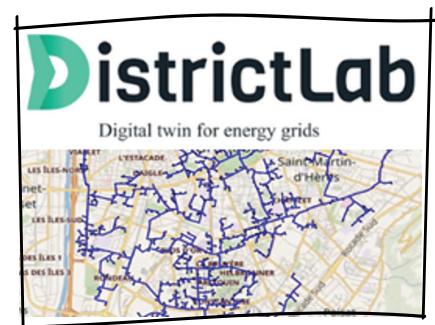
PROCESSUS ITÉRATIF



PROPOSITION DE DIMENSIONNEMENT



CALCUL DE PERFORMANCES



DistrictLab-H est présentée dans la fiche B

- CAPEX : Capital Expenditure Costs (Coûts d'investissements)
- OPEX : Opération Expenditure Costs (Coûts d'opération et maintenance)

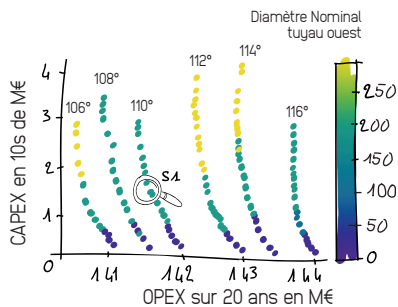
COMMENT CELA FONCTIONNE SUR UN CAS RÉEL ?

UN CAS D'ÉTUDE RÉEL AVEC 60 SOUS-STATIONS

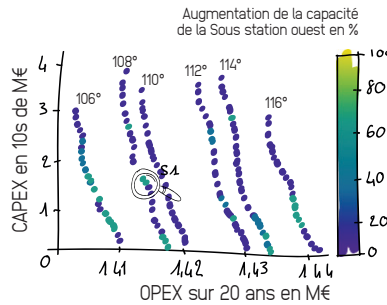
L'outil a été mis en œuvre sur une partie du réseau de chaleur de la ville de Metz (températures d'opération annuelle entre 110 et 160°C). Après avoir identifié les verrous techniques à la réduction de température, **un ensemble d'éléments a été choisi** pour rénovation et mise à niveau potentielle (env. 20 conduites, 10 sous-stations, 4 pompes de relevage). L'optimisation a permis de déterminer, pour chaque température cible, les combinaisons optimales en termes d'actifs à rénover, tout en satisfaisant des critères de minimisation pour les coûts d'investissement et d'opération.

DES RÉSULTATS POUR 6 OBJECTIFS EN TEMPÉRATURE DE (106 À 116°C)

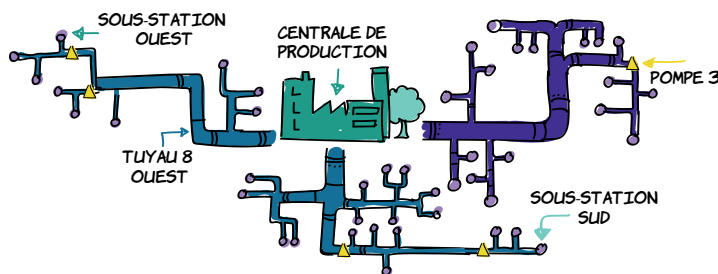
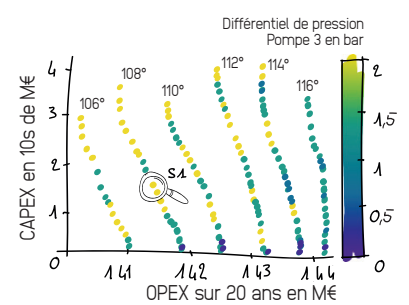
TUYAU OUEST 8



SOUS-STATION OUEST



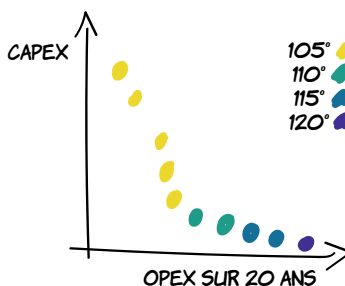
POMPE 3



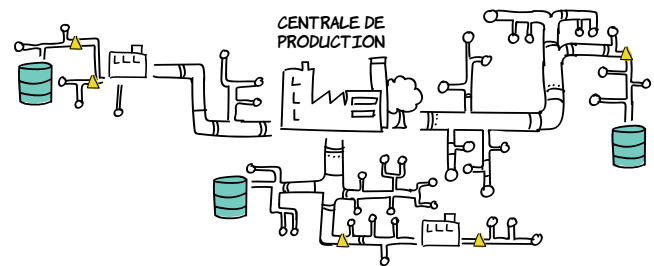
Pour une capacité d'investissement de 15 M€, et une capacité à soutenir des coûts d'opération et maintenance sur 20 ans de 1.415 M€, la solution S1 (110°C) sur le graphe propose une amélioration du réseau avec un DN de 120 pour le tuyau ouest 3, une augmentation de la capacité de la sous-station 5 de 60% et une pompe de relèvement avec une pression différentielle de 1 bar.

QUELLES PERSPECTIVES ?

Une **baisse de température par étape** est proposée par l'outil. Cela peut permettre de faire un planning des modifications dans le temps.



De **nouveaux degrés de liberté** sont en cours d'implémentation dans l'outil (ajout de **stockages distribués**, paramètres de **pilotage**, etc.).



www.iea-dhc.org/the-research/annexes/annex-xiii/annex-xiii-project-01
www.uem-metz.fr/accueil-chauffage-urbain

E. Guelpa et al. Reduction of supply temperature in existing district heating: A review of strategies and implementations, *Energy*, Volume 262,(2023)
 Y. Merlet, et al., Formulation and assessment of multi-objective optimal sizing of district heating network, *Energy*, Volume 252 (2022)
 Y. Merlet, et al., Optimal retrofit of district heating networks to lower temperature levels, *Energy* (to appear 2023)

D

Nouveaux modèles économiques pour la fourniture de chaleur

Afin de se développer, les réseaux de chaleur à basse température doivent s'appuyer sur de nouveaux modèles économiques. Ceux-ci, afin de sécuriser les investissements à réaliser et de pérenniser des sources de chaleur, doivent permettre la prise en compte de l'évolution et de la multiplication des sources de chaleur, ainsi que de l'engagement des citoyens et des collectivités autour d'un projet de services commun.

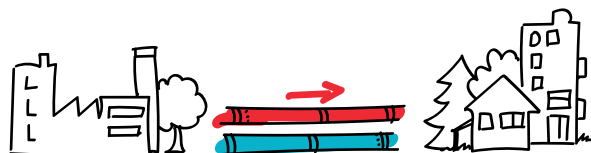
UN MODÈLE ÉCONOMIQUE CONVENTIONNEL INADAPTÉ

VERS DES SOURCES DE CHALEUR ENR&R DÉCENTRALISÉES ET DE TOUTES TAILLES

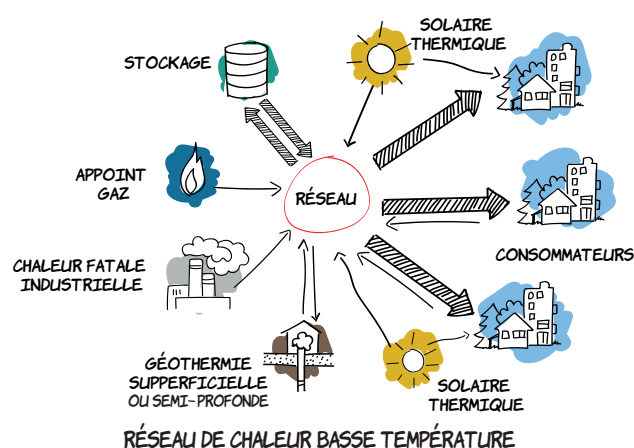
Des investissements différents pour la production de chaleur : l'une des principales différences avec les réseaux conventionnels est que l'approvisionnement en chaleur passe d'une ou plusieurs sources centralisée(s) de chaleur à haute température (permettant à un opérateur de chauffage urbain de l'acquérir et de l'utiliser là où elle est la plus efficace) vers une combinaison de plusieurs sources de chaleur à basse température de taille limitée et décentralisées (déchets, solaire thermique, géothermie,...).

UNE GESTION Tournée VERS LA DISTRIBUTION ET LE STOCKAGE DES ÉNERGIES ENR&R

Les réseaux basse température s'appuient sur une gestion et un pilotage intelligent afin de tirer le meilleur profit des sources d'énergie en termes économiques et énergétiques. Ainsi un travail doit être effectué sur la distribution et le stockage de la chaleur afin de l'utiliser lorsqu'elle est la plus rentable et d'effacer le maximum d'énergies fossiles. Ce pilotage passe par la prédiction des consommations, l'optimisation des températures de départ en fonction des besoins réels des usagers, l'analyse du fonctionnement des usagers en vue de minimiser leur température retour, le pilotage d'un équipement de stockage journalier ou saisonnier.



RÉSEAU DE CHALEUR ANCIENNE GÉNÉRATION



UNE IMPLICATION FORTE DES CONSOMMATEURS

DE CONSOMMATEURS CLIENTS À CONSOM-ACTEURS PARTENAIRES

Le développement des réseaux basse température implique le développement d'une relation personnalisée avec les abonnés qui sont alors des consom'acteurs : ils sont en effet à la fois des consommateurs (dont l'opérateur doit connaître les besoins pour les conseiller vers une diminution en volume et en température) et à la fois des potentiels producteurs de chaleur EnR&R. Cette collaboration profitable et pérenne doit s'appuyer sur des modèles économiques de vente et d'achat de chaleur EnR&R adaptés.



Les communautés d'énergies citoyennes (CEC), un levier pour les réseaux basse température : exemple de la coopérative de chauffage urbain de Hvidovre au Danemark : Dans une CEC, les citoyens détiennent les moyens de production ou le pouvoir de décision pour développer des énergies renouvelables ou des services liés à l'énergie. C'est le cas de la coopérative « Hvidovre Fjernvarme », qui regroupe 250 membres et fournit de la chaleur à 33 000 usagers, dont la commune de Hvidovre. Avec trois autres coopératives de chauffage urbain voisines, Hvidovre Fjernvarme a déployé un programme pour aider les abonnés à optimiser leurs installations de chauffage, leur permettant d'économiser de l'énergie et de l'argent. Tous les deux ans, la coopérative vérifie ainsi gratuitement les installations de chauffage et fournit un rapport sur la consommation et la performance énergétique des logements et inclut des recommandations personnalisées pour optimiser leur efficacité énergétique.

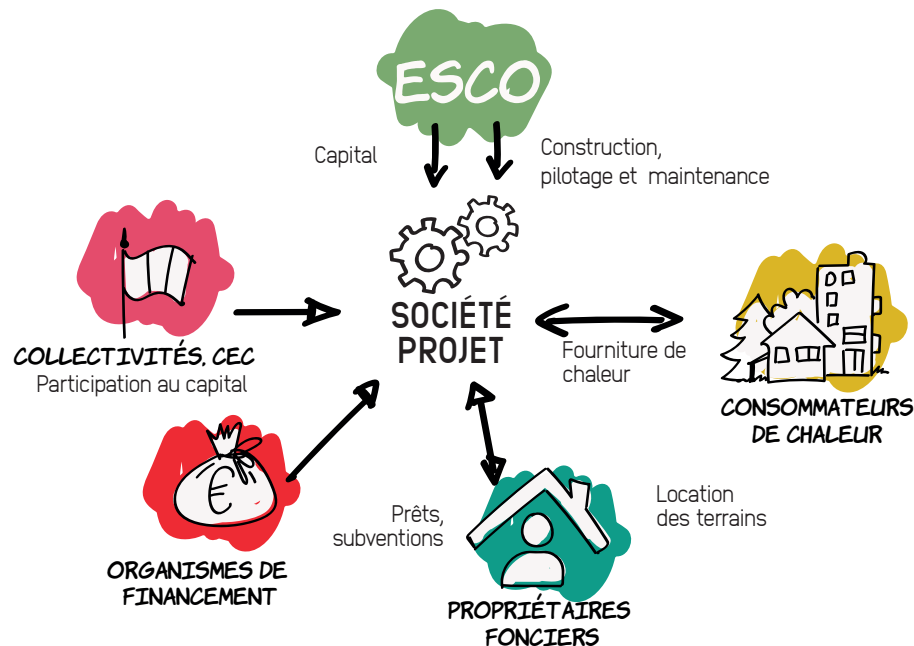
DES NOUVEAUX MODÈLES ÉCONOMIQUES

LES NOUVEAUX MODÈLES ÉCONOMIQUES POUR SÉCURISER LA VENTE DE CHALEUR À BASSE TEMPÉRATURE

La sécurisation sur le long terme des achats et des ventes de chaleur des réseaux basse température permet de maîtriser les évolutions du coût de l'énergie pour l'utilisateur. **Les sources d'énergie sélectionnées doivent ainsi présenter une bonne stabilité des prix dans le temps par une faible dépendance aux énergies électriques et fossiles ou autres ressources soumises à une volatilité des prix importante.** D'autre part, les investissements à réaliser pour la conversion des réseaux vers des plus basses températures peuvent être lourds à porter pour une collectivité ou son délégataire.

Une solution peut être le recours à un modèle de vente de chaleur par un « tiers financeur ». La contractualisation avec cette Société de services énergétiques, aussi appelée Energy service company (ESCO) permet d'intégrer des moyens de production d'ENR&R basse température et de les amortir dans le temps via une vente de chaleur sécurisée sur 20 à 30 ans. Le tiers-financeur apporte sur cette durée des garanties de performances sur lesquelles un opérateur de RCU ne souhaite pas forcément s'engager (en raison par exemple de sa technicité dans le cas du solaire thermique ou de sa disponibilité dans le cas de certaines sources de chaleur fatale).

Dans ce modèle économique, le contrat de chaleur est passé entre le délégant, son délégataire (l'opérateur du RCU) et une société de projet (SPV) majoritairement détenue par l'ESCO. La collectivité ou les CEC peuvent également entrer au capital de cette SPV, permettant son ancrage territorial. La création de cette SPV et la définition des modalités du contrat de vente de chaleur doit être étudiée le plus en amont possible et peut intervenir aussi bien sur des réseaux à créer que sur des réseaux existants (en cours de de contrat de gestion ou à l'occasion de leur renouvellement).



LA TARIFICATION INCITATIVE, UN LEVIER POUR L'ABAISSEMENT DES TEMPÉRATURES

Les mécanismes classiques de tarification, basés uniquement sur une puissance maximale et une température de départ secondaire maximale / minimale n'incitent pas à la gestion optimale de l'énergie, tandis que des **tarifs incitatifs permettent d'introduire une source de flexibilité thermique (qui peut donc être utilisée pour lisser les pointes de consommation) et d'optimiser la température de retour.** Différentes méthodes ont été mises en place. Par exemple sur le réseau de Viborg au Danemark, l'abonné reçoit un bonus de 1% par degré d'abaissement de la température de retour en dessous du niveau attendu. Un malus est collecté dans le cas contraire (au-delà de +6°C par rapport à la cible contractuelle). Ce système de bonus-malus s'accompagne d'une prestation de conseil auprès des abonnés. **Les différents retours d'expérience montrent que pour être efficace, la motivation tarifaire doit être suffisamment importante, et le passage à l'action facilité par un accompagnement.**



E

Exemple de réseau à basse température intégrant des EnR&R : Narbonne

En 2020, la ville de Narbonne, accompagnée par les sociétés Newheat et SNDC, l'opérateur du réseau, a profité de l'extension de son RCU pour intégrer sur son réseau, opéré à basse température, une centrale solaire thermique de presque 3MWth, accompagnée d'une unité de stockage de 1000m³, faisant ainsi évoluer son mix existant (biomasse et gaz) de 64 à 75% d'EnR&R.

newheat
renewable heat supplier

PRÉSENTATION DU PROJET D'INSTALLATION SOLAIRE THERMIQUE AVEC STOCKAGE SUR LE RCU DE NARBONNE

L'INTÉGRATION DE CHALEUR SOLAIRE, UNE SOLUTION ADAPTÉE AUX ENJEUX DE DÉVELOPPEMENT ET DE VERDISSEMENT DU RÉSEAU DE NARBONNE

Le réseau de chaleur de la Ville de Narbonne est long d'environ 5 km et dessert un ensemble de 35 abonnés répartis sur le quartier Saint-Jean-Saint-Pierre. Il est exploité par la Société Narbonnaise de Chauffage (SNDC, filiale de Dalkia) et était alimenté avant 2021 par une chaufferie mixte bois/gaz. En 2020, une extension du réseau est étudiée, portant la consommation totale à plus de 14 GWh/an. L'enjeu est à l'époque de maintenir le taux d'EnR&R au-dessus de 70%, ce qui permettait de bénéficier de subventions sur les travaux d'extension de la part de l'ADEME.

Le régime de température de ce réseau (68/57°C en moyenne sur l'année) étant particulièrement adapté aux moyens de production basse température, la ville de Narbonne et le délégataire ont souhaité étudier la mise en place d'une centrale solaire thermique avec stockage journalier afin de maximiser le taux d'EnR&R du réseau étendu et de stabiliser les prix de chaleur.

Avec la mise en service en septembre 2021 de la centrale solaire réalisée par Newheat, la couverture du talon estival est réalisée à plus de 75 % entre mai et septembre par la production solaire. Le RCU de Narbonne présente aujourd'hui une mixité énergétique d'environ 60% de biomasse, 15% de solaire thermique et 25% de gaz, faisant en moyenne passer le taux global d'EnR&R de 64 à 75% après extension et intégration de la centrale solaire thermique.



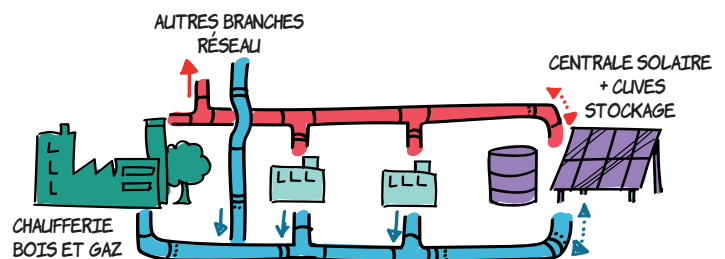
Crédit photo Newheat

LA CENTRALE SOLAIRE THERMIQUE PERMET DE COUVRIR LES BESOINS ESTIVAUX



Crédit photo Newheat

La centrale a été dimensionnée afin de fournir toute l'année de l'énergie directement à la température de consigne du réseau (chauffage direct dit « retour-départ »). En été, la production solaire est optimale et permet de diminuer au maximum l'utilisation du gaz naturel (la chaudière biomasse étant arrêtée lors de cette période). En hiver et mi-saison, la chaufferie biomasse et la centrale solaire fonctionnent simultanément grâce à une régulation fine et interconnectée des systèmes de production du réseau.



Les capteurs solaires thermiques plans vitrés sont disposés sur des structures métalliques ancrées par la technique des pieux battus. Les capteurs sont raccordés à une cuve de stockage de 1000 m³ par un réseau de canalisations, elle-même raccordée en bout de branche sur le réseau de chaleur par un réseau de canalisations enterré. Le transfert de chaleur au réseau entre la centrale solaire et la cuve et entre la cuve et le réseau est effectué au moyen d'échangeurs eau/eau à plaques. Le stockage de l'énergie solaire permet de déphaser la production solaire instantanée du profil de consommation du réseau de chaleur.

E

Exemple de réseau à basse température intégrant des EnR&R : Narbonne

CHIFFRES CLEFS

TECHNIQUES

PUISSANCE SOLAIRE CRÊTE :
2,8 MWTH

SURFACE DE CAPTEURS SOLAIRES : **3 200** M²

CAPACITÉ DE LA CUVE DE STOCKAGE : **1 000** M³

ÉNERGIE ANNUELLE LIVRÉE :
~ **2 000** MWH / AN

ENVIRONNEMENTAUX

SURFACE TOTALE AU SOL :
1,5 HA

TONNES DE CO₂ ÉVITÉES :
~ **580** TONNES / AN

UN TAUX D'ENR&R GLOBAL :
>70% DONT ~ 15% ASSURÉS
PAR LE SOLAIRE THERMIQUE ET
LE STOCKAGE

TEMPS DE RETOUR CARBONE :
1,25 AN

ÉCONOMIQUES

INVESTISSEMENT :
2 M€

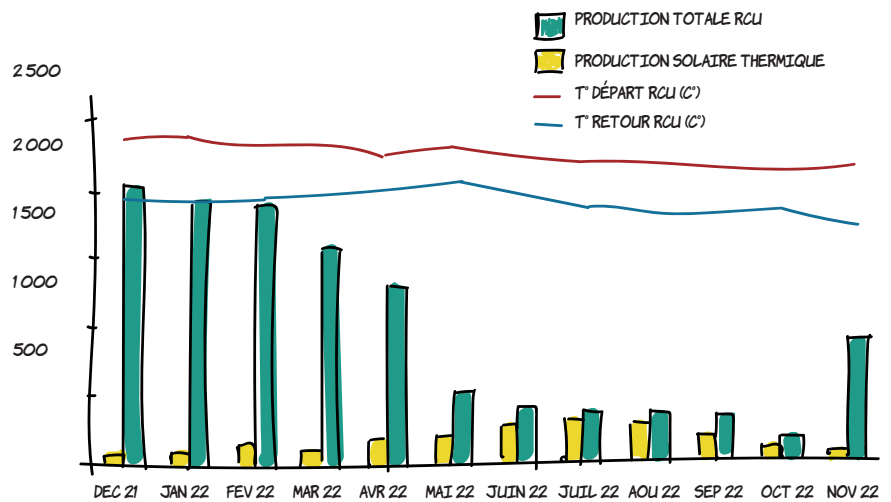
AIDES PUBLIQUES :
58 %

70% DU PRIX DE CHALEUR EST
FIXE SUR LA DURÉE DU CONTRAT

RETOURS D'EXPÉRIENCE

PRODUCTION SOLAIRE ET TAUX DE COUVERTURE

Afin de limiter au maximum les pertes thermiques sur le réseau de distribution, la SNDC travaille en effet à maintenir les températures départ et retour réseau aux niveaux les plus bas possibles. Les niveaux de température du réseau de Narbonne sont relativement bas par rapport à la moyenne des réseaux de chaleur Français. En plus de limiter les pertes thermiques sur les réseaux de distribution, le fonctionnement du réseau à ces niveaux de température maximise le rendement des capteurs solaires thermiques et élargit la plage de fonctionnement de la centrale. Ainsi, une baisse de 10°C simultanée des températures aller et retour permet un gain de 10 à 15 % de productivité solaire.



Sur la première année de fonctionnement complète et à pleine charge illustrée ci-dessus, la centrale solaire thermique de Narbonne a dépassé ses objectifs de taux de couverture en atteignant la barre des 17%. Cela a été rendu possible grâce aux efforts conjoints et continus de Newheat et de la SNDC pour abaisser les températures de fonctionnement du réseau. Ces efforts seront poursuivis dans la durée en visant une performance encore supérieure sur les années à venir.

PRIX DE CHALEUR POUR L'ABONNÉ

- L'intégration de la chaleur solaire en 2021 s'est faite à iso-tarif pour les usagers.
- En 2022, du fait de la hausse des prix du gaz et de la biomasse, un écart de presque 10 €/MWh sur la facture des abonnés du RCU a été observé entre la solution avec solaire et ce qu'aurait été la solution sans solaire.

remerciements

VERSION SEPTEMBRE 2023

Ce document a été réalisé grâce au soutien du projet RES-DHC, financé par le programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union Européenne sous la convention de subvention n°952873.

Coordination - Delphine Bourdon
dephine.bourdon@cea.fr

Création graphique - Florence Pillet
flopillet@gmail.com



Contributeurs



Relecteurs

