

TELEHOUSE

**137, boulevard Voltaire
75 011 PARIS**

EXTENSION TH3 MAGNY - P2

**Mission d'Avant Projet
Faisabilité Récupération de chaleur**

Date : 21/11/2022

Référence : T-TD22041-13A



47 allée des Palanques
CS 10012
33127 SAINT-JEAN-D'ILLAC
Tél : 05 56 68 83 20 – Fax : 05 56 68 83 29
e-mail : capingelec33@capingelec.com
Internet : www.capingelec.com

Fiche d'Identification du document

TELEHOUSE

137, boulevard Voltaire
75 011 PARIS

EXTENSION TH3 MAGNY - P2

Mission d'Avant Projet

Faisabilité Récupération de chaleur

N° affaire T-TD22041
Date (*dernier indice*) 21/11/2022
Référence / indice T-TD22041-13A
Nom du fichier T-TD22041-13A - Note de faisabilité récupération de chaleur
Nombre pages document 15

Indice	Date	Sommaire des modifications	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
A	10/11/2022	Première émission	<input checked="" type="checkbox"/> B.FALMENTA	<input checked="" type="checkbox"/> F. VIRIAT	<input checked="" type="checkbox"/> P. REMIA
B	21/11/2022	Intégration du bilan de puissance électrique	<input checked="" type="checkbox"/> B.FALMENTA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

: document vérifié / approuvé

SOMMAIRE

1	OBJET	4
2	PRESENTATION DU PROJET	4
3	DONNEES D'ENTREE	5
3.1	COMPOSITION DU MODULE	5
3.2	ARCHITECTURE DE CLIMATISATION	5
4	RECUPERATION DE CHALEUR	6
4.1	PRINCIPE GENERAL	6
4.1.1	CONTEXTE	6
4.1.2	DESCRIPTION DES MOYENS TECHNIQUES	7
4.2	PRINCIPE DE RECUPERATION DE LA CHALEUR FATALE DU DC	8
4.3	BILAN CAPACITAIRE	10
4.4	ENCOMBREMENT DU SYSTEME PAC	12
4.5	MAQUETTAGE LOCAUX PAC	12
4.6	CONTEXTE DE LA VILLE DE MAGNY LES HAMEAUX ET OPPORTUNITES D'EXPLOITATION	13
4.7	ESTIMATION DE LA CONSOMMATION ELECTRIQUE	14
4.8	CONCLUSION	15

1 OBJET

Le présent document a pour objet d'étudier la faisabilité d'une valorisation de la chaleur fatale produite pas les équipements informatiques dans le cadre de la phase 2 du projet de la construction du data centre Telehouse TH3 situé à Magny les Hameaux (78).

La présente étude visera à quantifier les opportunités que pourrait offrir le data centre en terme de récupération de chaleur fatale.

2 PRESENTATION DU PROJET

Le projet s'articule autour d'un bâtiment central (P0) abritant des espaces communs et centraux (tels que l'accueil, le stockage, monte-charge etc.) et de 2 bâtiments techniques (appelés modules) hébergeant des salles informatiques (salles IT).

Actuellement la phase 1 traitant de la création d'un premier module est en cours de construction. Un permis de construire a été délivré pour ce dernier.

L'étude de conception de la phase 2 traite du second module.

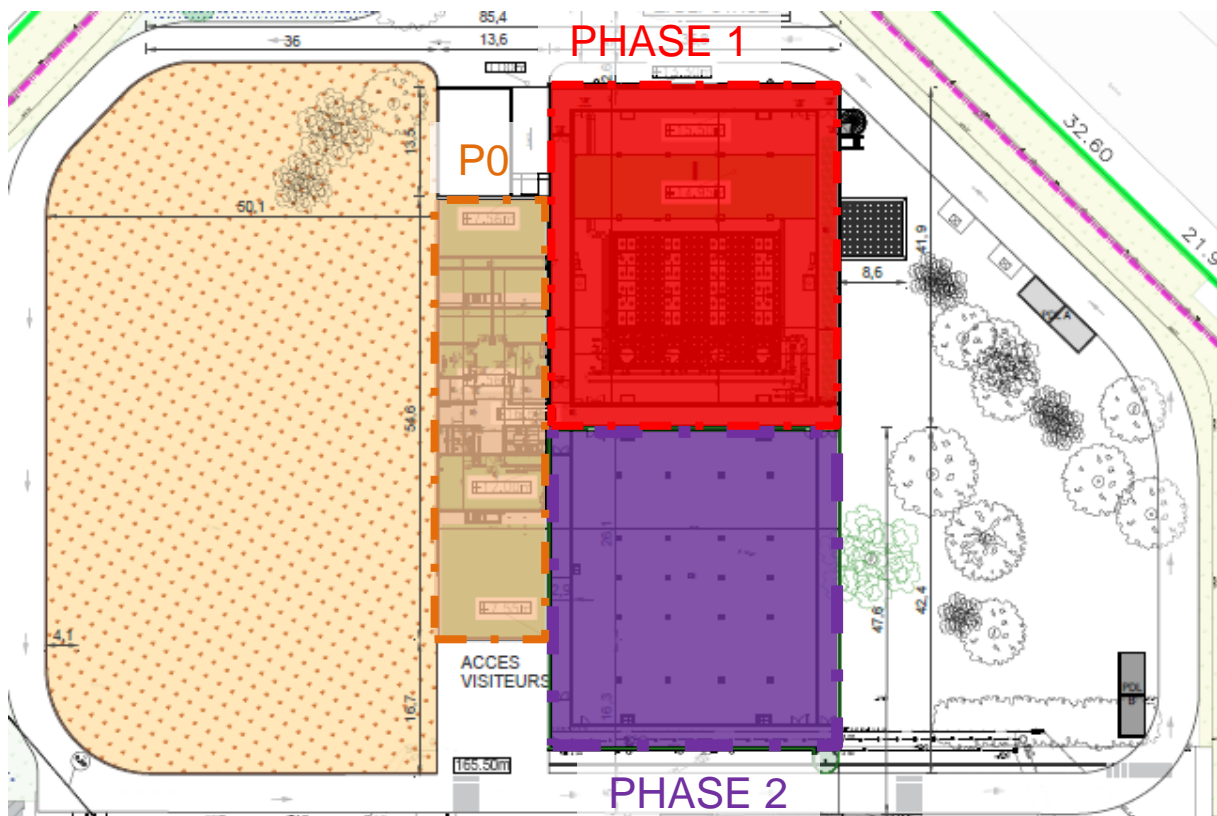


Figure 1 : Plan masse projet

3 DONNEES D'ENTREE

3.1 Composition du module

Chaque module est identifié comme bâtiment de 3 étages indépendants d'un point de vue système technique:

- Locaux techniques en Sous/sol – RDC ;
- Héberge une salle informatique en R+1 ;
- Héberge une salle informatique en R+2 ;
- Les groupes froids et pôle électriques CVC sont installés en toiture.

3.2 Architecture de climatisation

La production d'énergie sera assurée par des groupes froids monoblocs à condensation par air, équipées de modules free chilling, et implantés en toiture. Le niveau de redondance est de N+1 unités pour un total de 4 groupes frigorifiques.

Chacun des groupes sera raccordé Hydrauliquement à un ballon tampon de stockage eau glacée. Ce principe permet d'assurer le continuous cooling.

Dans les salles informatiques (Data Hall), des armoires de climatisation seront installées en périphérie de chaque salle avec soufflage en plancher technique et reprise en ambiance.

Des armoires de climatisation seront également implantées dans les locaux techniques pour lesquels un refroidissement est nécessaire.

- Régime de production de l'eau glacée : +17/+27°C non glycolé
- Capacité de production froid cible : 3768 kW froid soit un débit d'eau glacée de 325 m³/h.

4 RECUPERATION DE CHALEUR

4.1 Principe général

4.1.1 Contexte

Le principe 0 de la thermodynamique rappelle que tout système cherche à rejoindre son plus bas niveau d'énergie. Le transfert d'énergie se fait toujours par transfert de chaleur.

Ainsi, tout équipement produisant ou consommant de l'énergie, sous quelque forme qu'elle soit, finit par dissiper cette énergie en chaleur.

Ainsi, on peut aisément comprendre que la forte densité de charge IT du Datacenter présente un potentiel de chaleur récupérable aussi important.

La complexité de cette situation réside dans les opportunités généralement insuffisantes de valorisation de cette chaleur.

Il est généralement utilisé comme appoint à des réseaux de chaleur existants.

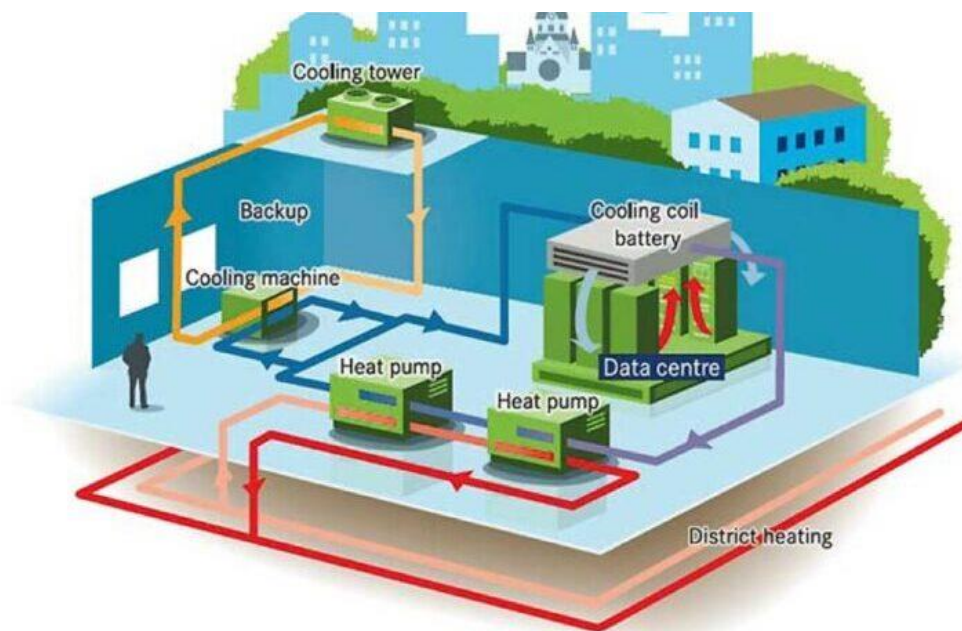


Figure 2 : Principe récupération de chaleur

L'autre frein à la récupération de chaleur du datacenter réside dans le mode de refroidissement.

Actuellement, c'est le vecteur AIR et non EAU qui est utilisé pour le refroidissement des serveurs. Les serveurs aspirent de l'air « frais », refroidissent leur cœur et rejettent l'air réchauffé.

Le vecteur air n'est pas très propice au transport de chaleur sur des distances importantes (sa capacité calorifique = à stocker de la chaleur) est faible, au contraire de l'eau.

C'est la raison pour laquelle il est préférable de convertir l'air chaud récupéré en eau chaude récupérée, mais avec des niveaux de température faibles dans le cas d'un Datacenter (retour d'eau à +27°C).

C'est une chaleur dite basse qualité, qui n'est pas compatible avec les terminaux de chauffage habituels (radiateurs).

Afin de permettre l'usage de cette chaleur fatale par le plus grand nombre d'utilisateurs, il est donc nécessaire de relever cette température basse qualité à haute température (80/85°C environ) par l'intermédiaire de pompes à chaleur.

4.1.2 Description des moyens techniques

Le principe de la récupération de chaleur est, à l'aide d'une machine thermodynamique (fonctionnant avec un fluide frigorigène) nommée pompe à chaleur, d'acheminer les calories captées lors du rafraîchissement des locaux vers les utilisateurs de chaleur.

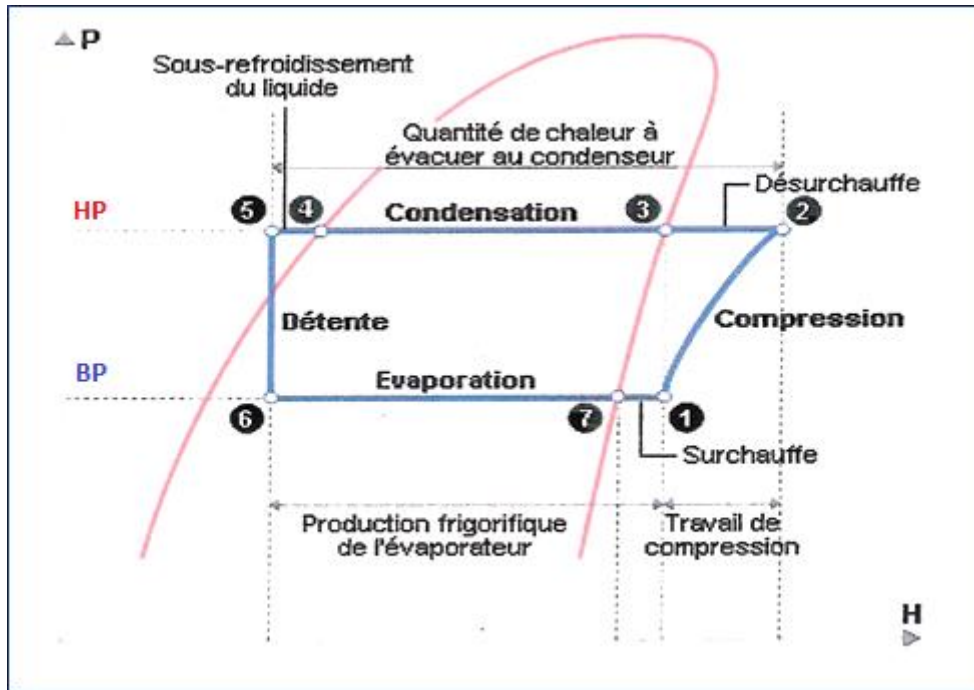


Figure 3 : Principe thermodynamique

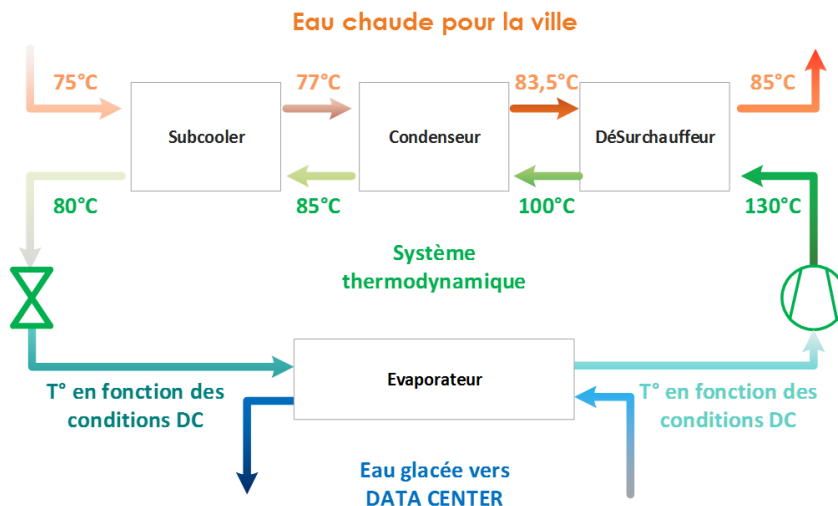


Figure 4 : Principe de la pompe à chaleur

Ce process permet d'élever l'eau à haute température (80-85°C) à partir d'un régime d'eau primaire relativement faible (retour à 25°C ou davantage).

4.2 Principe de récupération de la chaleur fatale du DC

Dans le cadre du process de fonctionnement d'un Data centre, il est nécessaire de refroidir les salles informatiques afin de conserver les serveurs dans des conditions ambiantes optimales (données constructeurs).

Les calories sont alors captées et cheminées vers l'extérieur via des systèmes techniques tel que :

- Terminaux (armoires de climatisation)
- Réseau de distribution (boucle d'eau glacée)
- Système de production frigorifique (Groupe froid)

Au passage du groupe frigorifique, les calories sont rejetées dans l'air extérieur, c'est ce qui est considéré comme de la chaleur fatale.

Chaleur fatale du DC

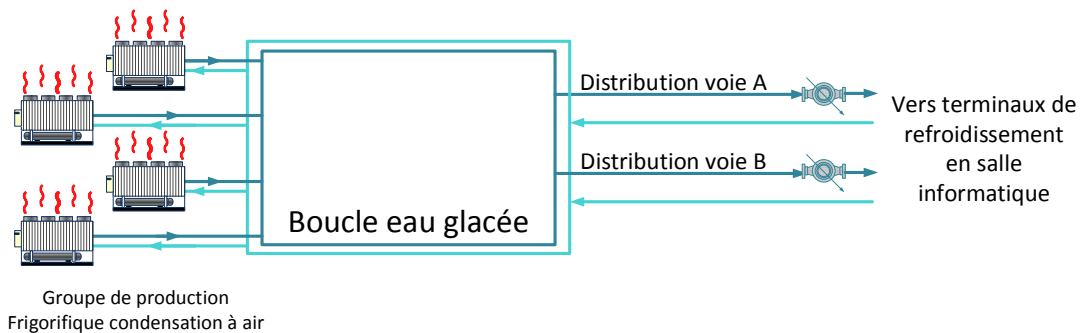


Figure 5 : Principe de refroidissement d'un Data centre (Système eau glacée)

Cette chaleur fatale peut être réutilisée dans un process de production pour un réseau de chaleur. Pour ce faire, il est nécessaire d'implanter un système complémentaire à la production de froid du datacenter permettant d'un côté de compenser le besoin en refroidissement et de l'autre cheminer la chaleur fatale vers réseau de chauffage via de l'eau de condensation.

Il est ainsi envisager deux solutions, selon les opportunités de valorisation :

- Intégrer des PAC EAU/EAU sur la boucle eau glacée afin de les faire fonctionner en substitution ou en parallèle des groupes frigorifiques initiaux.

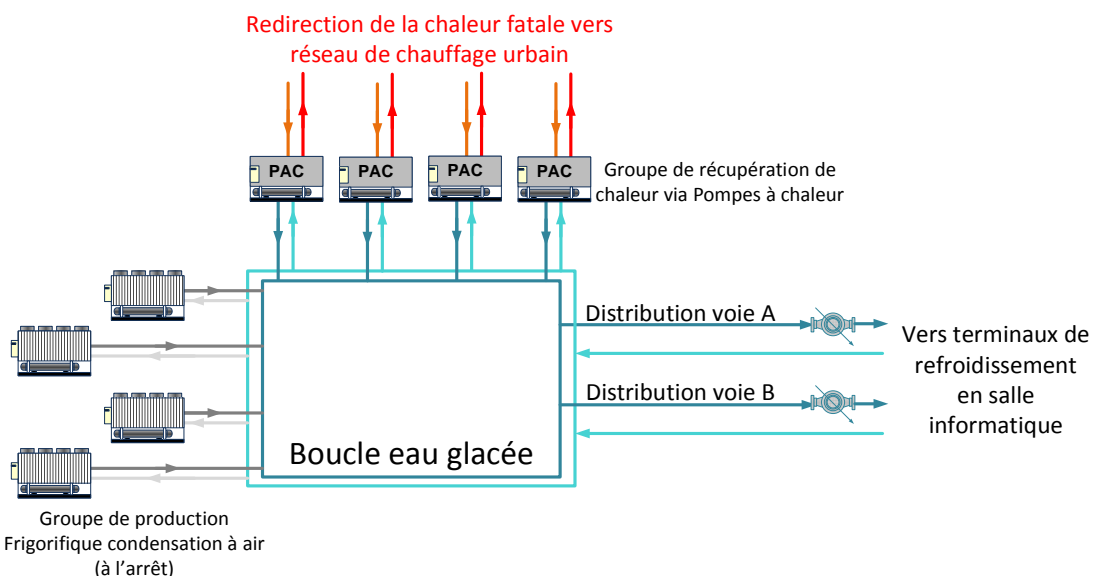
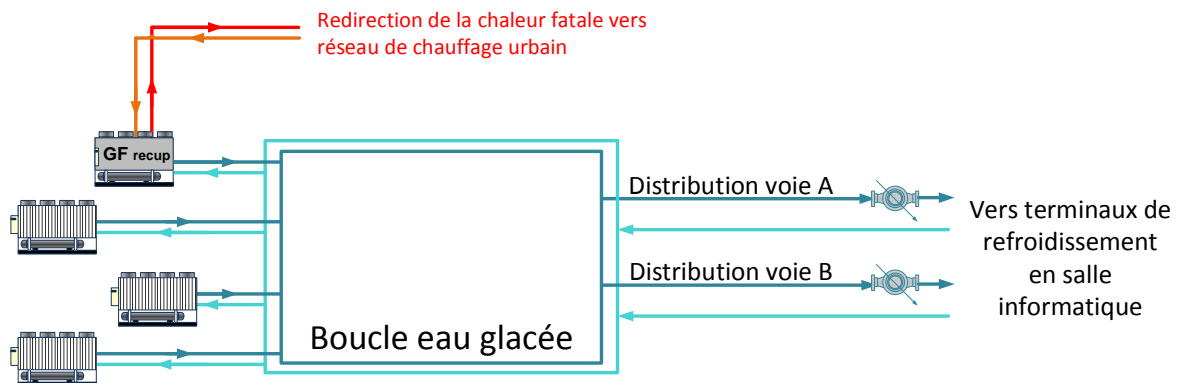


Figure 6 : Principe de récupération de chaleur fatale d'un Data centre avec des PAC (Système eau glacée)

- Substituer un ou plusieurs groupes froid free chilling par des groupes froids à récupération de chaleur.



Groupe de production
Frigorifique condensation à air

Figure 7 : Principe de récupération de chaleur fatale d'un Data centre avec un GF à récupération (Système eau glacée)

Nota : Avec cette solution le potentiel de récupération de chaleur se réduit au nombre de GF substitués. En contrepartie, le CAPEX nécessaire à la mise en place du système de récupération de chaleur est également réduit.

Les deux systèmes de production froid et de récupération de chaleur doivent coexister car, la demande de chaleur du cotés réseau de chauffage varie au cours de l'année, quand les besoins de refroidissement du datacenter restent relativement stables.

4.3 Bilan capacitaire

Afin d'évaluer le potentiel capacitaire de récupération de chaleur via la production alternative d'eau glacée par les PAC, il est nécessaire de considérer l'objectif cible de la phase 2 du projet :

Production frigorifique (groupe froid)					
Objectif cible (kWf)	Départ Eau glacée (°C)	Retour Eau glacée (°C)	Débit eau glacée (m3/h)	EER moyen observé*	Pabs total (kW)
3768	17	27	324,83	14	270

Figure 8 : Bilan frigorifique cible

Puis de considérer le champ des possibles offert par les technologies actuels (fournisseurs) :

Spécifications d'un système PAC à récupération de chaleur							
Capacité unitaire de refroidissement (kWf)	Capacité unitaire de production de chaleur (kWc)	Régime EG évaporateur (°C)	Régime EC condenseur (°C)	COP	Nombre d'unité nécessaire pour traiter la charge du DC	Capacité total de production de chaleur (kWc)	Pabs total (kW)
942	1511	17/27	70/80	2,47	4	6044	1 525,51

Figure 9 : Estimation capacitaire du système de récupération de chaleur

*estimation pour 14/15°C Température extérieur moyenne observée

Bilan carbone en fonction du scénario	
Avec récupération de chaleur	351,36 TeqCo2
Sans récupération de chaleur	4 507,45 TeqCo2
Delta	4 156,09 TeqCo2

Figure 10 : Bilan Carbone

□ Analyse (Approche sur le potentiel maximal) :

- On constate qu'il sera nécessaire de solliciter 4 PAC de capacité 942 kWf unitaire afin d'assurer le refroidissement de 100% de la charge de la phase 2 du projet.
- Ce système est moins performant d'un point de vue énergétique dans le sens où, en hiver, il consomme environs 80% plus d'électricité que la production frigorifique prévu initialement.
- Le bilan carbone reste toutefois positif. En effet, on constate que le système de récupération de chaleur se substituant à des chaudières gaz naturel permet de réduire les rejets de CO2 à hauteur de 4156 Tonnes.
- En contrepartie le système octroie la possibilité d'élever la température de 70 à 80 °C de l'eau d'un réseau de chaleur urbain et ceux à hauteur de 6044 kW soit 521 m3/h (eau claire).

- Analyse complémentaire sur l'origine de la chaleur (**Approche réaliste**) :

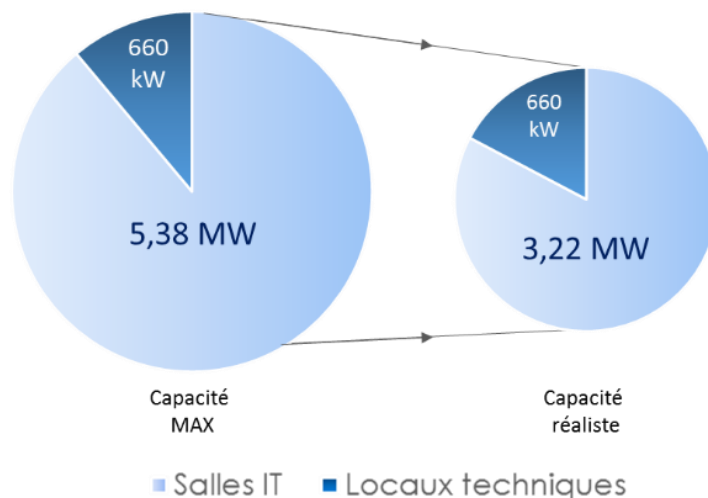


Figure 11 : Estimation capacitaire du système de récupération de chaleur

- Au global, 660 kW de chaleur proviennent des locaux techniques. Cette source de chaleur fatale est « stable » dans le sens où elle est produite toute l'année grâce aux cycles des onduleurs (charge et décharges des batteries régulières).
- La chaleur provenant des salles IT est estimée à 5,38 MW au global. A partir de cette donnée, il est nécessaire de considérer un facteur variable d'importance : la consommation de l'utilisateur. En effet, si ce dernier contractualise une certaine capacité IT, il n'est pas dans l'obligation de la solliciter constamment toute l'année. Autrement dit, la régularité de production de chaleur fatale provenant des salles IT n'est pas garantie.
- Toutefois, les retours d'expérience montrent qu'en moyenne, les salles serveurs sont chargées à 60%, soit une estimation de récupération de chaleur réduite à 3,88 kW totale dont 660 kW « stable » et 3,22 MW « variables ».

D'un point de vue réaliste, on en conclut que la phase 2 du projet TH3 à la capacité de pouvoir élever la température de 70 à 80 °C de l'eau d'un réseau de chaleur urbain et ceux à hauteur de 3880 kW soit 334 m³/h (eau claire), soit 33 988 MWh par an ce qui serait équivalent à l'alimentation en chauffage annuel de 645 logement en considérant un besoin moyen de 6 kW / logement.

4.4 Encombrement du système PAC

Un système de pompe à chaleur (PAC) est composé de :

- ❑ 1 groupe de récupération de chaleur PAC
- ❑ 1 pompe réseau évaporateur (EAU GLACEE)
- ❑ 1 pompe réseau condenseur (EAU CHAUDE)

Nota : Afin de ne pas impacter le refroidissement du DC en cas de dysfonctionnement des équipements hydrauliques de la récupération de chaleur, il est recommandé d'intégrer un échangeur intermédiaire coté évaporateur. Cette disposition n'est pas obligatoire mais devra être considérée pour les phases suivantes du projet.



Figure 12 : Visuels réels d'une PAC et d'une pompe.

Dimensions de chaque élément :

- ❑ PAC : 5000*1500*2500mm
- ❑ Pompe : 1000*1000*1000mm

4.5 Maquettage Locaux PAC

Si on se réfère aux bilans capacitaires, pour répondre au besoin de la phase 2 du projet TH3 il faut implanter 4 systèmes PAC (projection sur la capacité maximale du site, 6 MW de chaleur). L'ensemble de ces systèmes pourrait être implanté dans un local technique dédié de 200m² pour une hauteur recommandée de 4,5m de haut.

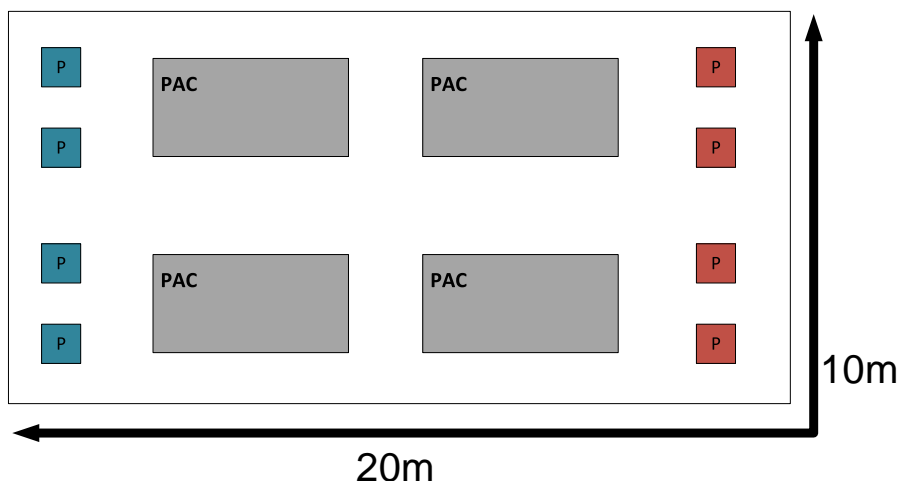


Figure 13 : Maquettage d'un local technique récupération de chaleur.

4.6 Contexte de la ville de Magny Les Hameaux et opportunités d'exploitation

La commune d'implantation du projet n'est pas idéalement située par rapport à la localisation des réseaux de chaleur existant et ne semble pas être la cible de développement prioritaire des projets à venir sur ce sujet compte tenu de la faible densité urbaine.

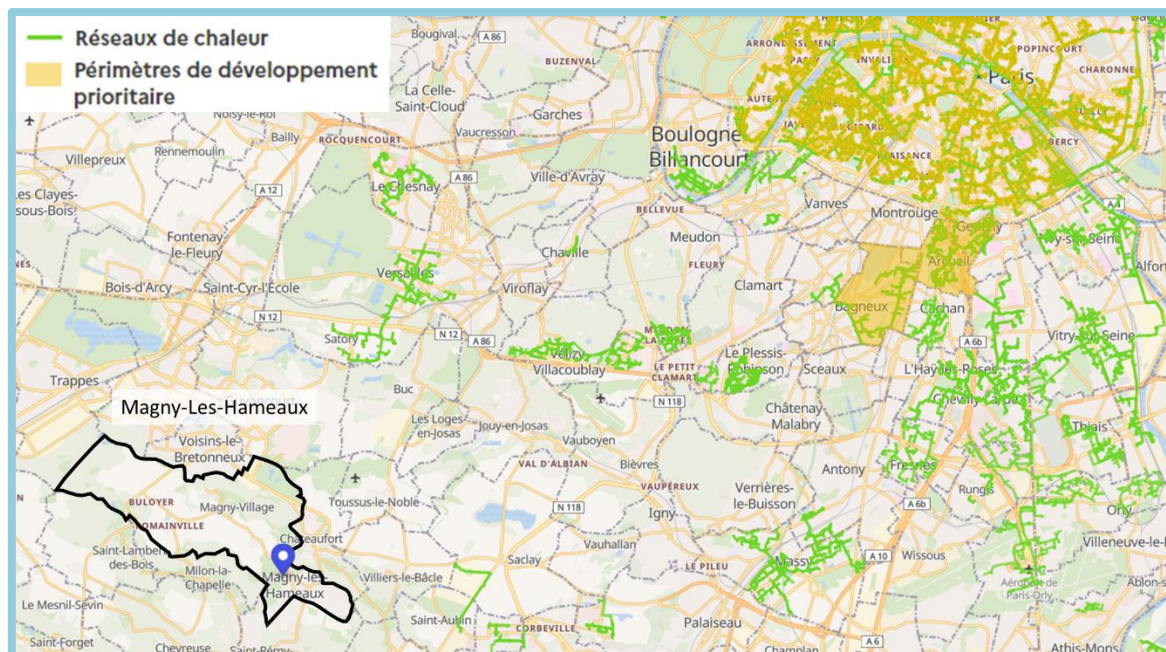


Figure 14 : Plan de situation réseaux de chaleur.

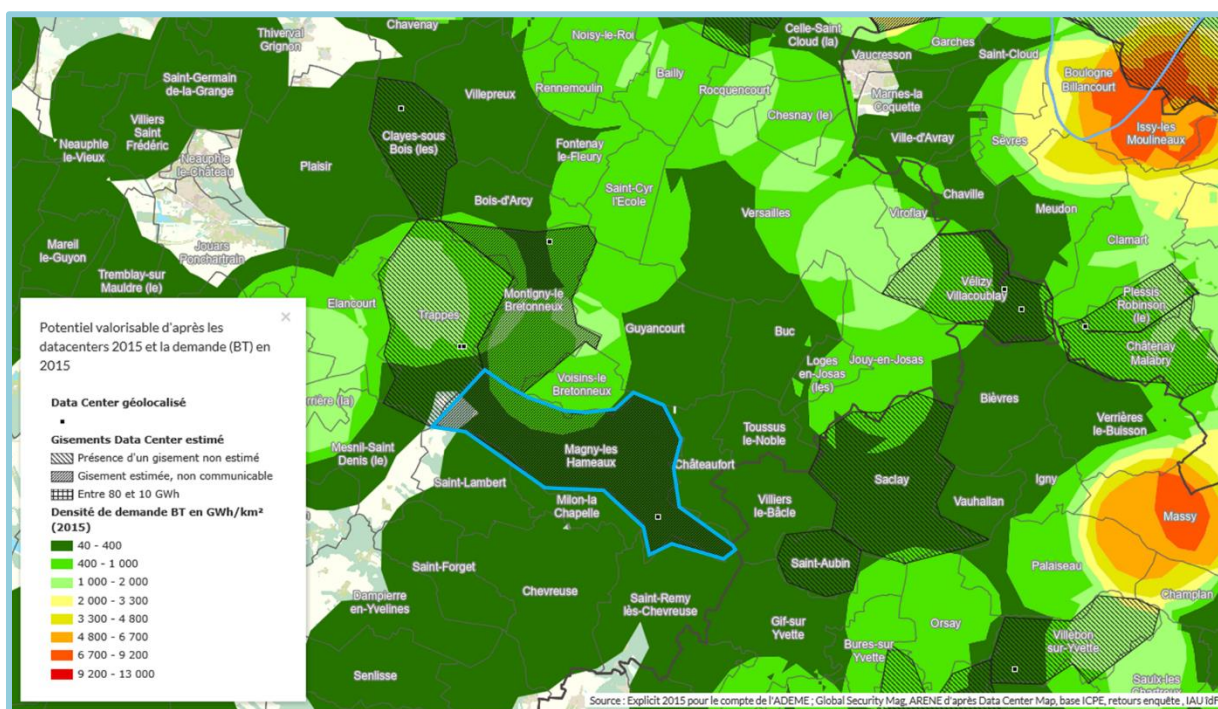


Figure 15 : Estimation des demandes basse température.

Il a été estimé un potentiel valorisable de la basse température allant de 40 à 400 GWh/km² dans la commune de Magny-Les-Hameaux.

En revanche, le constat est qu'aucun gisement de valorisation n'est situé à proximité du site à l'heure actuelle. C'est aussi une opportunité pour l'exploitant du site d'initier le développement du réseau de chaleur sur la commune.

L'avantage de cette situation est qu'il n'y a pas de contrainte d'intégration au maillage d'un réseau existant, nécessitant d'adapter l'installation des équipements de récupération aux conditions de fonctionnement du réseau de chaleur.

L'inconvénient est que la chaleur fatale ne peut être l'unique source d'alimentation d'un réseau de chaleur urbain. En effet, ainsi que précisé au chapitre 4.2, la production de chaleur n'est pas la vocation du site mais une opportunité, la priorité des installations est d'assurer le refroidissement permanent des salles informatiques. L'alimentation en chaleur fatale est donc variable et un niveau de fourniture de chaleur ne peut pas être garanti en permanence.

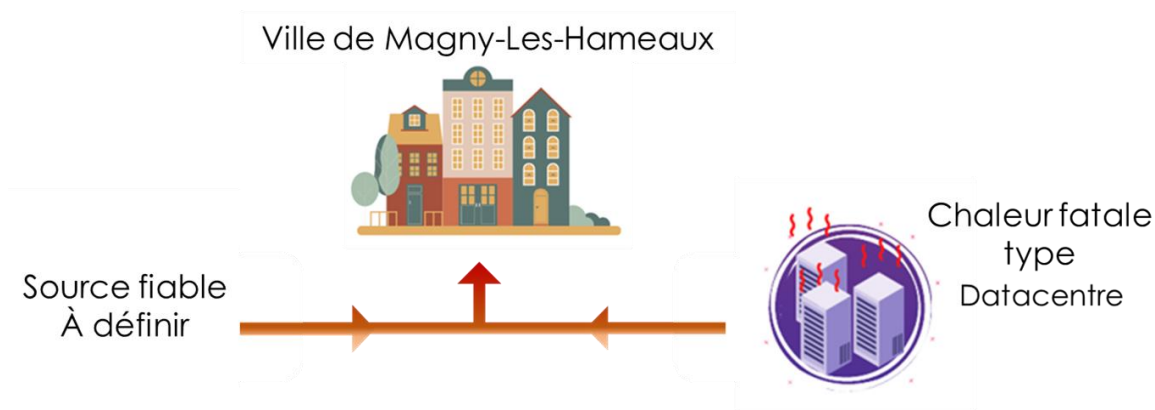


Figure 16 : Principe de cohabitation énergétique entre deux sources de production de chaleur.

Une seconde opportunité moins ambitieuse de valorisation de la chaleur fatale pourrait être de répondre aux besoins propres en chauffage de la zone bureau du site TH3. Il sera nécessaire d'identifier et de quantifier ce besoin mais par retour d'expérience, il sera largement inférieur à la capacité de production du site (voir chapitre 4.3) et peu significatif en termes de valorisation de la chaleur fatale

4.7 Estimation de la consommation électrique

Le bilan électrique pour les PAC et les pompes hydrauliques de la solution est le suivant :

Bilan électrique (Solution avec PAC)			
Equipement	Nb	Pabs unitaire (kW)	Pabs total
PAC	3	333	1 000
Pompe primaire	3	6,00	18
Pompe secondaire	3	8,00	24
Total			1042 kW

Figure 17 : Bilan électrique.

Les besoins électrique sur le système de récupération de chaleur sont estimés à 1,05 MW. Cette consommation est considérée en substitution de la consommation électrique de la production frigorifique dans le cadre du process du Data center à 60% de charge (approche réaliste).

4.8 Conclusion

A l'heure où la question du coût de l'énergie et notamment du chauffage est au cœur des enjeux sociétaux, il semble opportun d'initier des actions vers une valorisation des sources de chaleurs fatales.

Dans le cadre du projet TH3, cela représente une disponibilité par phase pouvant aller jusqu'à 3 MW environ (soit 26 280 MWh).

Néanmoins afin de bénéficier de ce système ; des travaux d'implantation complémentaires sont nécessaires pour installer les systèmes PAC. La surface utile nécessaire pour valoriser la chaleur de chaque module est de 200m².

Une consommation électrique de l'ordre de 1,05 MW sera également à prévoir. Bien que cette consommation se substitue à celle de la production frigorifique initiale, des départs supplémentaires seront à créer afin d'alimenter le système PAC.

Le contexte actuel de la commune de Magny-Les-Hameaux ne semble pas propice à une mise en service rapide de cette solution puisque, à ce jour, il n'y a pas de réseaux de chaleur existants dans la zone.

Une étude sur la diversité des logements, les besoins en chaleur et la faisabilité d'une mutualisation de la distribution de chaleur serait nécessaire afin de déterminer la viabilité du projet. *(La distribution du réseau de chaleur est plus complexe pour un ensemble de pavillons individuels que pour des logements collectifs).* Pour ce faire, un engagement fort de la municipalité est indispensable.

Pour l'heure, en l'absence de connaissance du potentiel réel de valorisation, nous recommandons la mise en place d'attentes sur les boucles eau glacée (solution 1 présentée au 4.2).