

## RÉSEAU DE FROID

Gif-surYvette, Orsay, Palaiseau(91) – ZAC de Moulon et ZAC du quartier de l'Ecole polytechnique ( EPA Paris -Saclay)

**Id SNCU : 9101F**

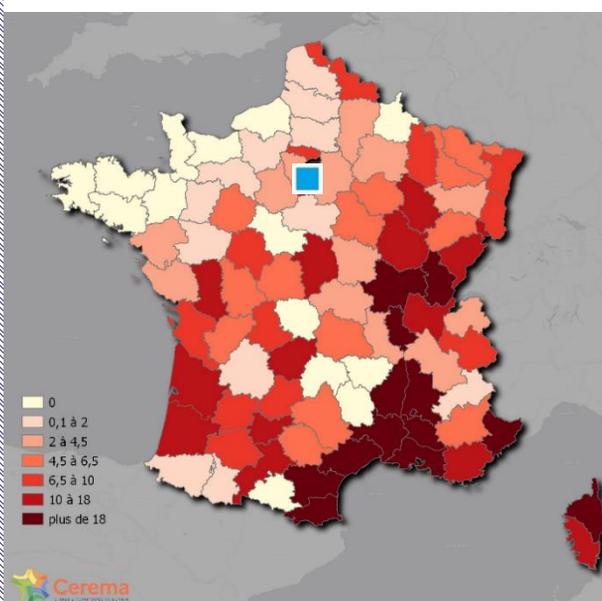


Source : EPAPS

### LE RÉSEAU EN QUELQUES CHIFFRES

Les 2 réseaux sont traités dans la même fiche. Pour les données particulières à chaque réseau, les abréviations **M** (Moulon) et **P** (Polytechnique) sont utilisées.

- Année de création : 2015
- Puissance de l'installation : 20 MW chaud et 9 MW Froid (M) , 15 MW chaud et 5,5 MW froid (P)
- Quantité de froid livrée annuellement des 2 réseaux : 5070 MWh (2019), 3000 MWh ( 2020)
- Taux de CO2 : 0,031 kg CO2 /kWh (calcul de l'enquête SNCU sur base des consommations électriques )
- Longueur du réseau : 4,55 km (M) et 3 km (P) actuel ( La structure principale du réseau est déployée , mais il reste les raccordements au fil de l'eau)
- Points de livraison : 10 (M) et 4(P) en 2020



Carte des DJU en base 26 – Source : Météo France

Localisation approximative du réseau



### GÉOGRAPHIE ET CLIMAT (Source Wikipedia)

- **Géographie** : Le Plateau de Saclay, situé en Ile-de-France, dans l'aire urbaine de Paris. Il est situé dans le nord de l'Essonne et dans le sud-est des Yvelines, à une vingtaine de kilomètres au sud de Paris. Il constitue le cœur du territoire de Paris-Saclay, un projet de pôle technologique et scientifique lancé en 2010. La plaine de Moulon est la partie sud-est du plateau de Saclay, située sur les communes de Gif-sur-Yvette et Orsay.
- **Climat** : Saclay bénéficie d'un climat océanique dégradé. En moyenne annuelle, la température relevée s'établit à 10,8 °C avec une moyenne maximale de 15,2 °C et une moyenne minimale de 6,4 °C. Elle se distingue de Paris par un écart constant négatif de 2 °C, qui s'explique notamment par la différence de densité urbaine entre la capitale et sa banlieue.
- **DJU 2019 Base 26 du département** : 11 (Moyenne de la France métropolitaine : 11,1)

### ACTIONS DES COLLECTIVITÉS POUR LE DÉVELOPPEMENT DES ENR&R ET POLITIQUES PUBLIQUES EN FAVEUR DU FROID RENEUVELABLE

- L'Établissement public d'aménagement Paris-Saclay (EPA Paris-Saclay) supervise la conduite des travaux liés à l'aménagement de deux ZAC, de Moulon et de l'École Polytechnique. Ce projet, qui devrait s'achever autour de 2030, comprend l'installation de neuf grandes écoles, fédérées au sein de l'université Paris-Saclay, la construction de plusieurs laboratoires, structures de recherche et bâtiments destinés à accueillir des activités de R&D, et la réalisation de plusieurs milliers de logements étudiants et familiaux.

### DÉMOGRAPHIE

- Le réseau de froid alimente principalement du tertiaire, des laboratoires et de l'enseignement supérieur
- 3300 habitants/km<sup>2</sup>
- 8300 usagers/km<sup>2</sup> (résidents + non résidents)

### CARACTÉRISTIQUES DU TISSU URBAIN

- Les réseaux s'étendent sur trois communes : Palaiseau (P), Gif/Yvette et Orsay (M). Il est à noter que la ville de Saclay, n'est pas directement concernée par le réseau de froid.
- Le réseau de chaleur et de froid dessert des nouveaux quartiers, donc raccordement à des bâtiments performants uniquement, soit 1/3 de logements collectifs (résidence étudiante et logement familial – en chaud uniquement), 1/3 de bâtiments d'enseignement supérieur et de recherche et 1/3 de bâtiments destinés au développement économiques (Tertiaire et laboratoires/centre de recherche privés)

### DESCRIPTION TECHNIQUE DU RÉSEAU

#### ARCHITECTURE GÉNÉRALE DE L'INSTALLATION



- deux réseaux Froid 4,55 km (M) et 3 km (P) non interconnectés actuellement.
- Le réseau de froid n'alimente que les bâtiments qui en ont besoin, car ils sont neufs et performants. La volonté est de ne pas inciter à la surconsommation de froid (politique de sobriété énergétique, par exemple pas de climatisation active sur les logements).

#### Bâtiments desservis

- **Moulon (2021)**
  - 2 grandes
  - 1 Hôtel
  - 1 restaurant universitaire
  - Commerces de taille moyenne en pied d'immeubles
- **Polytechnique (2021)**
  - 1 grande école
  - 1 Hôtel
  - 1 restaurant universitaire
  - Commerces de taille moyenne en pied d'immeubles

- Il est à noter que l'École polytechnique dispose d'un réseau technique qui n'est pas traité ici, ni connecté.

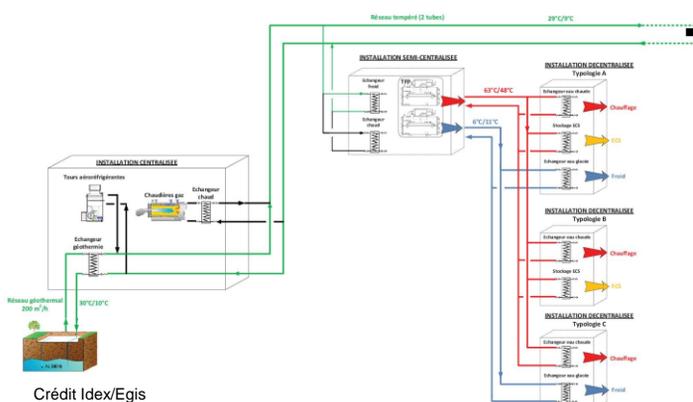


## POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT

- Le réseau accompagne le développement des deux ZAC, aussi la production est en constante augmentation. La puissance raccordée est actuellement de 40% de la puissance finale théorique.
- L'EPA est aménageur et peut imposer les raccordements.

## PUISSANCE DE L'INSTALLATION

- Puissance totale installée : 35 MW chaud et 14,5 MW froid
- Quantité de froid qu'il est possible de fournir en régime nominal : 127 000 MWh
- Puissance souscrite : 14,5 MW
- Densité thermique en MWh.an/m: 0,6
- Taux de CO<sub>2</sub> : 0,031 kg CO<sub>2</sub> /kWh



Crédit Idex/Egis

## TECHNOLOGIE DE PRODUCTION DU FROID

- Thermo-frigo-pompes sur réseau chaud et froid, avec tours aéro-réfrigérantes ouvertes pour évacuer le surplus de calories en été
  - Le réseau est basé sur une boucle d'eau tempérée (29/9°C) alimentée par doublet géothermal sur la nappe de l'albien. Des installations semi centralisées équipées de thermo-frigo-pompes alimentent ensuite deux réseaux de distribution: chaleur (63/48°C) et froid (6/11°C). 4 installations d'échanges décentralisées permettent ensuite sur chaque ZAC d'équilibrer les besoins entre chaud et froid.
  - Raisons du choix effectué, avantages/inconvénients : Les bâtiments consommant du chaud et du froid toute l'année, il faut favoriser la récupération de chaleur issue de la production de froid.
  - Système de stockage éventuel : non.
  - Moyen d'évacuation de la chaleur (ou source de froid) : réseau de chaleur via thermo-frigo-pompes (en priorité) puis tours aéro-réfrigérantes ouvertes
- Coefficient de performance des machines installées: COP de 3 Contractuel



## MAÎTRISE D'OUVRAGE ET EXPLOITANT

### MAÎTRISE D'OUVRAGE

- L'EPA est maître d'ouvrage et exploitant des réseaux.

### MONTAGE JURIDIQUE ET EXPLOITATION

- L'exploitation technique dans le cadre d'un contrat CREM (Conception Réalisation Exploitation Maintenance) a été signé pour 7 ans avec la société IDEX, et sera remis en concurrence en 2022 pour 4 à 6 ans.

### DURÉE DU CONTRAT D'EXPLOITATION ET TARIFICATION

- 7 ans
- R1 (consommation) : 32 €/MWh
- R2 (abonnement puissance souscrite): 58€/kW souscrit
- R3 (volume d'eau livré) : 0,15 €/m<sup>3</sup>

### MODÈLE ÉCONOMIQUE

- CAPEX global : 55 millions d'euros froid et chaud confondus jusqu'en 2022.
- OPEX : non stabilisé car réseau en croissance
- 25 M€ (P) et 31 M€(M) dont 10M€ du fonds chaleur pour les réseaux chaud et froid
- Rentabilité : un objectif d'équilibre économique de l'opération uniquement.
- Ventilation des coûts :
  - ✓ Production chaud et froid (hors forages) : Sous-stations d'îlot (intégrant les thermo-frigo-pompes) et les installations centralisées : environ 20M€ hors Génie Civil
  - ✓ Distribution chaud et froid (réseaux et sous-stations clients) : environ 16 M€ hors Génie Civil



### MOTIVATIONS DE LA DÉCISION DE CONSTRUIRE UN RÉSEAU DE FROID

- Une Ambition environnementale de l'OIN (Opération d'intérêt national).
- Développement initial sur besoins en chaleur. Les bâtiments cibles ont des besoins en froid de process toute l'année. Il y avait donc une opportunité d'avoir une source de chaleur de récupération pour le réseau de chaud. Le but était de valoriser au maximum l'énergie fatale des laboratoires. Comme il n'existait pas de source de froid renouvelable disponible, il fallait donc utiliser au maximum la récupération par le réseau de chaleur.
- Difficultés rencontrées :  
Déploiement du réseau:
  - ✓ Le réseau a été déployé et réalisé en même temps que les voiries. Certaines stations intermédiaires (400 m<sup>2</sup> en sous-sol) sont intégrées aux bâtiments clients et rétrocédées au réseau en propriété, entraînant une meilleure intégration urbaine.Raccordement clients :
  - ✓ La principale difficulté est d'arriver à maîtriser la demande de froid car les bureaux d'études prennent des coefficients de sécurité importants dans le dimensionnement des besoins en puissance.
  - ✓ Pour les abonnés présentant une forte pointe de puissance en été, le raccordement de client sur la vase d'un « talon » de froid ( et pointe traité en local) est parfois plus pertinent.
  - ✓ La composante du prix en m<sup>3</sup> est importante car le delta de température livré en hiver est parfois trop bas et cela dégrade l'efficacité du réseau.

### SOLUTIONS APPORTÉES À DES PROBLÈMES IMPRÉVUS

- En été, le réseau d'eau tempérée sert de client « Chaud » fictif. L'excès de chaleur est évacué alors par des tours aéro-réfrigérantes. La nappe de l'Albion (eau potable) ne peut pas être utilisée pour stocker des calories (réglementation interdisant les rejets de plus de 30 °C).

### RETOURS CLIENTS

- Economies réalisées par rapport à une solution de refroidissement autonome : La solution réseau est intéressante en coût global, entraînant parfois un surdimensionnement des besoins.
- Satisfaction des usagers, des bailleurs sociaux et des habitants
- Fort intérêt des étudiants du campus pour ce projet, qui s'exprime notamment lors des visites et présentations réalisées régulièrement.

### TRIBUNE LIBRE

- Ces deux réseaux sont des démonstrateurs de réseaux de 5<sup>ème</sup> génération, et à ce titre sont les sites pilotes en France du projet européen Interreg NWE D2Grids
- Néanmoins, en hiver, l'idée de créer une bulle froide avec un pompage réversible sur le doublet géothermique pourrait s'envisager, mais soumis encore à la collecte d'un historique de fonctionnement des doublets suffisant.

### SOURCE ET AUTRES LIENS UTILES

- Interreg NEW D2Grids : <https://5gdhc.eu/>
- EPA Paris-Saclay: <https://www.epaps.fr/grands-formats/le-reseau-dechange-de-chaleur-et-de-froid-de-paris-saclay-unmodele-innovant-au-service-de-la-transition-energetique/>