

## Etude d'opportunité de valorisation de la chaleur produite par les Datacenters sur le territoire de la Ville d'Aulnay-sous-Bois

### 1. Contexte de l'étude

L'objectif de cette étude est de mettre en avant le potentiel de valorisation de la chaleur fatale issue des datacenters sur les Territoire de la Ville d'Aulnay-sous-Bois.

Nous avons choisi d'étudier deux pistes d'opportunités cumulatives :

- La première vise à valoriser 13MW sur le réseau en synergie avec le projet actuel de géothermie ;
- La seconde vise à utiliser la chaleur du datacenter directement au terme d'une boucle basse température ou dans le cadre plus global d'interconnexion communales.

Les besoins identifiés sont de 188 GWh/an sur le territoire de la Ville (Réseau du Gros Saule, Rose de Vents, Zac Val Francilia). Pour les besoins de cette étude, nous avons également considéré à terme le maillage entre les différents réseaux afin de pouvoir valoriser l'énergie sur l'ensemble du périmètre, en cohérence avec les lignes directrices du Schéma Directeur de Paris Terre d'Envol.

La localisation du projet à proximité directe des moyens de production prévus pour le réseau est un facteur clé dans la faisabilité de la récupération de chaleur fatale du Data Center,

- La centrale de production de chaleur étant située à cet endroit, les canalisations et les pompes y sont déjà dimensionnées pour que l'ensemble de l'énergie du réseau puisse y transiter. Il n'y a donc pas d'investissement supplémentaire à prévoir côté réseau de chaleur pour pouvoir valoriser au maximum l'énergie du Data Center ;
- La température de 60°C à l'entrée de l'échangeur avec le DC est atteinte en mélangeant le débit issu de la géothermie à 75°C (limité à 700m<sup>3</sup>/h) avec tout ou partie du reste du débit de retour (pouvant atteindre 1800 m<sup>3</sup>/h) à 53 °C qui, sans le data center, serait directement redirigé vers la chaufferie gaz. Ce fonctionnement permet de placer le Data Center comme un complément de la géothermie et de le faire intervenir uniquement en substitution du gaz ;
- La chaufferie gaz également située à proximité permet la réhausse de la température entre les 70°C issus du DC et la température de consigne du réseau. Cela permet d'alimenter directement l'ensemble des abonnés à partir de ce point.

Le régime de température retenu pour la chaleur fatale est de 70°C en amont de l'échangeur. L'interface entre le réseau et le datacenter se fait via une station d'échange, équipée d'échangeurs avec un pincement de 1°C.

La possibilité de concentrer un apport conséquent en chaleur fatale sur la friche PSA constitue une opportunité unique pour étudier des approvisionnements dédiés en boucle basse température auprès des futurs projets appelés à se développer dans le cadre de Val Francilia et de l'arrivée de la nouvelle gare, puisque ces types de solution supposent une infrastructure dédiée dont il faut garantir l'approvisionnement continu en chaleur et le taux final d'ENR&R à partir d'un projet privé.

## 2. Principe de récupération de chaleur fatale sur le Datacenter

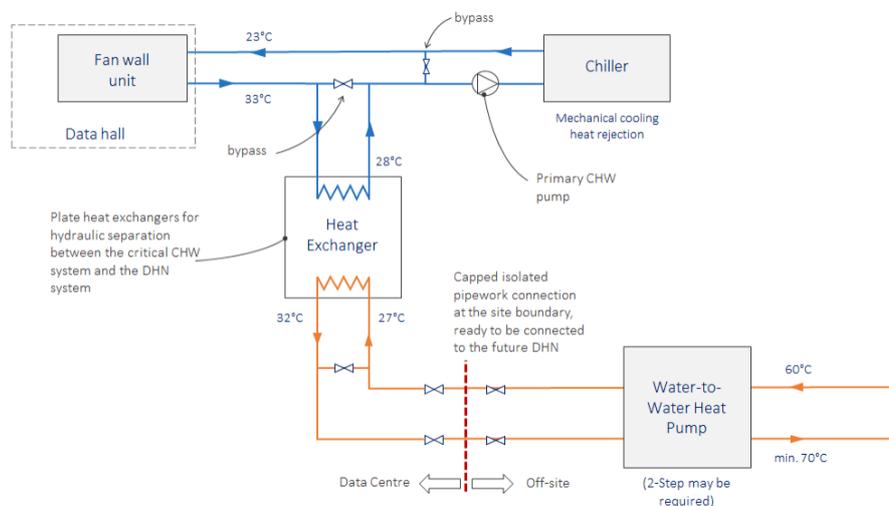
Sur la base de l'étude d'opportunité réalisée par Black & White Engineering (B&W), la solution la plus pertinente nous semble être la valorisation de la chaleur fatale issue des salles IT. La température des salles IT est maintenue grâce à des CTA avec batterie froide alimentées par eau glacée (température de départ 23°C et retour 33°C). La chaleur récupérée dans les salles IT est ensuite acheminée via le réseau d'eau glacée vers les aérothermes situés en toiture où la chaleur serait rejetée dans l'atmosphère si elle n'était pas récupérée. Le système des pompes à chaleur (PACs) permet d'élever la température des retours de 33°C jusqu'à 70°C afin que cette chaleur fatale puisse être valorisée sur le réseau de chaleur.

Les exigences de performance minimale de l'ADEME pour l'obtention des subventions sur les Pompes à Chaleur (COP>3,5 y compris auxiliaires) peuvent être atteintes si la température d'entrée côté boucle chaude (température de retour du réseau) est à un minimum de 60°C.

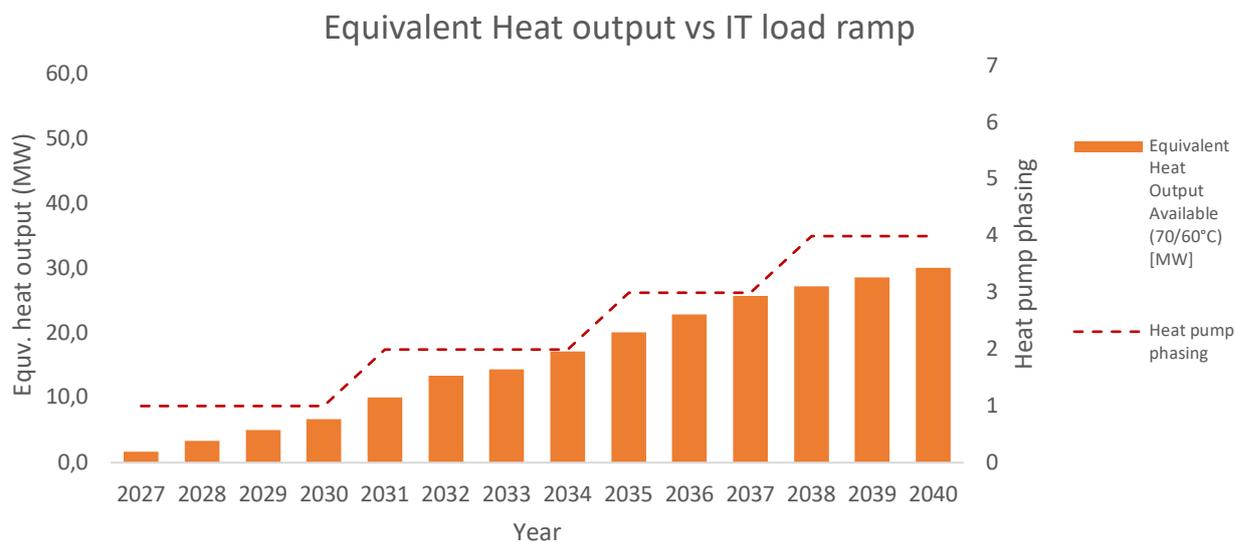
Pour les besoins de ces études, nous avons tenu compte des contraintes liées à l'alimentation d'un réseau de chaleur, qui nécessite de garantir un niveau de chaleur disponible, tant eu égard à la continuité du service public qu'à l'assurance d'une pérennité sur l'exploitation des infrastructures nécessaires à la valorisation de la chaleur fatale. Les caractéristiques retenues pour la chaleur sont celles de l'étude de B&W décrites ci-dessous :

- A terme, la chaleur récupérable représente un total de **22,85MW pour l'ensemble du site (côté boucle froide)**
- Ce qui représente une puissance de chaleur valorisable sur le réseau **de 29,4MW à la sortie des PACs ;**
- Le taux d'occupation moyen des salles IT est de 55 %, réduit à 36% en considérant les variations de charges probables que connaîtra le datacenter à différentes périodes (opération, maintenance, recommercialisation ...) qui ne sont pas compatibles avec les besoins de continuité d'un réseau de chaleur,
- **COP = 3,5 y compris auxiliaire** (mini subvention ADEME). COP estimé à confirmer par des études approfondies à venir ;
- **Régime de température** : afin d'améliorer les performances de l'installation, nous préconisons un régime de température de 60-70°C en amont de l'échangeur. Cette température de 60°C est atteignable côté réseau de chaleur en combinant une partie du départ chaud avec une partie des retour réseaux (froid) directement vers le Data center comme indiqué dans le schéma en annexe 1.

Le schéma simplifié ci-dessous illustre le fonctionnement du système de récupération de chaleur côté data center :



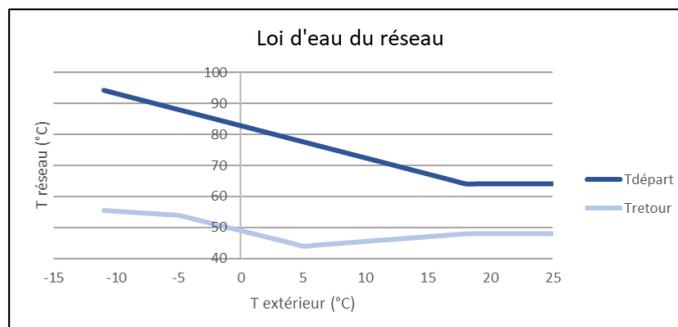
Sur la base d'une hypothèse d'installation de 8 MW IT par an durant la phase de construction du site et d'un taux d'occupation moyen de 55%, avec des contraintes de variation de charge pouvant aller jusqu'à 33%, l'histogramme ci-dessous illustre la montée en charge de la puissance de chaleur récupérable : +2.1 MW/an en moyenne entre 2027 et 2040. Les 13 MW correspondant à la puissance maximale valorisable sur le réseau seront disponibles à horizon 2031-2032 :



### 3. Fonctionnement du réseau de Chaleur

#### a. Régime de température du réseau

Afin de pouvoir desservir l'ensemble des clients du réseau, la température de départ du réseau s'ajuste en fonction de la température extérieure :



La température d'entrée côté boucle chaude de 60°C est atteignable en mélangeant une partie des retours réseau froids (entre 54 et 44°C en fonction de la température extérieure) avec une partie de la chaleur issue de la géothermie (75°C). La valorisation de la chaleur fatale des Datacenters vient en complément de la géothermie dont le débit est limité à 675 m<sup>3</sup> pour un débit total du réseau pouvant atteindre 1800m<sup>3</sup>. La chaudière vient ensuite assurer l'appoint pour atteindre la température de départ souhaitée.

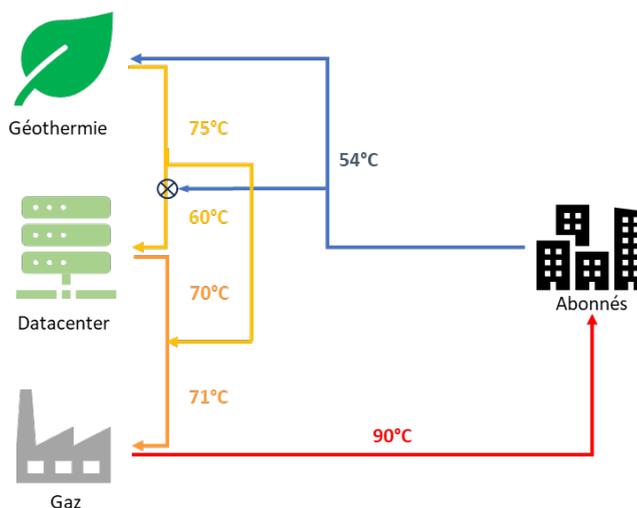
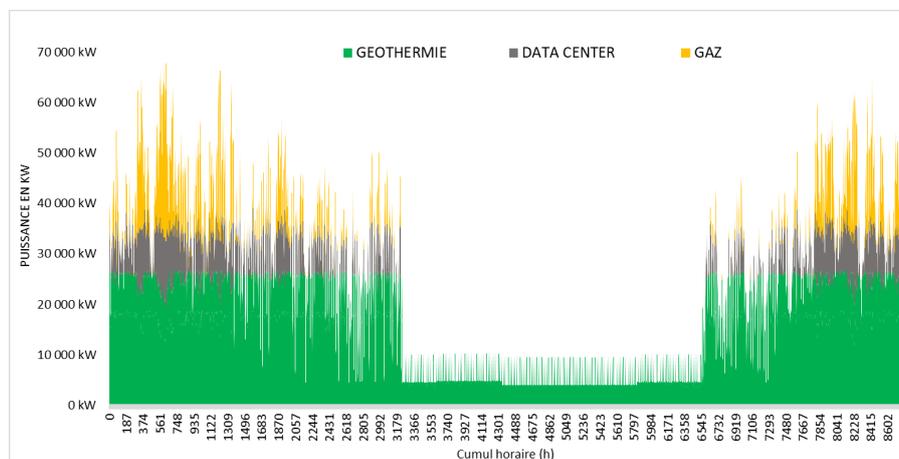


Schéma simplifié fonctionnement réseau de chaleur par -5°C

## b. Monotone

La monotone ci-dessous présente les appels réseau heure/heure durant l'année au terme du projet de géothermie :



Monotone Aulnay

La puissance maximale appelée est de 74 MW. Le datacenter vient en complément de la géothermie fournissant une puissance maximale de 13 MW. La chaudière gaz intervient en appoint de température ou de puissance si nécessaire.

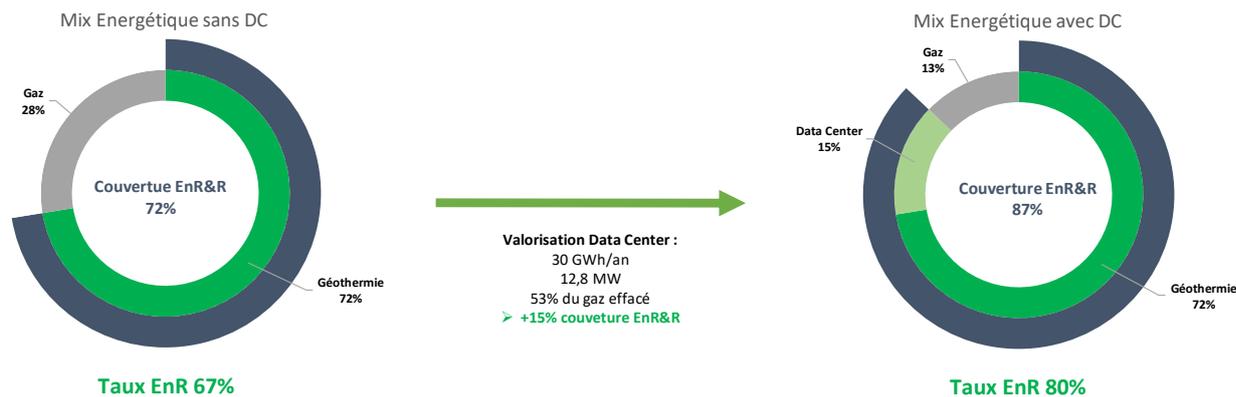
Les besoins de chaleur fatale sont concentrés sur la période hivernale et la mi-saison (oct-mai). En période estivale, les PACs du datacenter pourraient être mises à l'arrêt et intervenir en secours en cas d'indisponibilité de la Géothermie (sous réserve de disponibilité de la puissance électrique nécessaire au fonctionnement des PACs en été).

## 4. Contribution minimale du datacenter au Mix énergétique

Grâce à la valorisation de la chaleur fatale du datacenter, la température extérieure moyenne de déclenchement des chaufferies gaz qui viennent en appoint/secours passe de 5.7°C à 4°C (-30%). Le nombre d'heures de fonctionnement des chaudières est également réduite de 30% (2 808 h/an avec datacenter vs. 3 941h sans).

Pour une puissance maximale de 12.8 MW, le datacenter fournit 30 GWh/an de chaleur au réseau en substitution du gaz naturel soit une baisse -53% des consommations de gaz prévues sur le réseau. Ces 30 GWh de chaleur fatale valorisée représentent 6 000 t d'émissions de CO<sub>2</sub> évitées par an.

La contribution minimale du data center au mix énergétique du réseau est présenté ci-dessous :



**Dans les conditions actuelles d'exploitation du réseau, la valorisation de chaleur fatale permettrait ainsi d'effacer 53% des consommations de gaz naturel améliorant le taux de couverture en Energies Renouvelables et de Récupération (EnR&R) de 15% pour atteindre 87%.**

## 5. Contribution optimale du datacenter au Mix énergétique

### a. Modification du réseau existant

Le cas de valorisation présenté ci-dessus correspond à l'énergie valorisable dans les conditions actuelles d'exploitation du réseau.

Moyennant des modifications structurantes sur le réseau de distribution (notamment sur la taille des canalisations et les débits maximums de fonctionnement), nous pourrions envisager de modifier la loi d'eau qui régit son fonctionnement en abaissant la température de départ et ainsi augmenter encore la valorisation d'énergie issue des datacenters. Ces optimisations pourraient permettre d'envisager d'effacer la quasi-totalité du gaz naturel qui ne serait alors utilisé que par grand froid (température extérieure inférieure à 0°C).

Le volume d'énergie valorisable pourrait alors atteindre 48 GWh/an permettant ainsi d'effacer 84% des consommations de gaz.

A ce stade, ces éléments sont donnés uniquement à titre exploratoire mais permettent de confirmer le potentiel à long terme de la valorisation de chaleurs sur les Datacenters afin d'atteindre l'objectif de 100% de couverture EnR&R sur le réseau.

### b. Création d'une boucle basse température sur la ZAC Francilia

Une autre possibilité de Valorisation pourrait venir de la création d'une boucle basse température sur une ZAC située à proximité des data centers.

Ce type de fonctionnement permettrait de valoriser de l'énergie à plus faible température via un réseau desservant des bâtiments spécifiquement conçus à cet effet et ainsi d'augmenter la quantité globale d'énergie provenant des datacenters par rapport aux solutions envisagées ci-dessus.

La chaleur serait enlevée directement auprès de datacenter à une température de 35°C et serait réhaussée jusqu'à 55-60°C par des pompes à chaleur installées dans les bâtiments desservis par le réseau.

Un besoin de 41GWh/an a été estimé pour ce projet soit un besoin instantané d'environ 16 MW à -7°C extérieur (peak).

Ce type de fonctionnement n'est envisageable que sur des bâtiments neufs. Il est particulièrement adapté lors de la création d'une ZAC mixte (logements & bureaux). La ZAC Francilia pourrait être adaptée à cette situation.

Il existe néanmoins quelques limites :

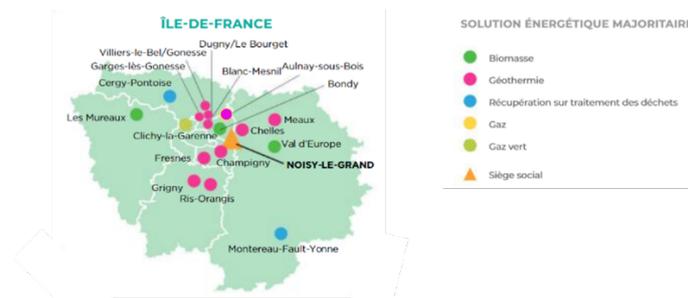
- Ce fonctionnement n'est pas compatible avec la géothermie. L'énergie issue des Data center ne viendrait plus en complément mais en substitution de la géothermie. Pour conserver le mixte énergétique avec la géothermie, il s'agirait alors en compensation de trouver de nouveaux prospects en plus ayant une consommation équivalente.
- Un deuxième départ réseau spécifique basse température serait nécessaire (augmentation de la taille du bâtiment dédié à l'échange de chaleur et des investissements si les 2 solutions sont retenues).
- La disponibilité de la chaleur provenant du data center dépend de la consommation des utilisateurs du centre de données. Par conséquent, pour garantir la provenance ENR&R du réseau, il est important de disposer d'une consolidation suffisante en chaleur fatale afin de garantir les besoins estimés par ce type de boucle basse température, qui suppose d'être capable de répondre à tout moment au besoin d'appel du réseau de chaleur public.

Ces limites appellent donc à une forte responsabilité du datacenter dans l'optique d'une fourniture de chaleur fatale. Etant donné que théoriquement, l'ensemble du besoin géothermie et boucle basse température dépasserait 50% de la chaleur récupérable sur le datacenter, il apparaît peu réaliste de l'envisager sans une consolidation externe de la disponibilité de chaleur fatale. Dans l'optique où cette consolidation se matérialiserait par un projet sur la friche PSA, il nous apparaît qu'elle sera tout de même une opportunité à explorer pour valoriser davantage d'énergie issue des Datacenters à des régimes de températures encore plus intéressants.

## 6. Perspectives de valorisation à proximité

### a. Sur des réseaux gérés par Coriance

Coriance gère à ce jour 17 réseaux de chaleur en Ile de France dont 5 sont situés à proximité de la Ville d'Aulnay :



Si les conditions technico-économiques le permettent, ces réseaux pourraient d'ores et déjà représenter un potentiel valorisable de 34 MW à proximité soit un total de 46MW ce qui représenterait près des 2/3 de l'énergie valorisable sur l'ensemble du projet :

	Potentiel de valorisation	Territoire
Aulnay	10-12 MW	Paris Terre d'Envol
Dugny/Le Bourget	3-4 MW	Paris Terre d'Envol
Blanc Mesnil	5-8 MW	Paris Terre d'Envol
Garges les Goneses	3-4 MW	
Bondy	12-14 MW	
Villiers le Bel	3-4 MW	
<b>Potentiel total</b>	<b>36-46 MW</b>	

Porté par les objectifs des collectivités pour améliorer leur bilan environnemental et par la stratégie d'indépendance énergétique de la France, le secteur des réseaux de chaleur connaît une très forte croissance. Cette croissance entrainera nécessairement l'apparition de nouveaux réseaux de chaleur et par la même occasion d'autres débouchés pour valoriser la chaleur des datacenters sur la friche PSA.

#### b. Sur le territoire de l'EPT Paris Terre d'Envol

Une dizaine des réseaux de chaleur sont actuellement présents ou en projet sur le territoire de l'EPT Paris Terre D'envol représentant un volume de ventes total de 500 GWh.

Dans son Schéma Directeur des réseaux de chaleur et de froid adopté en juillet 2022, l'EPT Paris Terre d'Envol s'est fixé des objectifs ambitieux de développement et de verdissement de ses réseaux pour atteindre **un volume de ventes de 860 GWh/an et un taux EnR&R global de 72% à horizon 2030 (94% à horizon 2050 selon le PCAT 2020)**. Les études du schéma directeur ayant été réalisées avant la crise énergétique, cette trajectoire devrait encore être accélérée par rapport au scénario prévu.

Afin de parvenir à ces objectifs, le Schéma Directeur préconise notamment l'interconnexion des réseaux de chaleur afin d'optimiser la valorisation des sources de chaleur EnR&R disponibles sur le territoire.

La valorisation de la chaleur fatale issue des Datacenters s'inscrit parfaitement dans cette trajectoire à horizon 2030-2050. Grâce à l'interconnexion entre les différents réseaux, la chaleur fatale pourrait être valorisée au-delà de la ville d'Aulnay et être un facteur clé dans la réussite de la décarbonation du territoire de l'EPT Paris Terre d'Envol.

## 7. ANNEXES

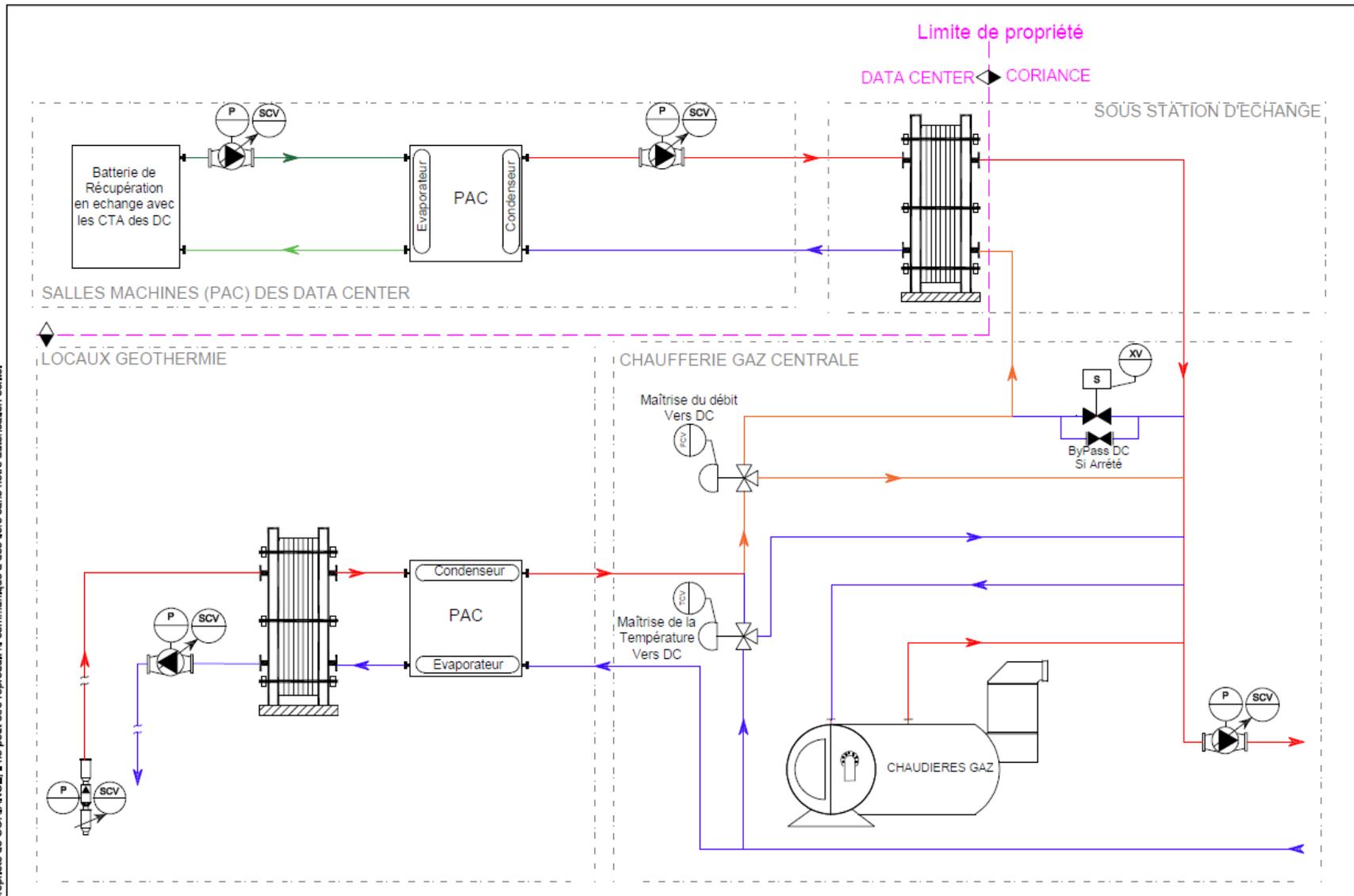
ANNEXE 1 : SCHEMA DE PRINCIPE INTERFACE RESEAU-DATACENTER

ANNEXE 2 : PROPOSITION IMPLANTATION SOUS STATION D'ÉCHANGE



Février 2024

## ANNEXE 1 : SCHEMA DE PRINCIPE INTERFACE RESEAU-DATACENTER



Ce plan est la propriété de CORIANCE. Il ne peut être reproduit ni communiqué à des tiers sans notre autorisation écrite.

<b>A4</b>	Dessinateur	Vérificateur	Vérificateur	Date	Révision	RACCORDEMENT A UN DATA CENTER	SCHEMA DE PRINCIPE - AULNAY SOUS BOIS	
	CORIANCE	CORIANCE	CORIANCE	17/10/2023	1			



Février 2024

## ANNEXE 2 : PROPOSITION IMPLANTATION SOUS STATION D'ÉCHANGE

