



EXTENSION TH3 MAGNY | BATIMENT P34

AVP

NTE Faisabilité récupération de chaleur

Date : 24/09/2025

Référence : T-TD25006-041A

8, Rue Simone IFF
75012 PARIS

Tél : 01 80 05 12 00 – Fax : 01 80 05 12 29

Courriel : capingelec75@capingelec.com
Internet : www.capingelec.com4, avenue d'Alsace-Lorraine
94500 CHAMPIGNY-SUR-MARNE

Tél : +33 01 55 96 19 99

Courriel : contact@2amh.fr
Internet : www.2amh.fr

Fiche d'identification du document

TELEHOUSE

137, boulevard Voltaire
75011 PARIS

EXTENSION TH3 MAGNY | BATIMENT P34

AVP

NTE Faisabilité récupération de chaleur

N° affaire T-TD25006

Date du dernier indice 24/09/2025

Référence & indice T-TD25006-041A

Nom du fichier TH3-P34-AVP-06.0-005-CVC-CAP-NTE-TN-A -
NTE faisabilité récupération de chaleur

Nombre de pages du document 30

Indice	Date	Sommaire des modifications	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
A	24/09/2025	1 ^{re} diffusion	☒ G. TASSI	☒ J. MOULINEAU	☒ F. VIRIAT
			☐	☐	☐
			☐	☐	☐
			☐	☐	☐
			☐	☐	☐
			☐	☐	☐
			☐	☐	☐
				☒ Document vérifié & approuvé	

SITE	BATIMENT	PHASE	LOT	NUMERO	MACROLOT	EMETTEUR	TYPE	NIVEAU	INDICE
TH3	P34	AVP	06.0	005	CVC	CAP	NTE	TN	A

SOMMAIRE

1	OBJET	4
2	PRINCIPES DE RECUPERATION D'ENERGIE FATALE	5
2.1	100 % DES BESOINS RCU SONT COUVERTS ET 100 % DE LA CHALEUR EST VALORISEE	5
2.2	0 % DES BESOINS RCU SONT COUVERTS ET 0 % DE LA CHALEUR EST VALORISEE	6
2.3	% VARIABLES DES BESOINS RCU SONT COUVERTS ET % VARIABLE DE LA CHALEUR EST VALORISEE	7
3	ETUDE ENERGETIQUE	8
3.1	SCENARIO DE FONCTIONNEMENT DE LA RECUPERATION D'ENERGIE INTEGRE A UN RCU	8
3.2	ETUDE ECONOMIQUE DU MWh FROID	9
3.2.1	Hypothèses	9
3.2.2	Résultats de l'étude économique du MWh froid	9
3.3	ETUDE DE Puits DE CHALEUR EXTERNE	11
3.3.1	Hypothèses	11
3.3.2	Hypothèse résultats	11
3.3.3	Opportunités réseau de chaleur urbain (RCU)	12
3.3.4	Résultats énergétiques, financiers et environnementaux	15
3.4	SYNTHESE ETUDE ENERGETIQUE	23
4	ETUDE DE FAISABILITE RECUPERATION D'ENERGIE FATALE	24
4.1	PRINCIPE GENERALE	24
4.2	APPLICATION SUR SITE	24
5	ETUDE DES CONFIGURATIONS	25
5.1	CONFIGURATION A : RECUPERATION RETOUR D'EAU PRODUCTIONS FRIGORIFIQUE	25
5.1.1	Avantages et inconvénients	25
5.2	CONFIGURATION B : RECUPERATION RETOUR D'EAU BOUCLE TOITURE-TERRASSE	26
5.2.1	Avantages et inconvénients	26
5.3	ANALYSE ET CONCLUSION	27
6	CAPEX	28
7	SYNTHESE	29
8	GLOSSAIRE	30

1 OBJET

L'objectif de cette étude est de permettre à CAP INGELEC d'identifier et d'évaluer les différentes options de valorisation de chaleur envisageables sur les modules P3 et P4 du site TH3 – TELEHOUSE de Magny-Les-Hameaux.

L'étude vise à :

- ❑ Définir les solutions techniques permettant la récupération et la réutilisation de la chaleur ;
- ❑ Définir les modalités de mise en œuvre de chaque option, en tenant compte des contraintes spécifiques d'un ou des modules ;
- ❑ Estimation du CAPEX associé aux solutions proposées.

L'option retenue visera à la mise à disposition de l'énergie récupérée au bénéfice d'un tiers extérieur.

- Plan de masse des modules étudiés (P3 & P4)



2 PRINCIPES DE RECUPERATION D'ENERGIE FATALE

2.1 100 % des besoins RCU sont couverts et 100 % de la chaleur est valorisée

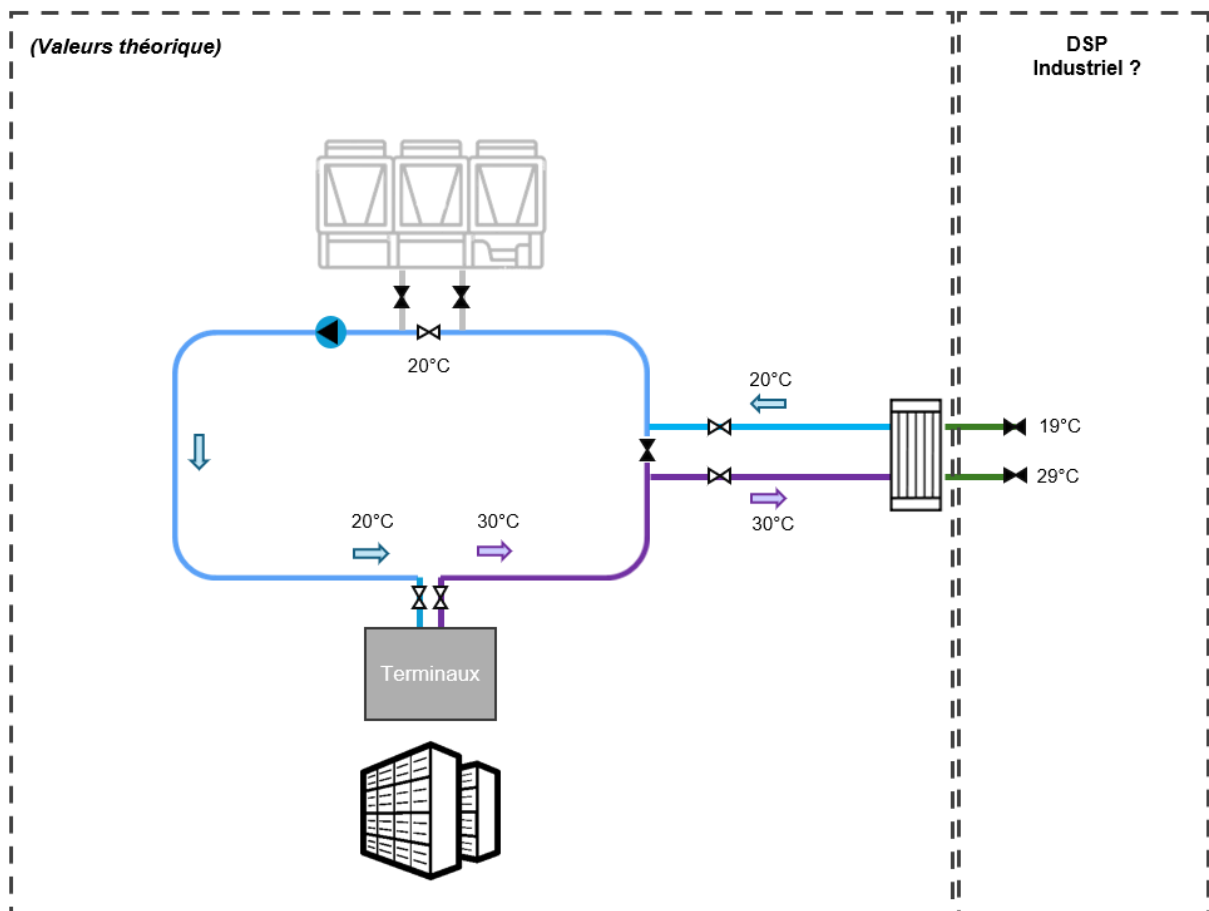
Dans ce mode de fonctionnement, le retour de la boucle d'eau glacée passe dans les terminaux puis dans l'échangeur dédié à la récupération de chaleur. L'eau est alors à 30°C. La chaleur est arrachée au secondaire.

En sortie d'échangeur côté primaire, la température est de 20°C.

Dans ce cas de figure, la vanne allant vers les groupes froids reste fermée.

Nota : A ce stade de l'étude, l'hypothèse d'un retour d'eau à 30°C reste fixe et théorique. La température de retour d'eau ne prend pas encore en considération le mélange d'eau induit par les différentes températures de retour propres aux locaux techniques.

- Principe de récupération de chaleur à 100% des besoins

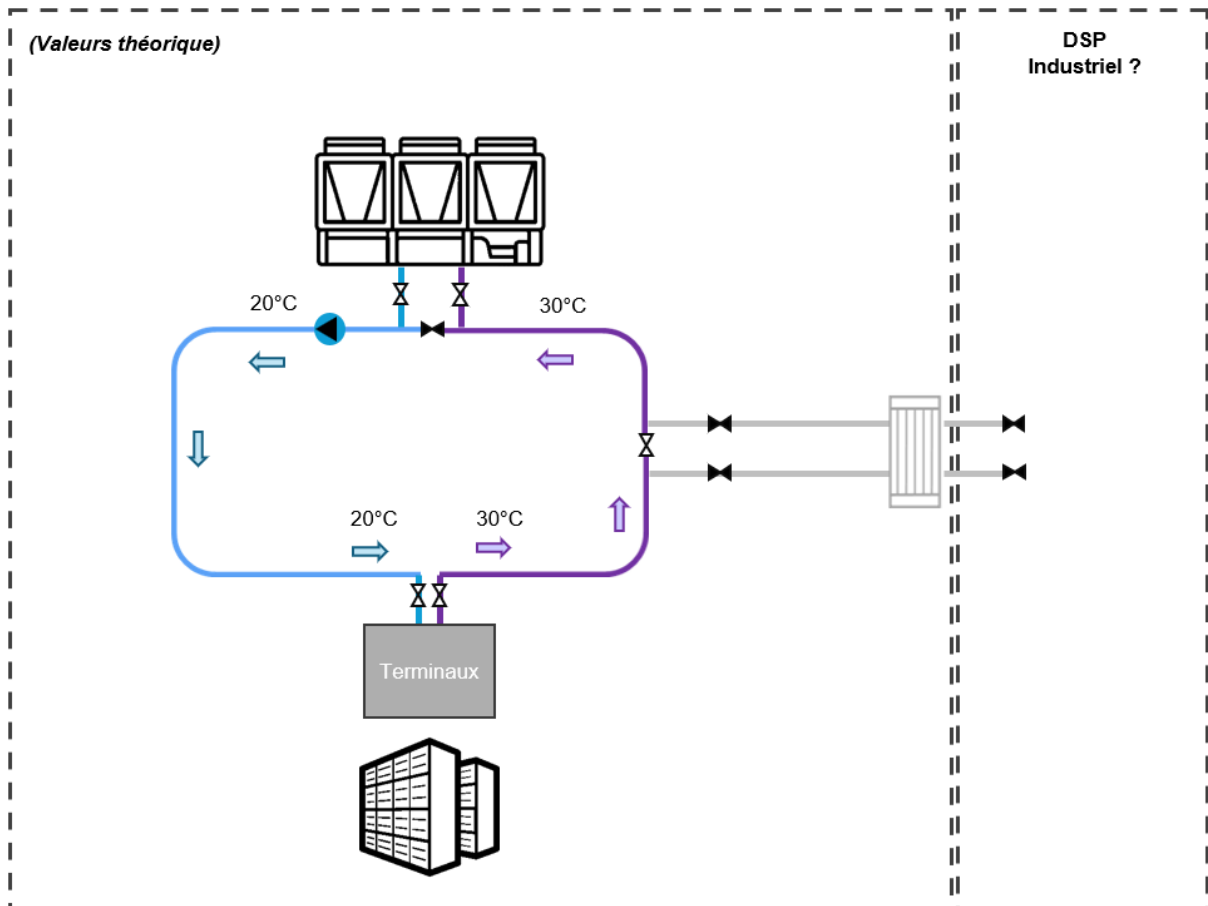


2.2 0 % des besoins RCU sont couverts et 0 % de la chaleur est valorisée

Dans ce mode de fonctionnement, le retour de la boucle d'eau glacée est refroidi normalement par la production. L'eau de retour est alors à 30°C et la température de départ de 20°C.

Dans ce cas de figure, l'échangeur est isolé du reste du circuit.

- Principe de récupération de chaleur à 0% des besoins



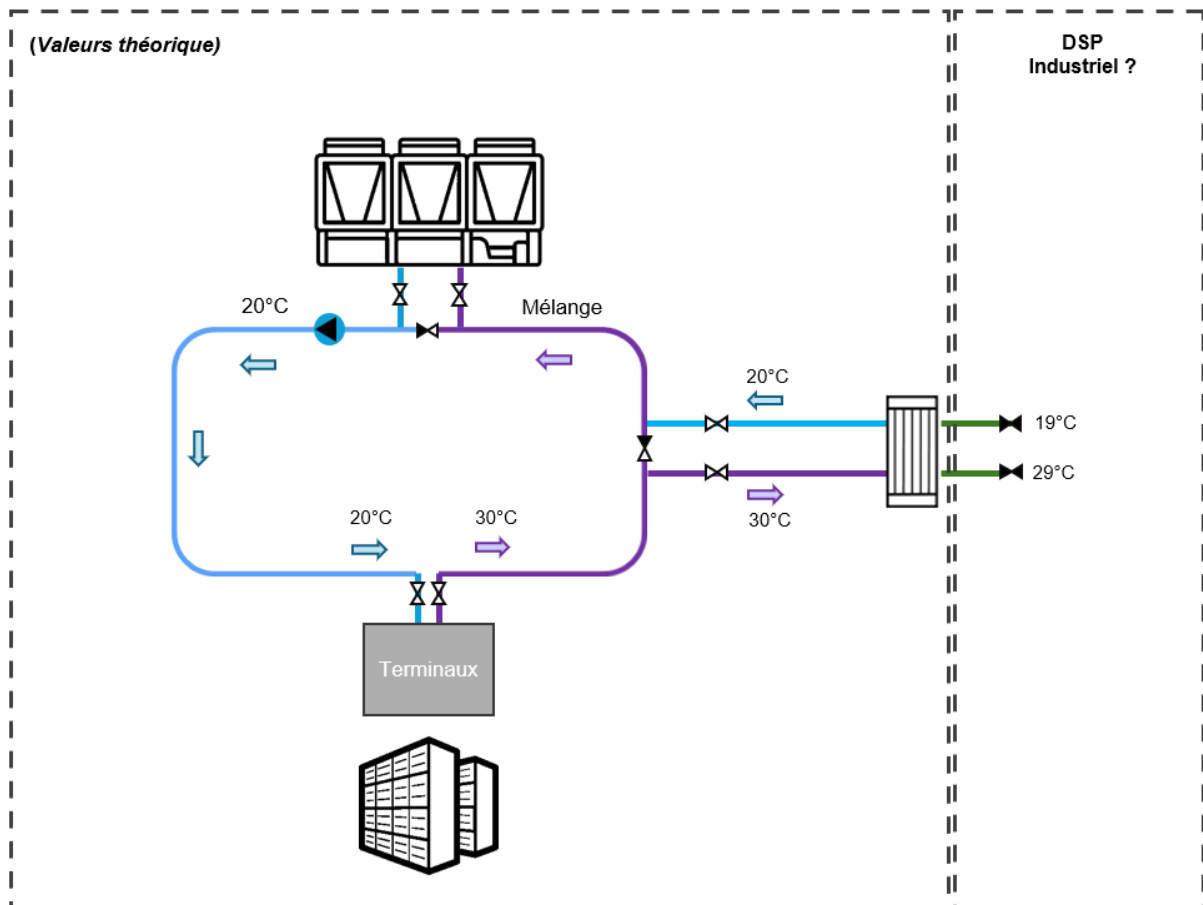
2.3 % variables des besoins RCU sont couverts et % variable de la chaleur est valorisée

Au retour des terminaux, l'eau de retour est répartie selon la demande coté RCU entre la production frigorifique et l'échangeur de récupération.

L'eau de retour est donc mélangée entre la sortie de l'échangeur et le retour des terminaux, elle est ensuite refroidie par le système de production.

La vanne allant vers l'échangeur est proportionnellement ouverte à la demande coté RCU.

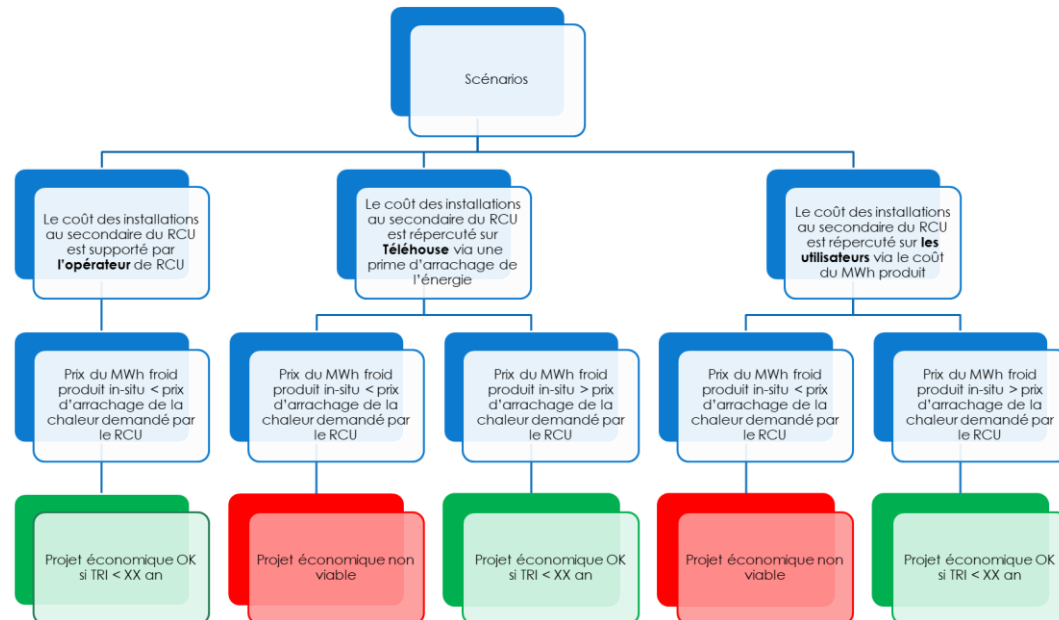
➤ Principe de récupération de chaleur à charge variable



3 ETUDE ENERGETIQUE

3.1 Scénario de fonctionnement de la récupération d'énergie intégré à un RCU

- Logigramme de montage d'opération de récupération



En supposant que TELEHOUSE cède sa chaleur fatale à un tiers à titre « gratuit », le bénéficiaire devra supporter les coûts d'investissement et d'exploitations, coûts qui pourront être répercutés soit sur les utilisateurs finaux, soit sur TELEHOUSE ou dans le meilleur des cas directement par le bénéficiaire.

Cette chaleur fatale est dite de « basse qualité » et nécessitera obligatoirement un système pour élever sa température.

En l'absence d'une infrastructure adaptée côté récepteur, aucun CAPEX ne peut être déterminé à ce stade.

La valorisation de chaleur devient intéressante pour THS uniquement si le coût du MWh valorisé se trouve être inférieur au tarif exigé par le bénéficiaire.

Nous n'avons donc pas la possibilité d'établir une projection de retour sur investissement sans manifestation d'un éventuel récepteur (DSP/RCU).

3.2 Etude économique du MWh froid

3.2.1 Hypothèses



Prix du MWh électrique : **150 € / MWh**



Météo : **Fichier météonorm avec 3 scénarios étudiés : actuel, optimiste et pessimiste**



Régulation : **Régulation en cascade des GF à 60 % de leur puissance**

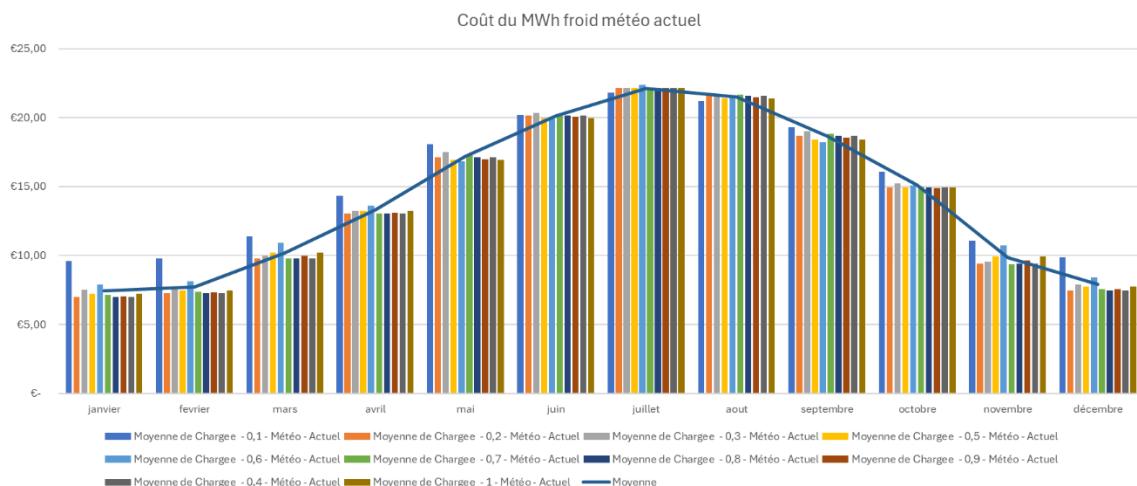


Taux de charge d'un module : **10 % à 100 % par pas de 10 %**

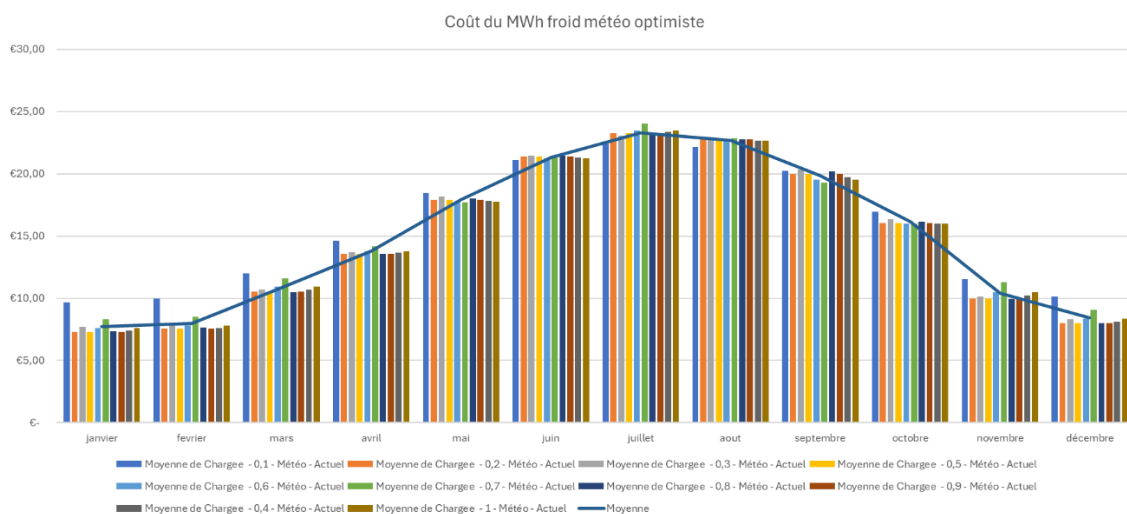
Les 3 scénarios sont définis par METEONORM. Le scénario optimiste indique un faible réchauffement climatique quant à pessimiste indique un fort réchauffement climatique.

3.2.2 Résultats de l'étude économique du MWh froid

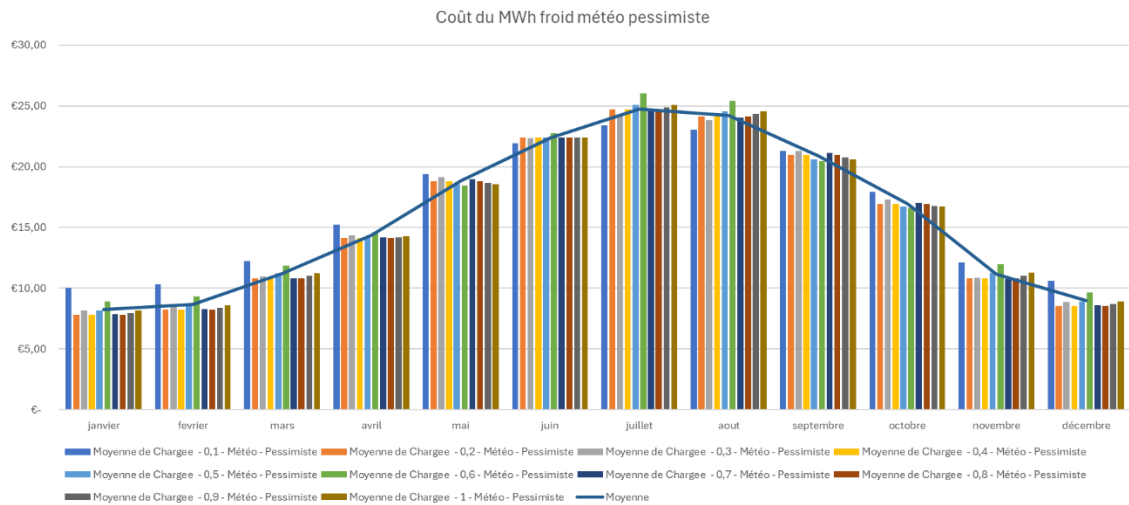
➤ Coût du MWh froid – Météo actuelle



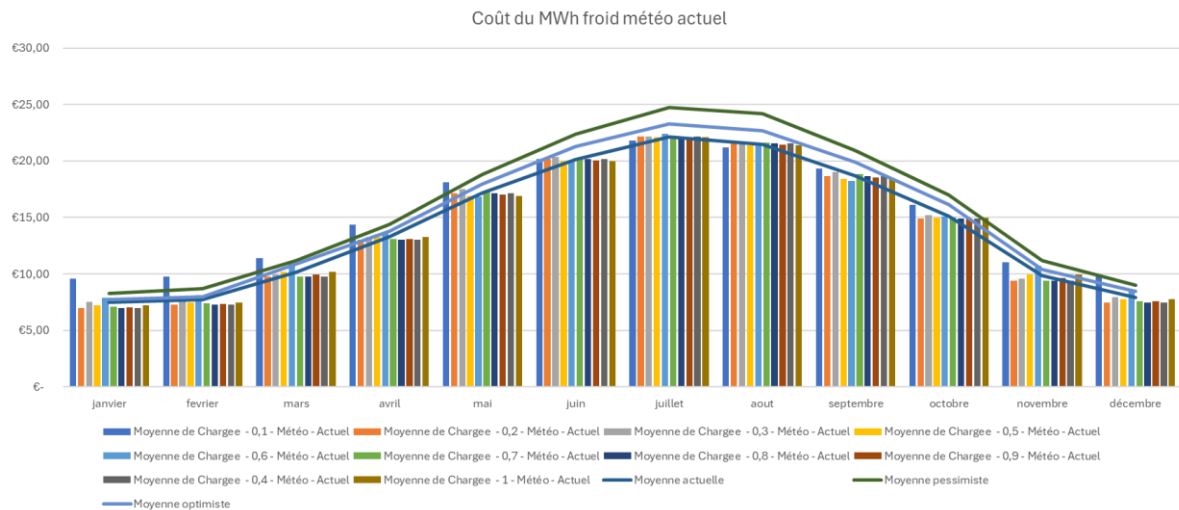
➤ Coût du MWh froid – Météo optimisée



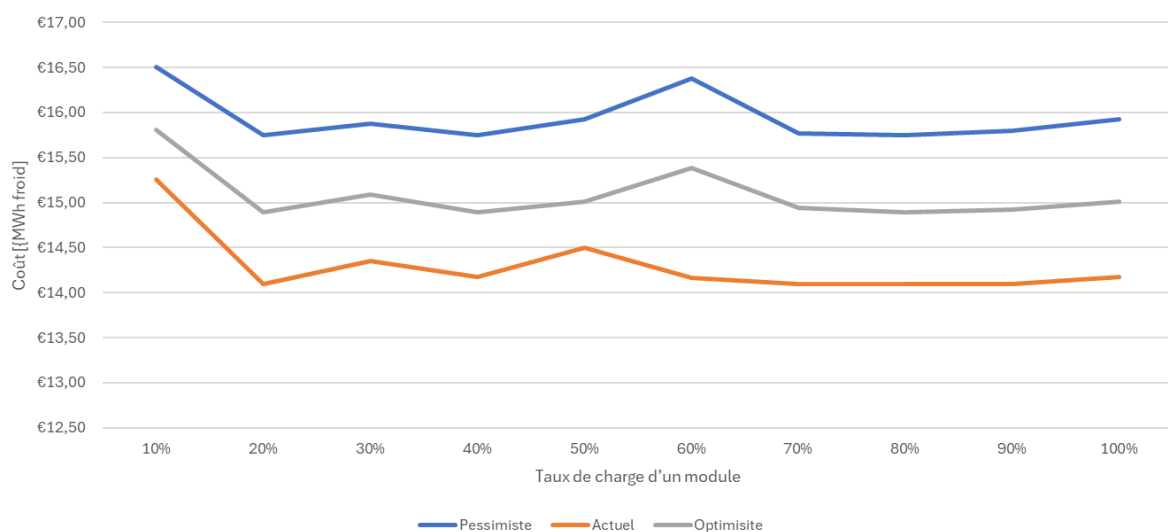
➤ Coût du MWh froid – Météo pessimiste



➤ Coût du MWh froid – Comparaison des scénarios météo



➤ Coûts du MWh froid moyen selon les 3 scénarios



3.3 Etude de puits de chaleur externe

3.3.1 Hypothèses

L'hypothèse retenue serait celle d'un possible raccordement de la commune de Magny-Les-Hameaux à un réseau de chaleur urbain. Dans le cas où ce dernier viendrait à être développé, les données d'entrées seraient les suivantes :

Nota : Toutes les hypothèses sont issues de rapports d'études internes à CAP INGELEC et de statistiques INSEE.



Nombre d'habitant: **10 000 habitants**



Nombre d'habitant par foyer : **2,28**



% de maison et leur surface : **42 % et 102 m²**



% d'appartement et leur surface **58 % et 56 m²**



Base DJU 18



Étiquette énergétique moyenne et puissance surfacique : **D – 46 W / m²**



Taux d'adhésion au RCU à **10 à 100 %**

3.3.2 Hypothèse résultats

La chaleur fatale issue du data sera qualifiée de « basse qualité », en raison de sa température insuffisante pour une exploitation directe. Elle nécessite d'être relevée généralement par une pompe à chaleur Eau/Eau intégrée à un réseau de chaleur urbain (RCU). Etant à la charge du RCU, aucune caractéristique du système n'est encore connue.

Pour pallier ce manque, la puissance de la chaleur fatale est majorée de 40%, ce qui correspond à un COP global de 2,5.

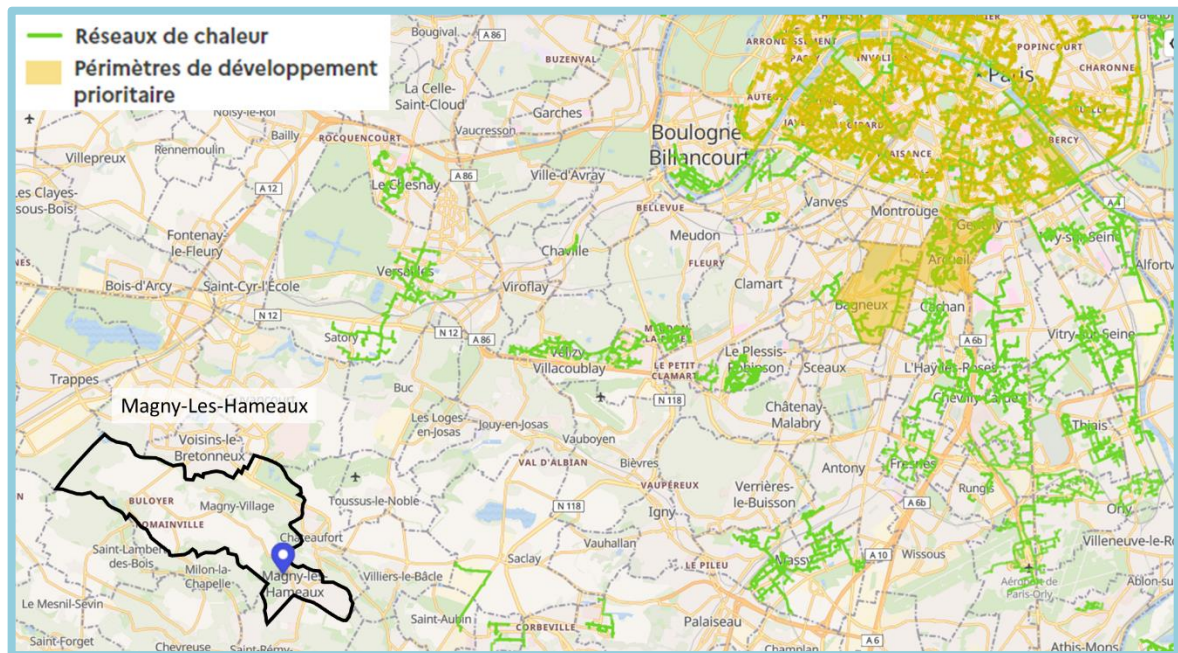
Ainsi par exemple pour 1MW de chaleur fatale disponible au datacenter, il doit y avoir une superposition de besoin RCU de 1,4 MW (dans l'exemple d'une PAC avec un COP de 2,5). C'est cette puissance de 1,4 MW qui permettra de couvrir les besoins thermiques coté utilisateur.

3.3.3 Opportunités réseau de chaleur urbain (RCU)

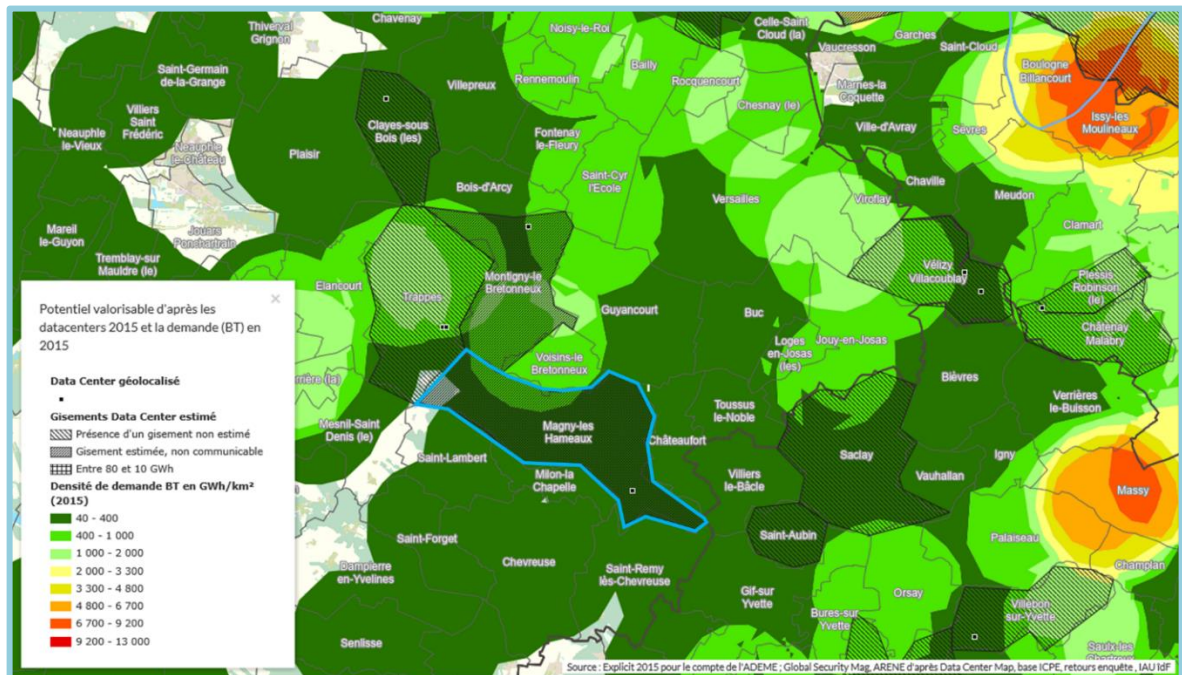
Extrait de la note technique récupération de chaleur pour le bâtiment TH3 P2, la situation environnante est inchangée.

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

➤ Plan de situation réseaux de chaleur



➤ Estimation demandes basses températures



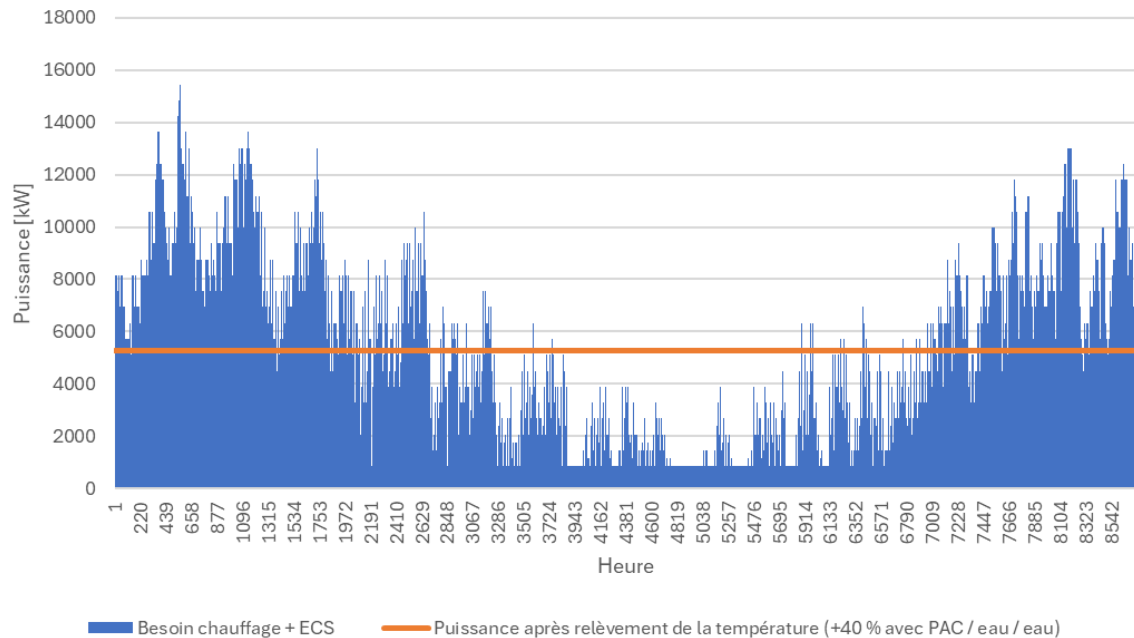
Il a été estimé un potentiel valorisable de la basse température allant de 40 à 400 GWh/km² dans la commune de Magny-Les-Hameaux.

En revanche, aucun gisement de valorisation n'est situé à proximité du site encore en 2025. 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.

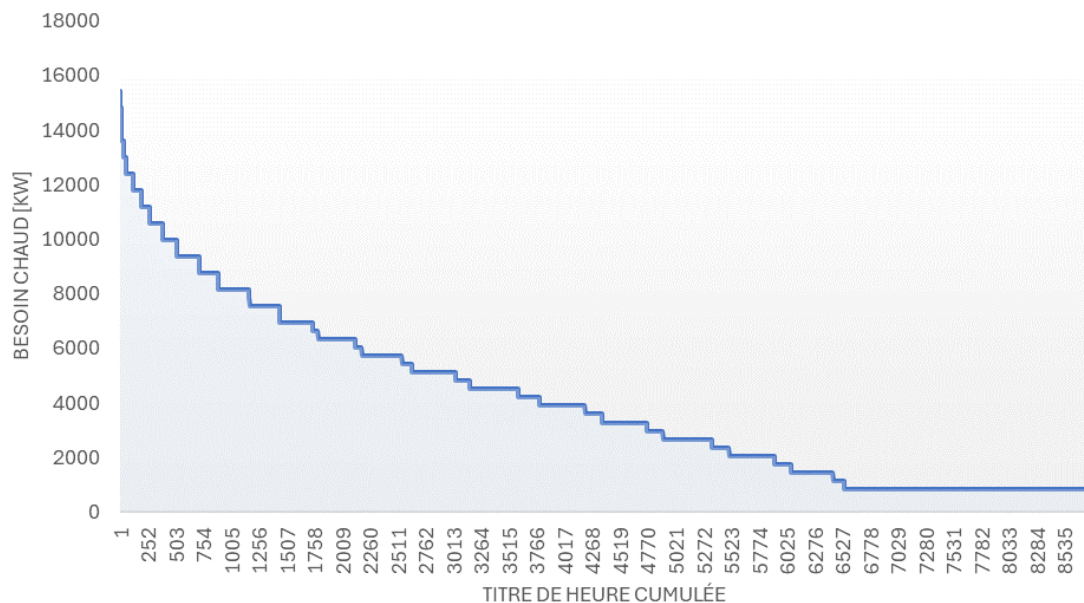
➤ Besoins chaud potentiel – Ville de MAGNY-LES-HAMEAUX

Comparaison des besoins de chaud potentiels de la ville de Magny avec la puissance disponible **d'1 module**

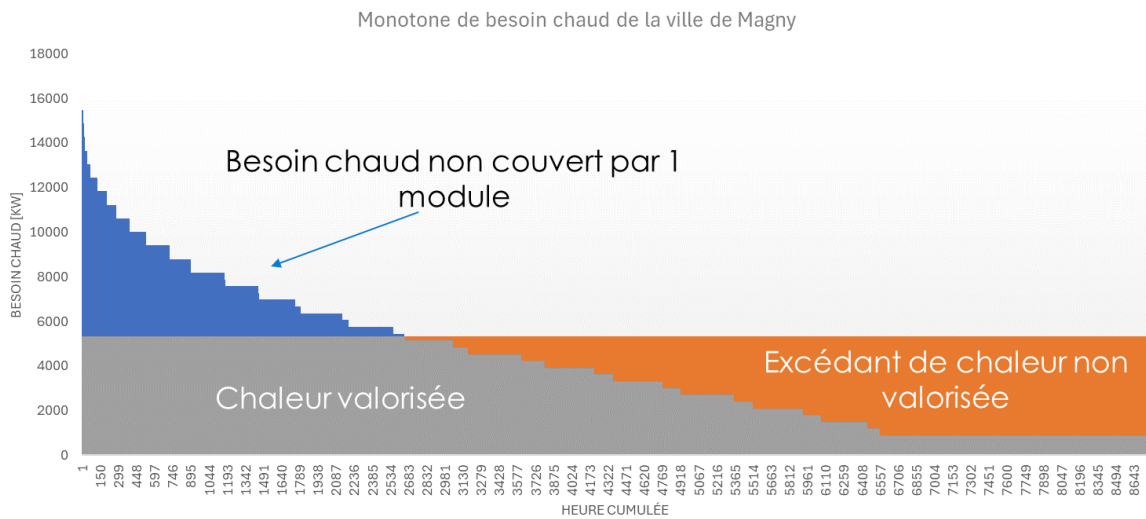


➤ Monotone des besoins chauds estimés – Ville de MAGNY-LES-HAMEAUX

Monotone de besoin chaud de la ville de Magny de chaud



➤ Recouvrement de la monotone des besoins chauds



Le taux de couverture du RCU simulé correspond au rapport de la surface grise sur la surface bleue qui correspond à la monotone

La surface orange correspond à la chaleur fatale non valorisée faute de consommateur en face au même moment. Cela correspond majoritairement à la période estivale

Augmenter le nombre de module avec récupération d'énergie permettrait de couvrir les besoins en bleu non couvert (dans le cas d'un taux d'adhésion à RCU à 100 %), mais impliquerait une forte augmentation de l'excédent de chaleur fatale non valorisable.

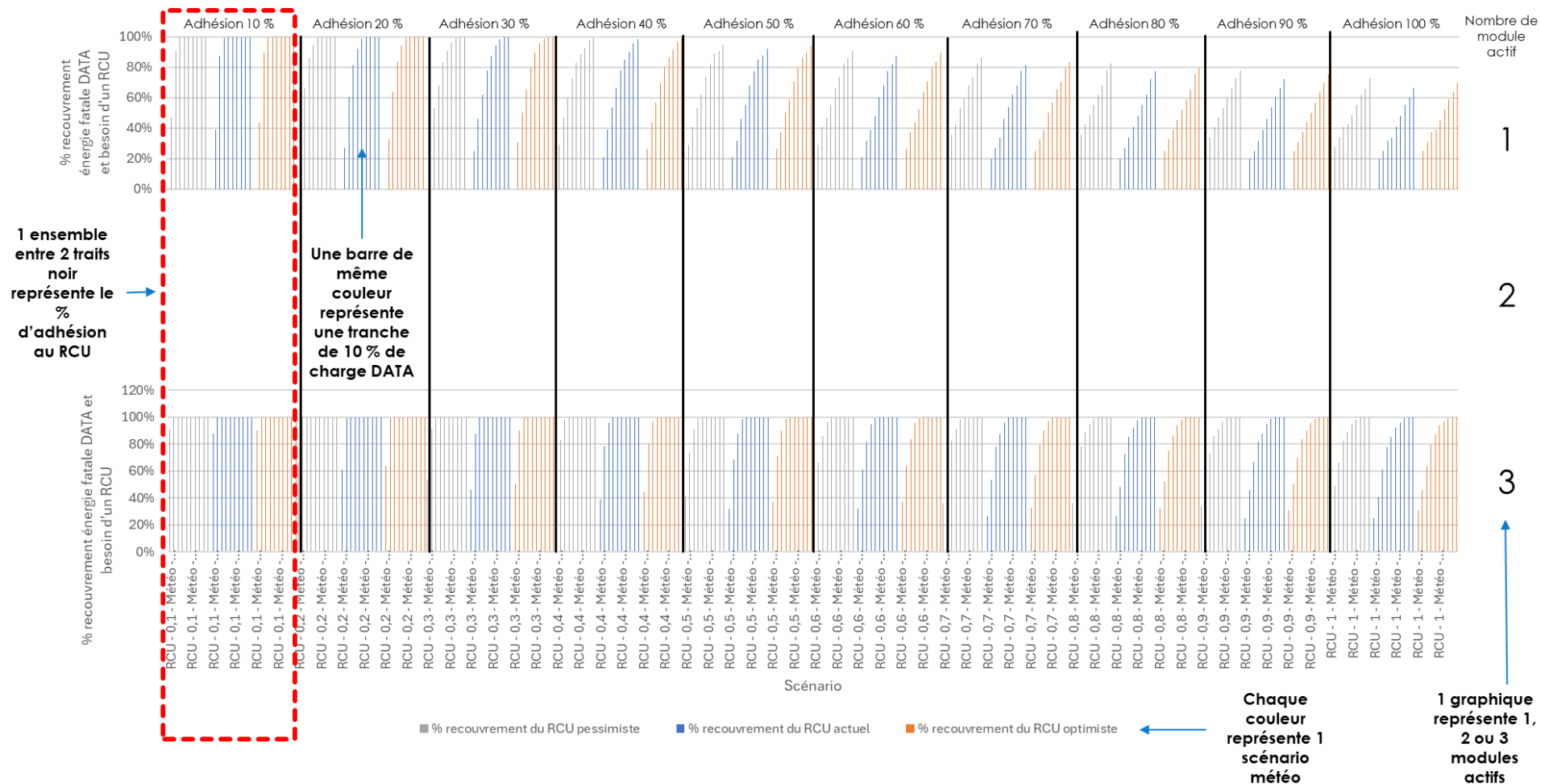
Ce résultat d'étude est une ébauche pour apprécier le comportement hypothétique de la récupération d'énergie et de sa valorisation dans un scénario statique

3.3.4 Résultats énergétiques, financiers et environnementaux

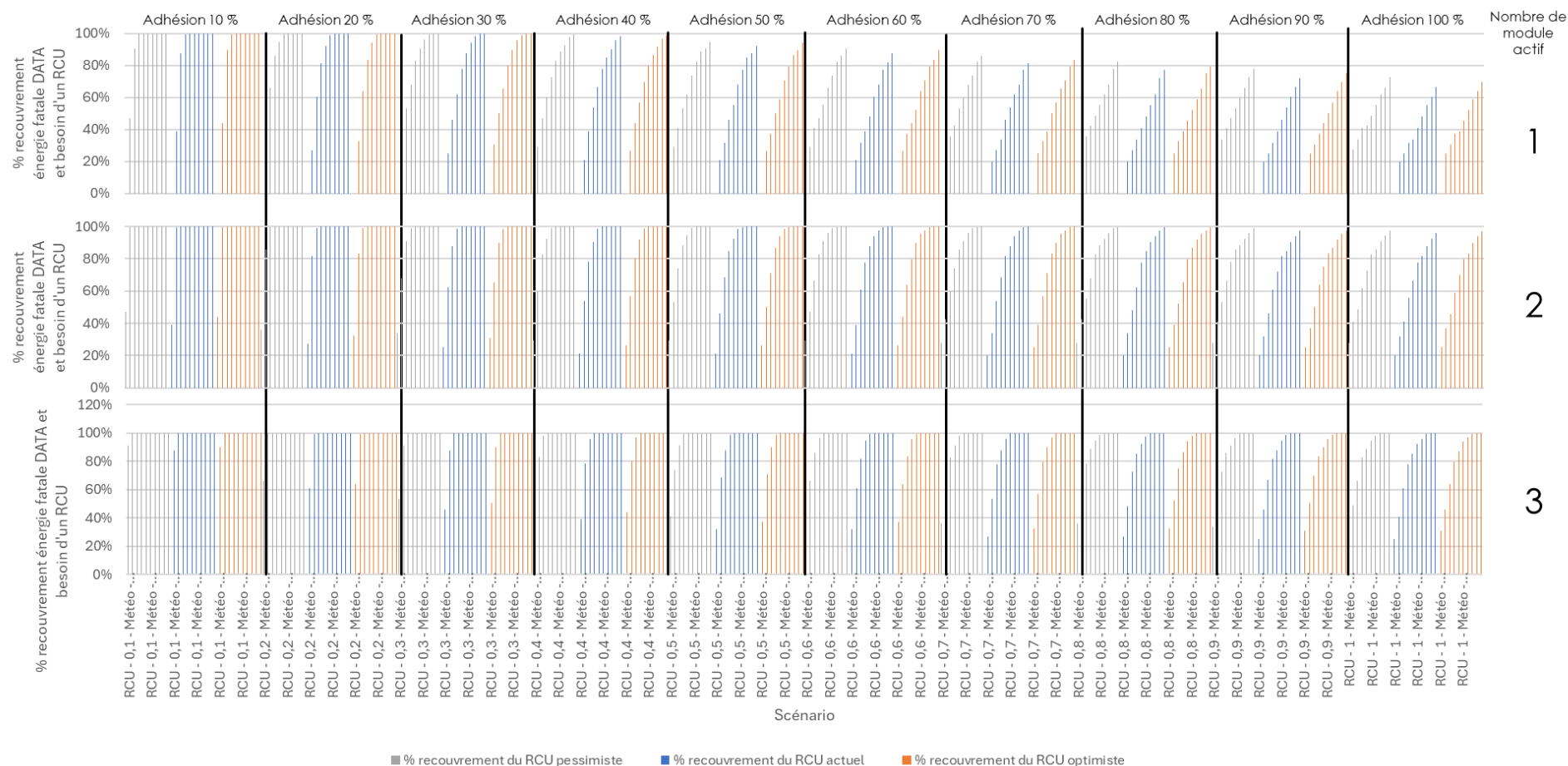
Afin d'identifier quelle combinaison serait optimum entre charge DATA, taux d'adhésion à un RCU, nombre de module actif pour la récupération d'énergie et selon le climat, il sera étudié l'ensemble des **900 scénarios** possibles selon les critères suivants.

% adhésion au RCU Représente la part de foyer adhérent au RCU par rapport à l'ensemble de la ville	• De 10 à 100 % par pas de 10 %
% charge DATA	• De 10 à 100 % par pas de 10 %
Météo	• Actuel • Pessimiste • Optimiste
Nombre de module en fonctionnement	• De 1 à 3 modules

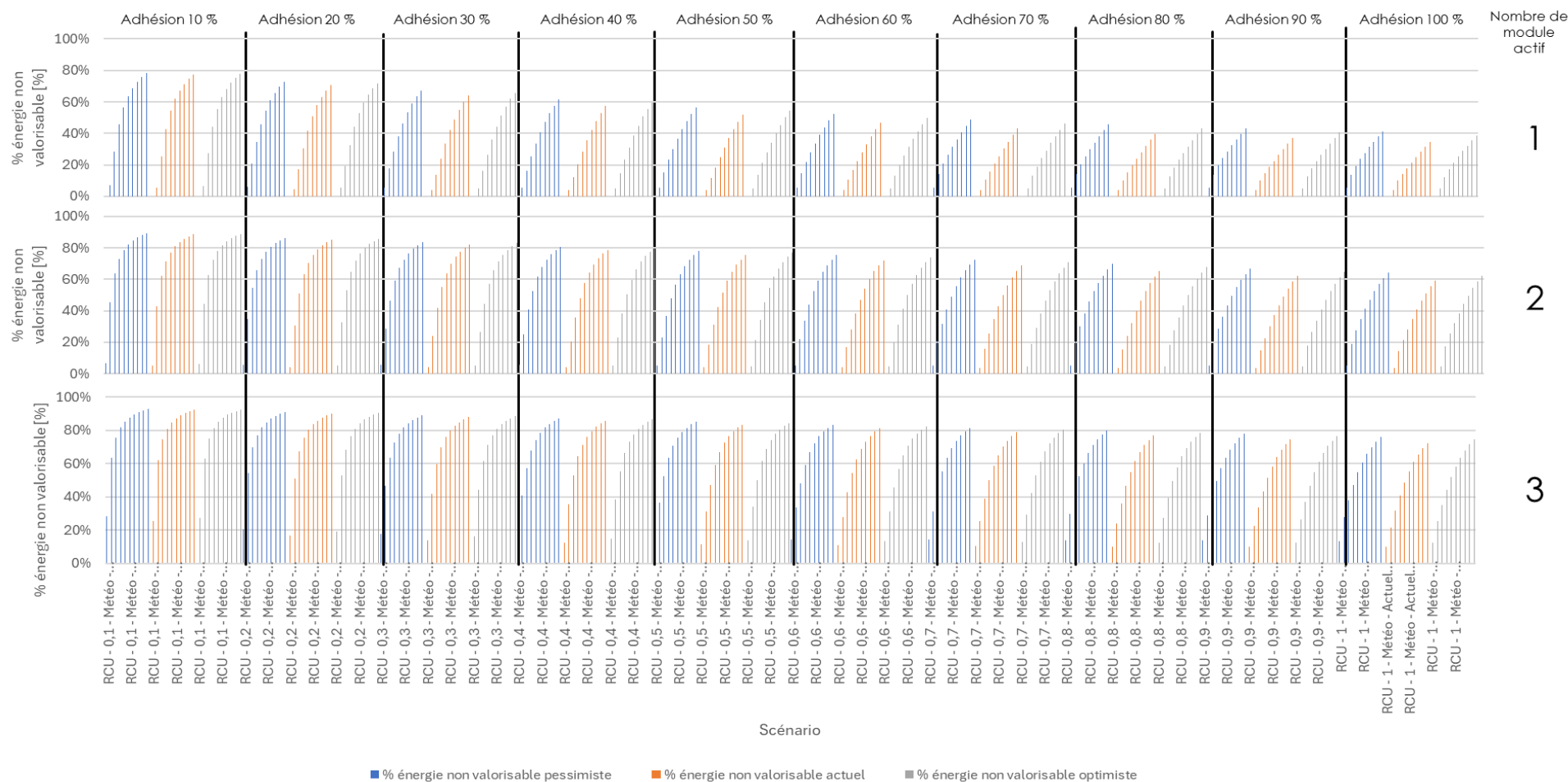
3.3.4.1 Lecture des résultats



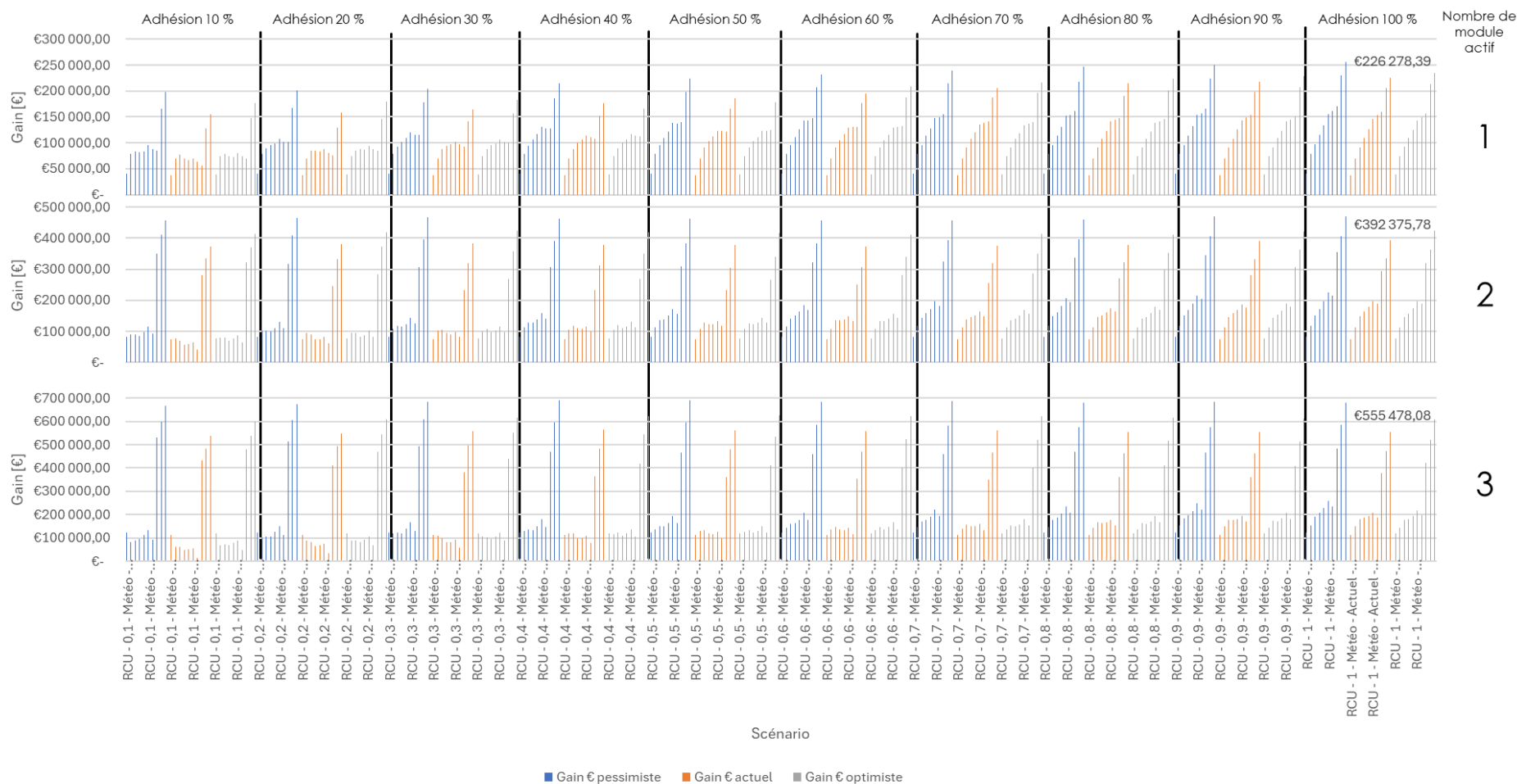
3.3.4.2 % de recouvrement des besoins RCU par la chaleur fatale DATA selon les 3 scenarios de météo, en fonction du taux de charge d'un module, du nombre de module et du taux d'adhésion du RCU



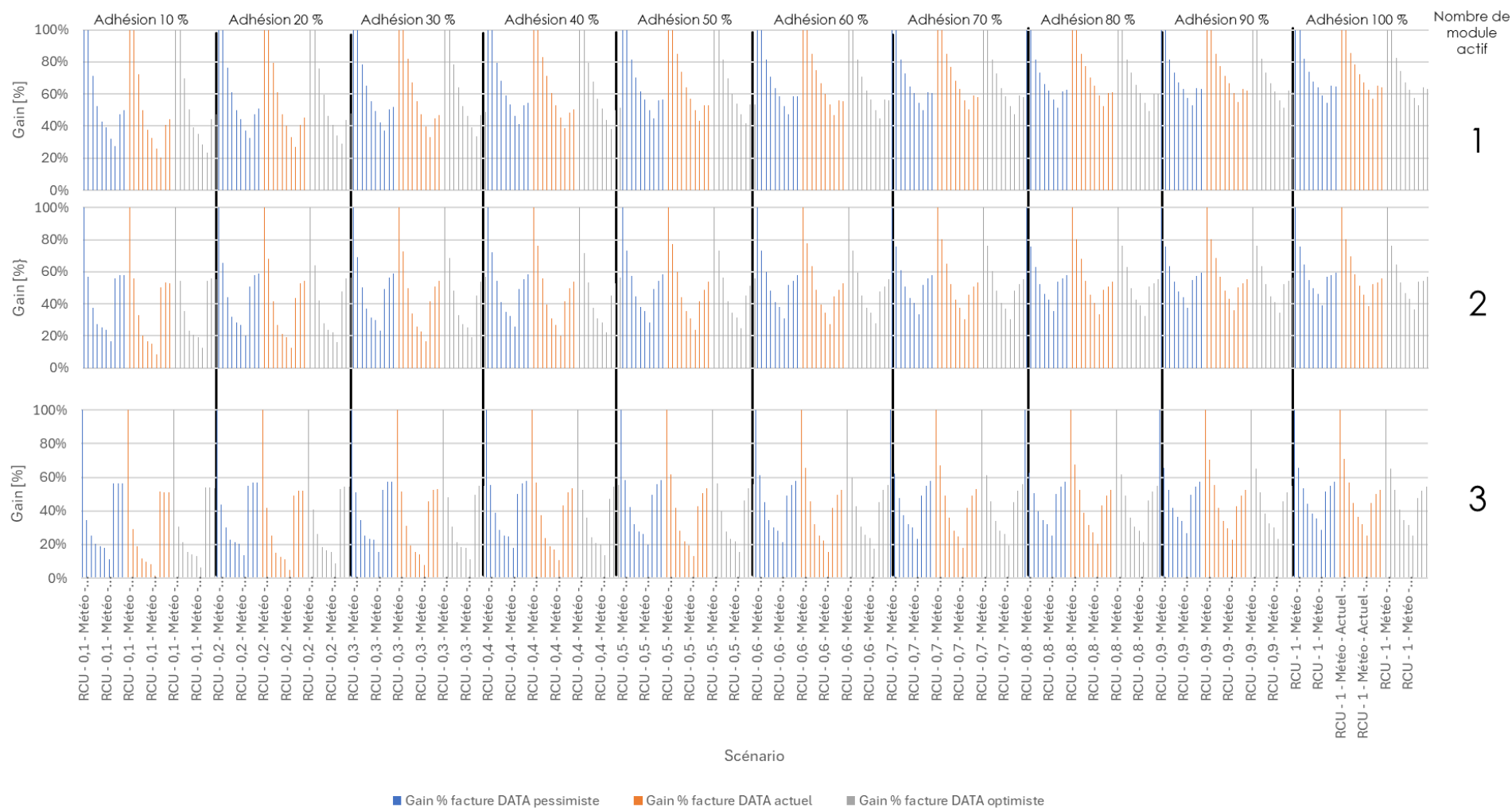
3.3.4.3 % d'énergie non valorisable selon les 3 scenarios de météo, en fonction du taux de charge d'un module, du nombre de module et du taux d'adhésion du RCU



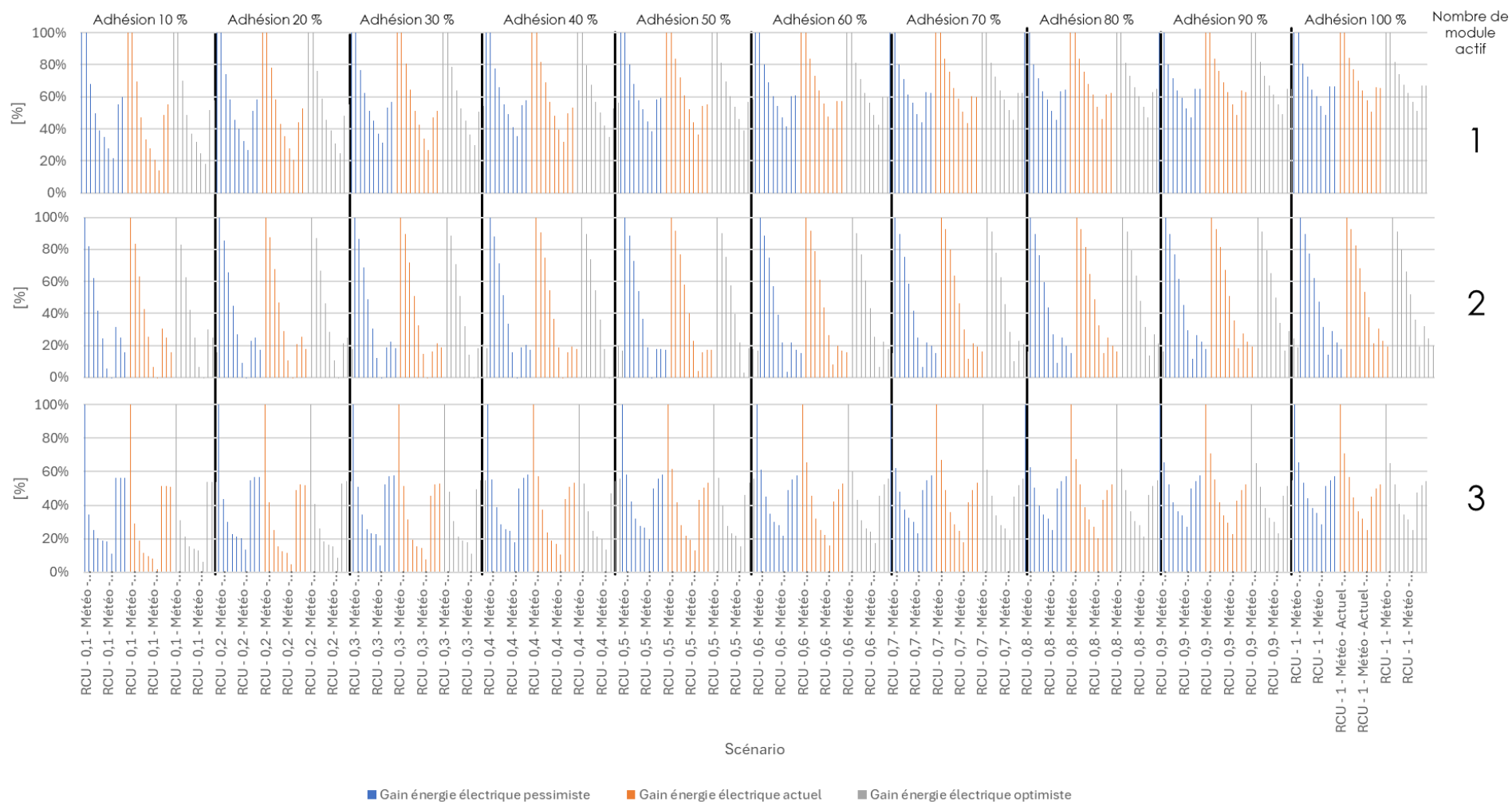
3.3.4.4 Gain financier absolu selon les 3 scenarios de météo, en fonction du taux de charge d'un module, du nombre de module et du taux d'adhésion du RCU



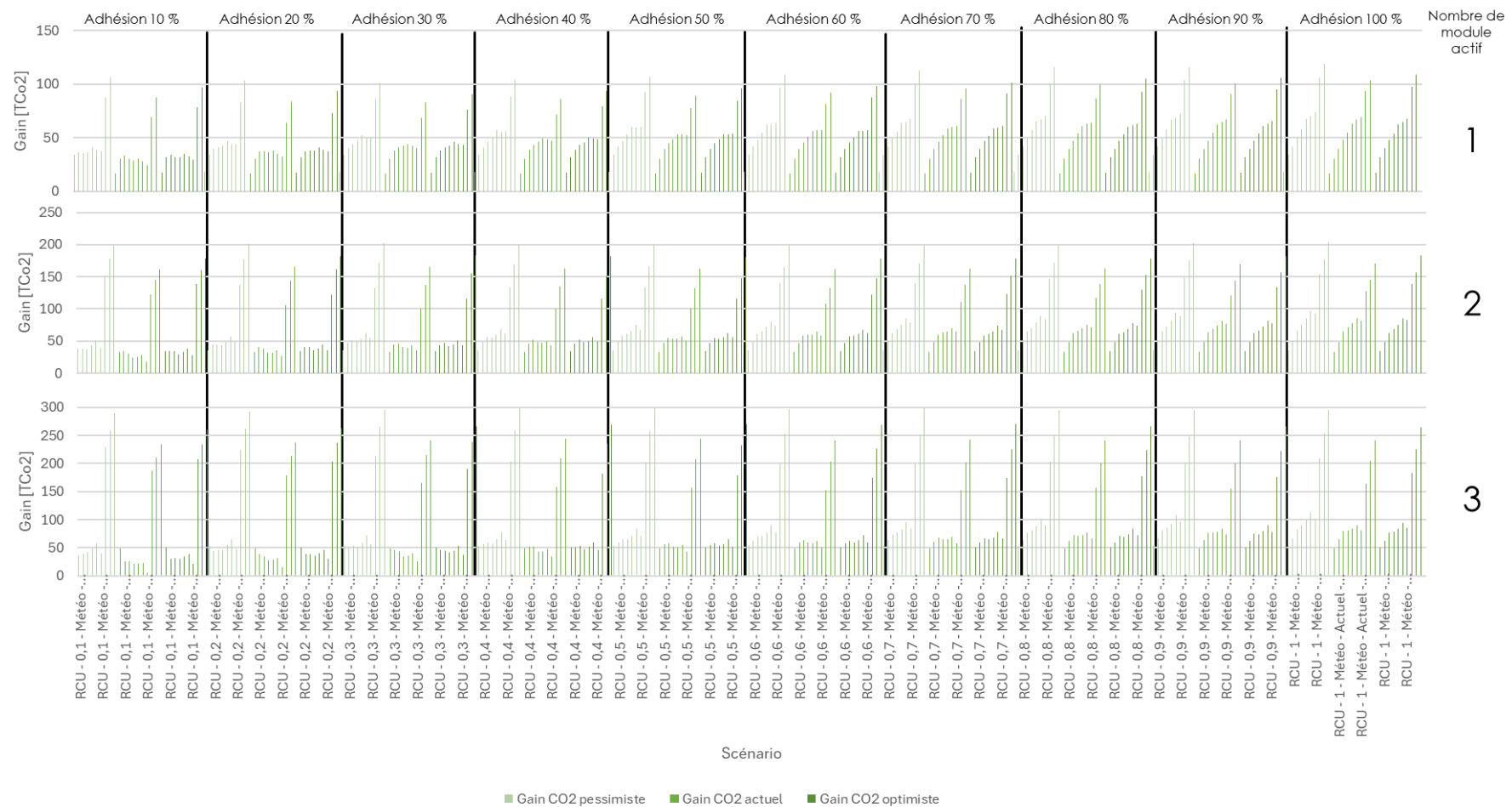
3.3.4.5 Gain financier relatif selon les 3 scenarios de météo, en fonction du taux de charge d'un module, du nombre de module et du taux d'adhésion du RCU



3.3.4.6 Gain électrique relatif selon les 3 scenarios de météo, en fonction du taux de charge d'un module, du nombre de module et du taux d'adhésion du RCU



3.3.4.7 Gain CO2 absolu selon les 3 scenarios de météo, en fonction du taux de charge d'un module, du nombre de module et du taux d'adhésion du RCU



3.4 Synthèse étude énergétique

D'un point de vue fournisseur d'énergie le site doit être vu comme un et unique site de production de chaleur

D'un point de vue opérateur DATA cette conception n'est pas envisageable sur le site de TH3 chaque module fonctionnant indépendamment de l'autre

À ce titre, la conception actuelle des bâtiments du site ne peut répondre à cette prérogative, les modules fonctionnant d'un point de vue hydraulique et de régulation indépendamment les uns des autres.

Par exemple, avec taux d'adhésion de 50 % à un RCU et 1 seul module, 60 % de l'énergie fatale serait non valorisée. Avec 2 modules, 80 % de l'énergie fatale serait non valorisée.

Il est intéressant de noter que le % d'économie financière est proportionnellement inverse à la performance des groupes froids. En d'autres termes, plus les groupes froids seront performants pour une charge donnée, moins l'économie d'énergie et financière sera importante.

Il est recommandé d'intégrer en amont de la conception, dès les premières études de P3 et P4, une réflexion sur la récupération d'énergie fatale.

4 ETUDE DE FAISABILITE RECUPERATION D'ENERGIE FATALE

4.1 Principe générale

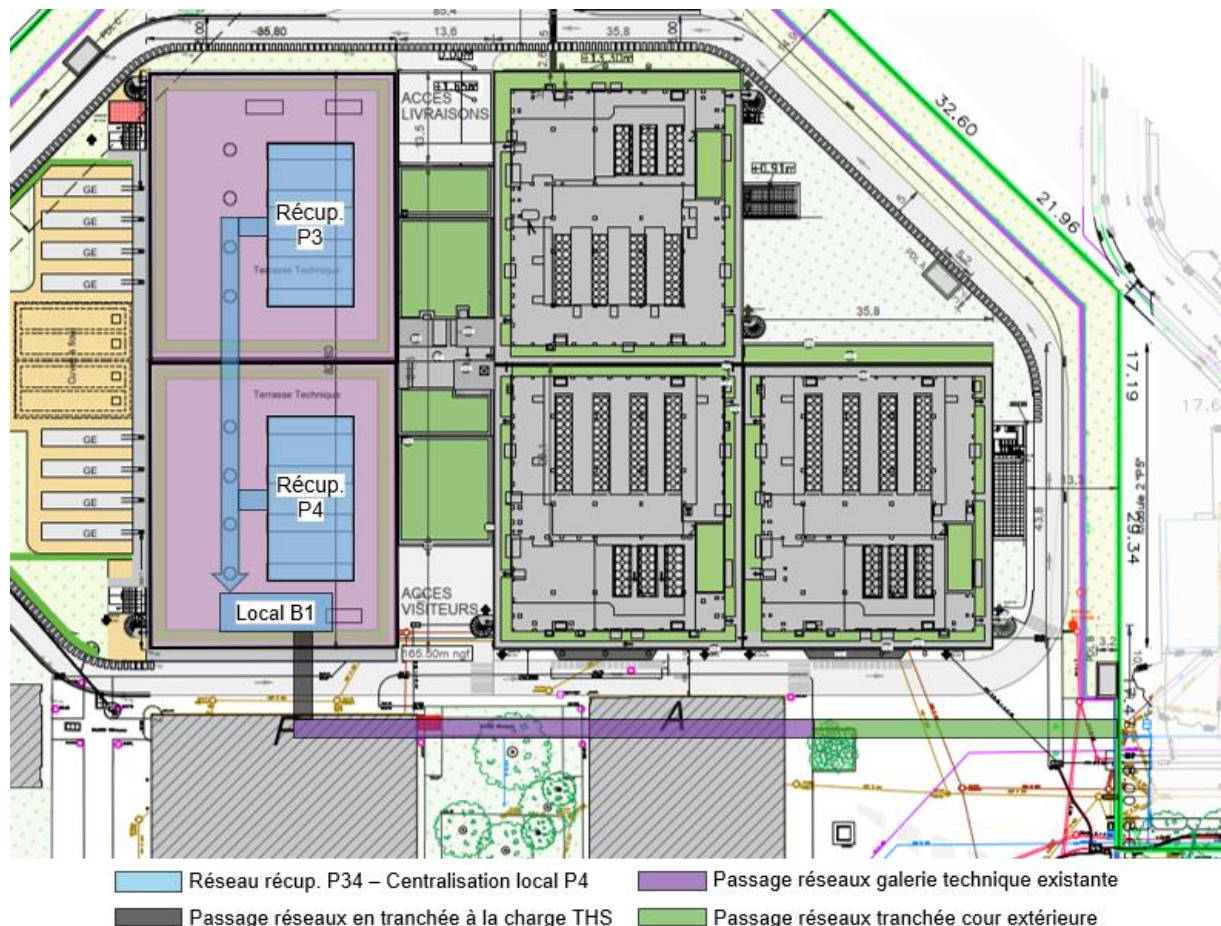
Compte tenu de l'éloignement futur du bâtiment P3 et afin d'éviter le passage des réseaux en aérien, une centralisation des systèmes de récupération de chaleur a été convenue avec TELEHOUSE. L'ensemble sera regroupé au sous-sol technique au sud du bâtiment P4, ce qui facilitera la connexion des réseaux vers l'extérieur. La distribution hydraulique sera laissée en attente dans ce local.

4.2 Application sur site

Le positionnement stratégique d'un local au sud du bâtiment P4 faciliterait le raccordement des réseaux de récupération de chaleur fatale, vers l'extérieur. De ce local, l'ensemble des réseaux y seront acheminés et les systèmes regroupés.

Les réseaux extérieurs chemineront en tranchée jusqu'à une galerie technique existante, les attentes seront laissées après la galerie technique pour un éventuel récepteur.

La récupération de chaleur fatale doit être étudiée dès maintenant en phase de conception (au plus tôt), compte tenu de la complexité de sa mise en œuvre et des contraintes liées principalement aux cheminements des réseaux.



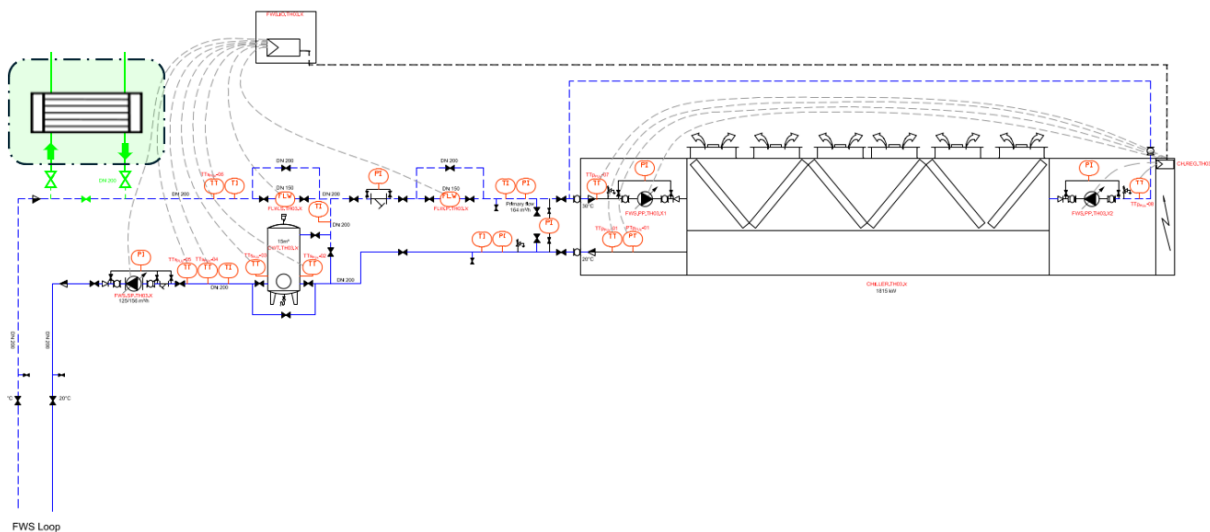
5 ETUDE DES CONFIGURATIONS

Deux configurations envisageables :

- ❑ Configuration A : Piquages réalisés sur le retour d'eau glacée des productions frigorifique en toiture ;
- ❑ Configuration B : Piquages direct réalisé sur le retour de la boucle d'eau glacée en toiture.

5.1 Configuration A : Récupération retour d'eau productions frigorifique

➤ Synoptique piquage récupération de chaleur sur production frigorifique



La solution proposée consiste à réaliser un raccordement sur le retour d'eau glacée de chaque production frigorifique associé à un échangeur thermique permettant la récupération de chaleur fatale.

Cette configuration offre un contrôle précis des paramètres de fonctionnement, tout en contrôlant le sens du flux de l'eau dans la boucle.

De plus, elle permet de réinjecter l'eau refroidie après valorisation directement dans le retour des groupes froids, ce qui contribue à réduire leur charge thermique. Ce principe favorise un gain énergétique, en diminuant l'effort de fonctionnement des productions frigorifique.

5.1.1 Avantages et inconvénients

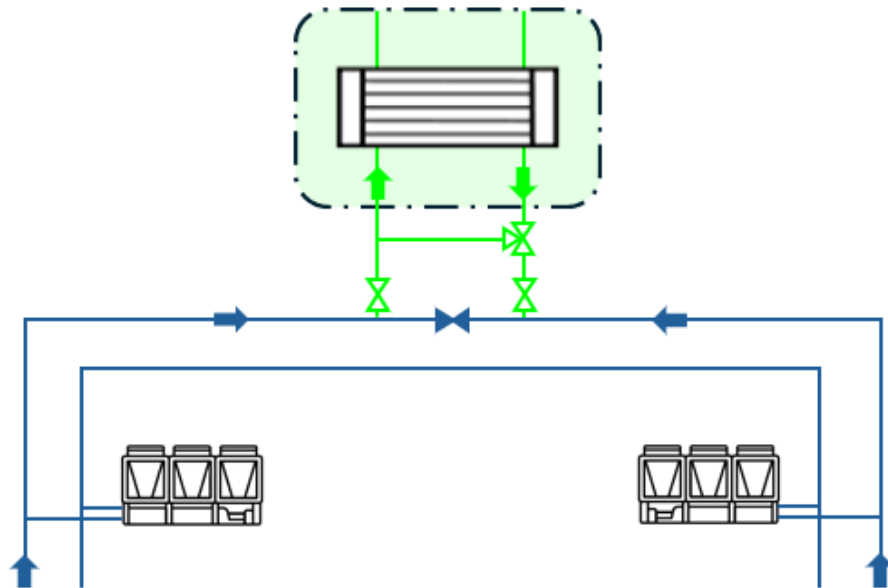
Comme évoqué précédemment, cette configuration permet de sécuriser l'installation tout en assurant une valorisation optimale de la chaleur fatale.

En revanche, elle implique :

- ❑ Un investissement initial conséquent ;
- ❑ Des coûts de maintenance plus élevés ;
- ❑ Un/des cheminement(s) plus dense des réseaux vers un point unique (encore à définir) ;
- ❑ Ajout d'un équipement sur la production créant ainsi des points de fuite supplémentaires ;
- ❑ Une régulation et un système de fonctionnement plus complexe et coûteux à mettre en œuvre.

5.2 Configuration B : Récupération retour d'eau boucle toiture-terrasse

- Schéma simplifié piquages rapprochés sur boucle eau glacée



Cette configuration nécessite un piquage aller/retour directement sur la boucle d'eau glacée pour le raccordement de l'échangeur de récupération. Un système de régulation sera nécessaire pour réguler le débit entrant vers l'échangeur en fonction du besoin, un circulateur pourrait-êtr également nécessaire pour assurer un bon débit dans l'échangeur.

5.2.1 Avantages et inconvénients

Cette solution permet théoriquement, de maximiser la récupération de chaleur fatale tout en limitant les pertes thermiques, grâce à l'utilisation d'un diamètre nominal de tuyauterie plus important. On contribuera également à réduire la vitesse de circulation du fluide, minimisant les perturbations dans la boucle d'eau glacée.

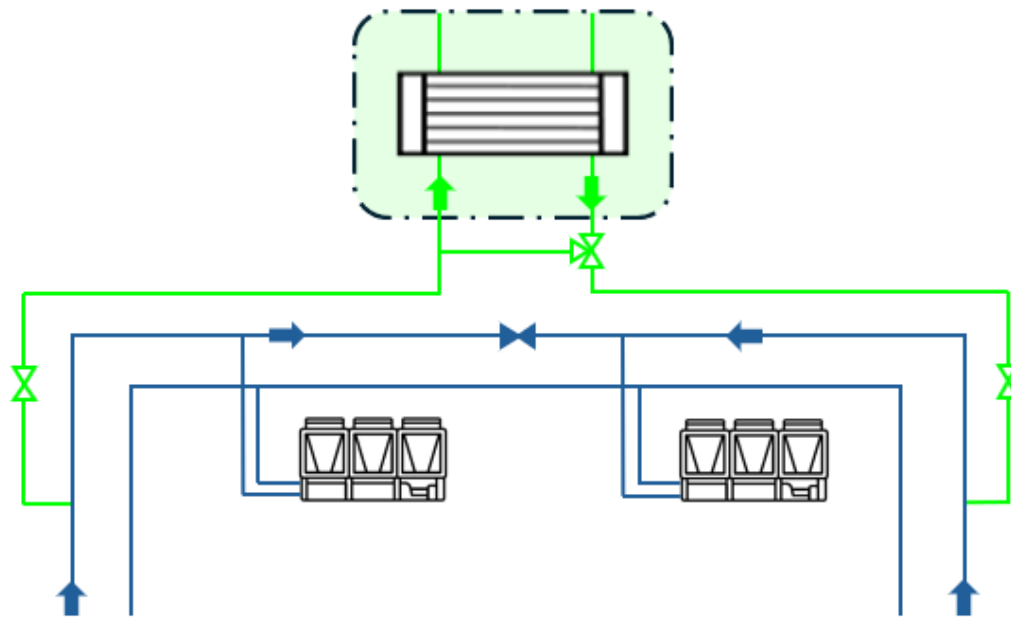
Cette solution présente également l'avantage d'être moins coûteuse que la précédente avec une réalisation moins complexe.

Les inconvénients majeurs de cette configuration :

- ❑ Ajout d'un équipement sur la boucle d'eau glacée créant ainsi des points de fuite supplémentaires ;
- ❑ Les piquages rapprochés sur le retour d'eau glacée pourraient créer un bouclage et perturber le sens de l'eau. Néanmoins, une solution pourrait être mise en place pour réduire cet effet :

Une configuration B « bis » comme représentée ci-dessous pourrait être étudiée avec raccordement éloigné de chaque côté de la boucle en toiture. Cette configuration réduirait les inconvénients de la configuration B sans les supprimer.

- Schéma simplifié piquages éloignés sur boucle eau glacée



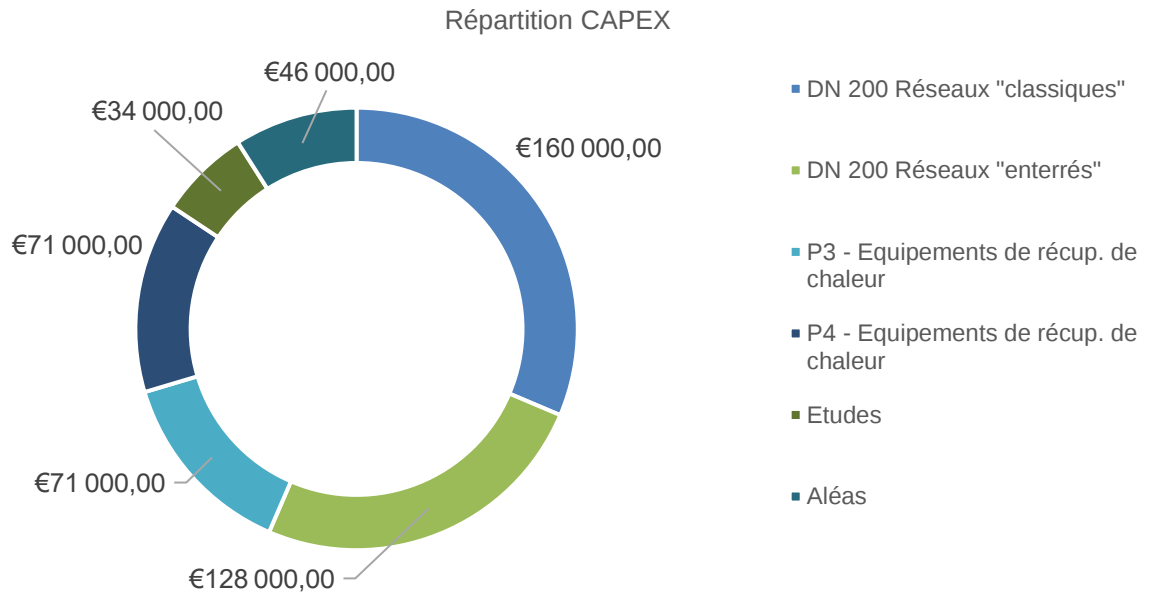
5.3 Analyse et conclusion

La configuration A permet de contrôler plus finement le fonctionnement du système de récupération de chaleur fatale bien que plus complexe à l'installation et coûteux en CAPEX/OPEX. Cette solution permettra une valorisation maximale de la chaleur fatale sans perturber le fonctionnement du data center.

La configuration B est sur le papier plus simple d'application et « économique ». En revanche, elle présente des limites importantes en termes d'efficacité thermique. Cette solution ne permettra pas d'exploiter le plein potentiel de récupération du data center.

6 CAPEX

Le CAPEX se compose des principaux éléments suivants :



Pour rappel, le montant du CAPEX est susceptible d'évoluer en fonction de la date de réalisation des travaux.

Il s'agit d'une première approche de l'utilisation de chaleur la chaleur fatale des data center P34 ; Une étude de faisabilité plus approfondie permettra de définir un coût de réalisation plus précis et au plus proche du besoin.

7 SYNTHESE

TH3	P1		P2		P5		P34			
	Récup. sur une boucle	Récup. 100% de la ch. fatale	Récup. sur une boucle	Récup. 100% de la ch. fatale	Récup. sur une boucle	Récup. 100% de la ch. fatale	Récup. Par production froid	Récup. une boucle par bâtiment	Récup. 100% de la ch. fatale	Total récupérable
Faisabilité technique	▼	▼	▲	▼	▲	▲	▲	▲	▼	▲
Puissance valorisable	-	-	700 kW	-	700 kW	3780 kW	-	1050 kW	-	2100 kW
Harmonisation des techniques	-	-	▲	▼	▲	▼	▲	▲	▼	▲
Limitation augmentation de la criticité	-	-	▲	▼	▲	▼	▲	▲	▼	▲

Dans le bâtiment P2, des attentes bouchonnées ont été prévues pour laisser la possibilité de l'installation d'un échangeur ainsi qu'une panoplie de récupération de chaleur.

Le bâtiment P5, actuellement en construction, sera également équipé du même dispositif de raccordement laissé en attente.

Pour les bâtiments P3 et P4, les réseaux de récupération de chaleur devront cheminer en toiture jusqu'à un point de descente commun (trémi ou réservation). Ce point permettra le raccordement à un local technique situé idéalement au B1 du bâtiment P4, prévu pour accueillir les équipements nécessaires à la valorisation de la chaleur des 2 bâtiments.

8 GLOSSAIRE

CAPEX : Capital expenditure – Dépense d'investissement

COP : Coefficient de performance

DSP : Délégation de service publique

DJU : Degré jour unifié

EG : Eau glacée

PAC : Pompe à chaleur

RCU : Réseau de chaleur urbain