

Récupération de chaleur

Campus de Marcoussis

Potentiel, infrastructures et coûts

Sommaire

- 01 – Présentation du campus**
- 02 – Etat des lieux des techniques actuellement utilisées**
- 03 – Techniques de récupération de chaleur**
- 04 – Chaleur théorique disponible**
- 05 – Réseaux de chaleur proches**
- 06 – Coûts du déploiement**
- 07 – Application de la technique 1**
- 08 – Application de la technique 2**
- 09 – Conclusion**
- 10 – Annexes**

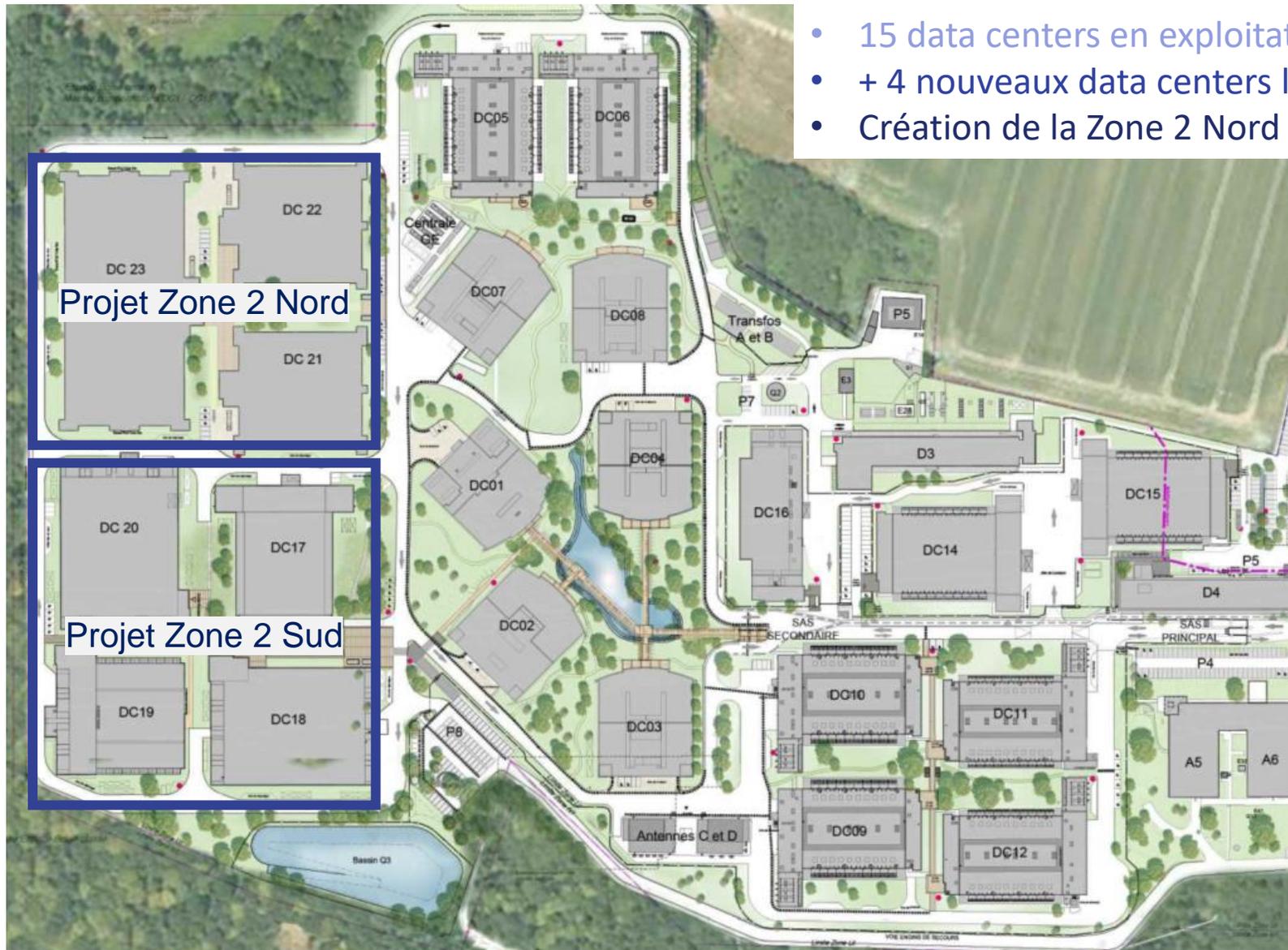


_ 01

Présentation du campus

Présentation du campus de Marcoussis

- 15 data centers en exploitation actuellement
- + 4 nouveaux data centers livrés fin 2023
- Création de la Zone 2 Nord avec 4 nouveaux DC à l'horizon 2026-2027



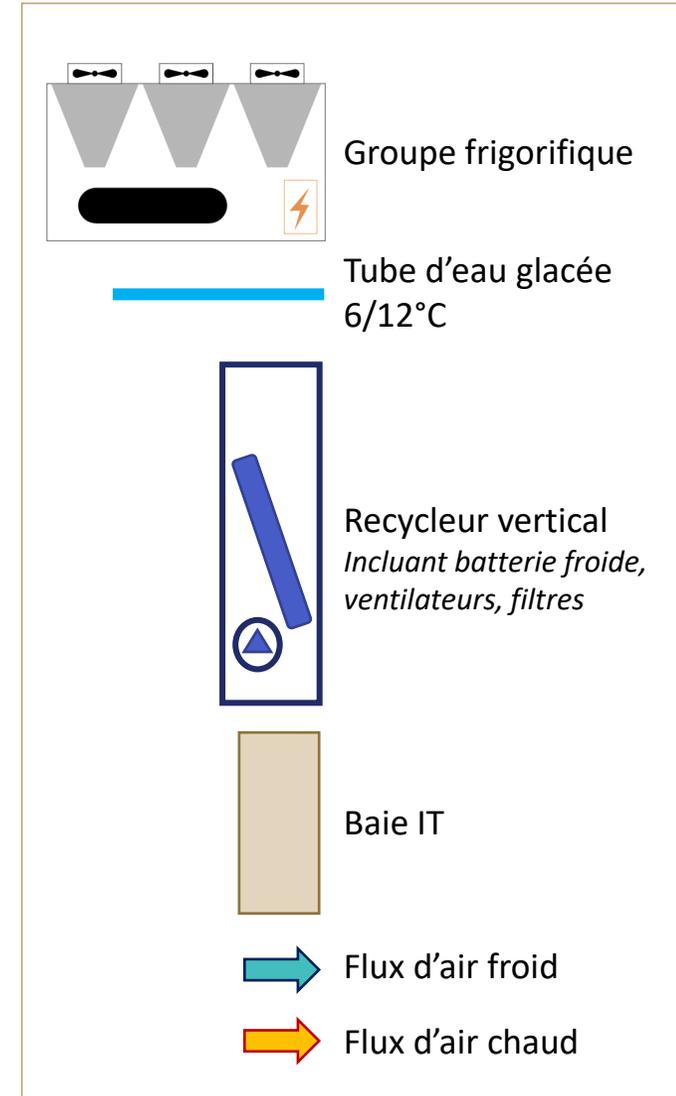
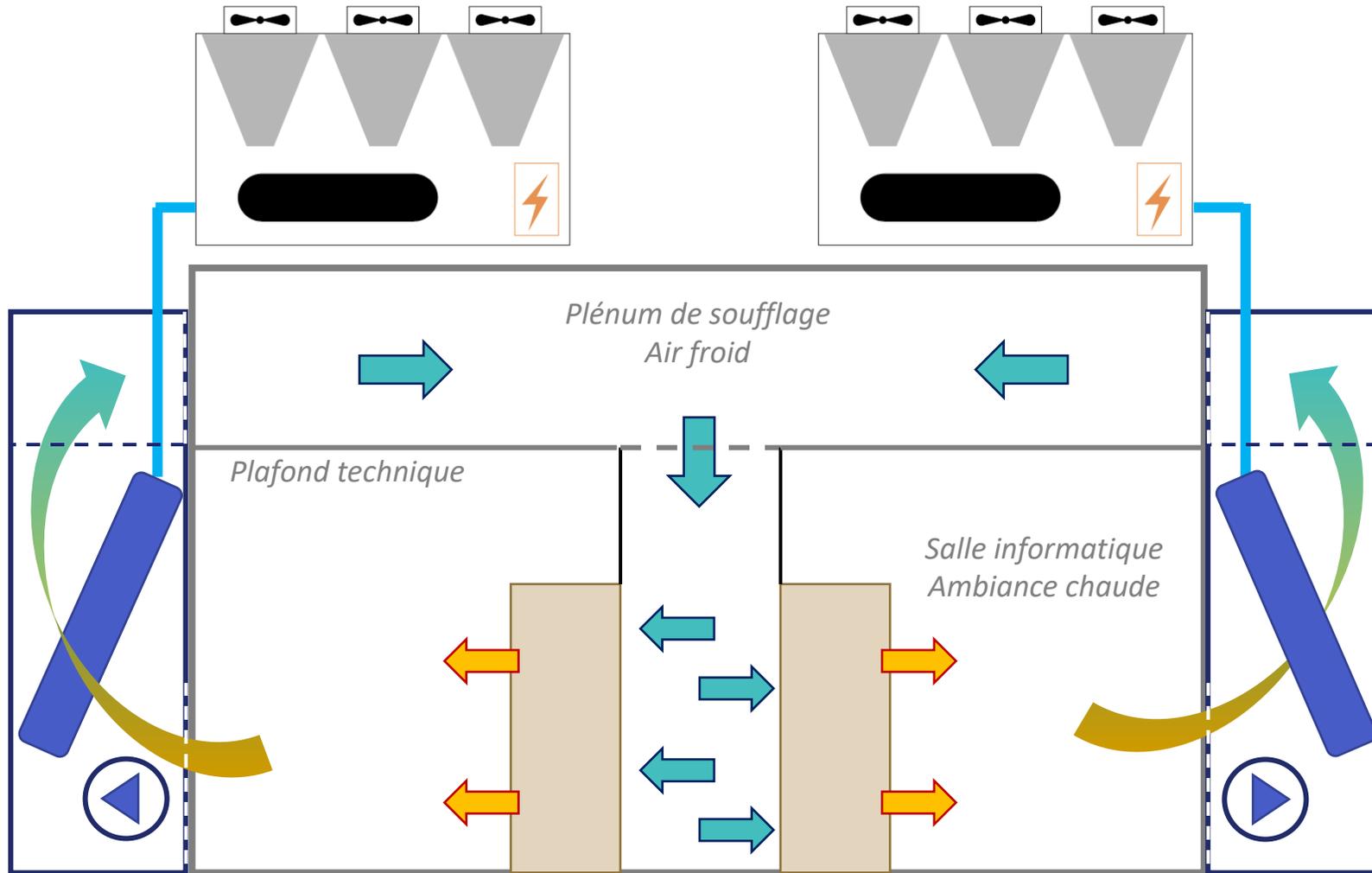


_ 02

**Etat des lieux des techniques
actuellement utilisées**

Etat des lieux des techniques de refroidissement

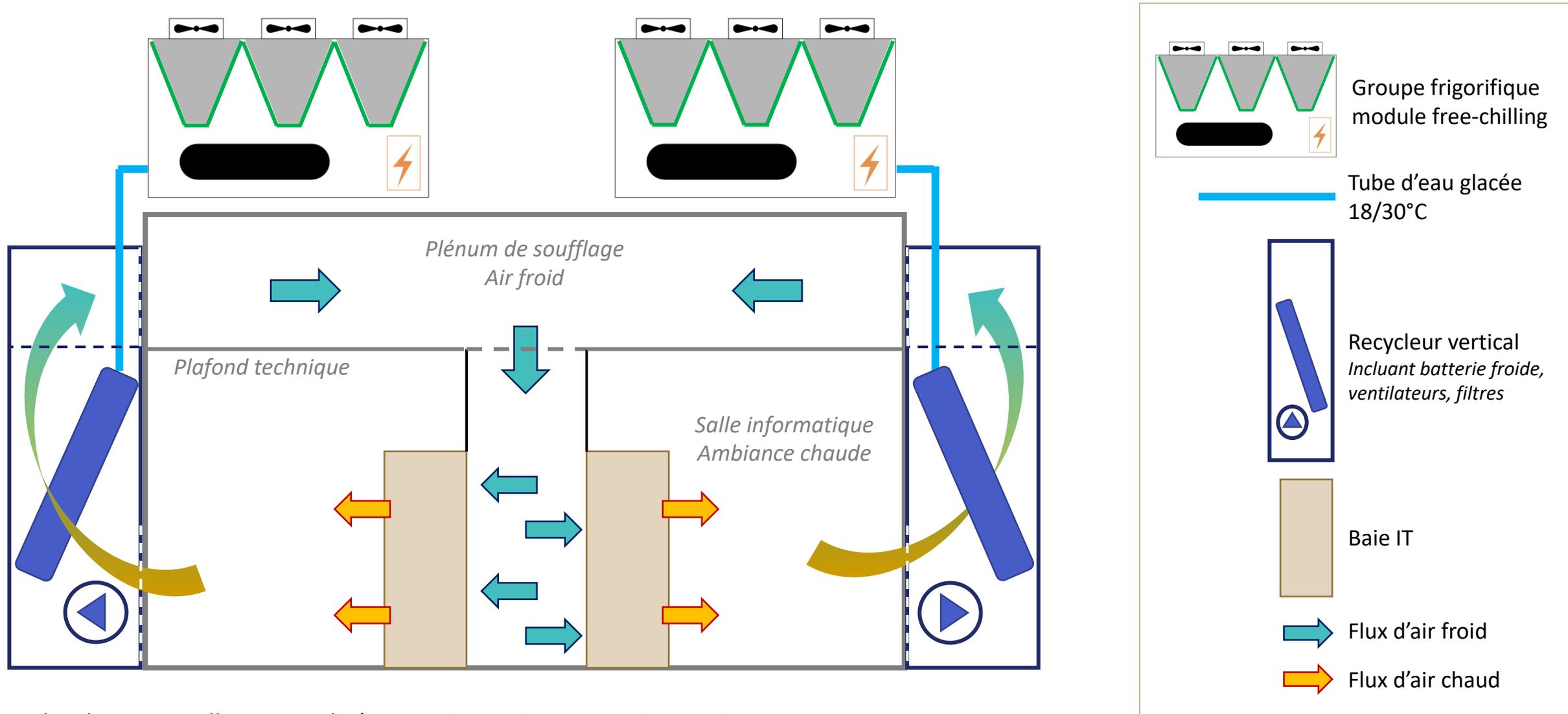
1) Production d'eau glacée par groupes frigorifiques // traitement d'air par recycleurs verticaux



Technologie actuellement utilisée sur DC01, 02, 03, 04, 07, 08, D3

Etat des lieux des techniques de refroidissement

2) Production d'eau glacée par groupes frigorifiques avec module free-chilling // traitement d'air par recycleurs verticaux

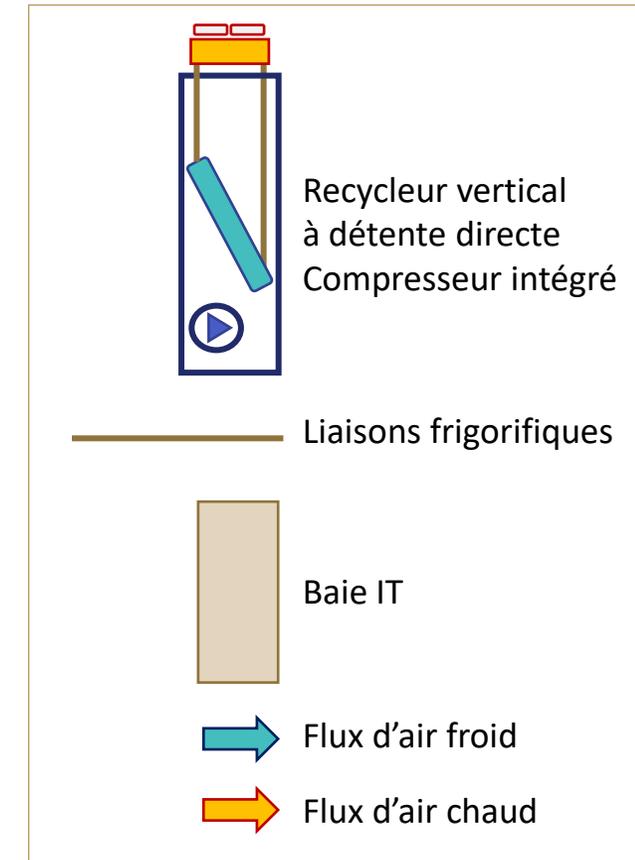
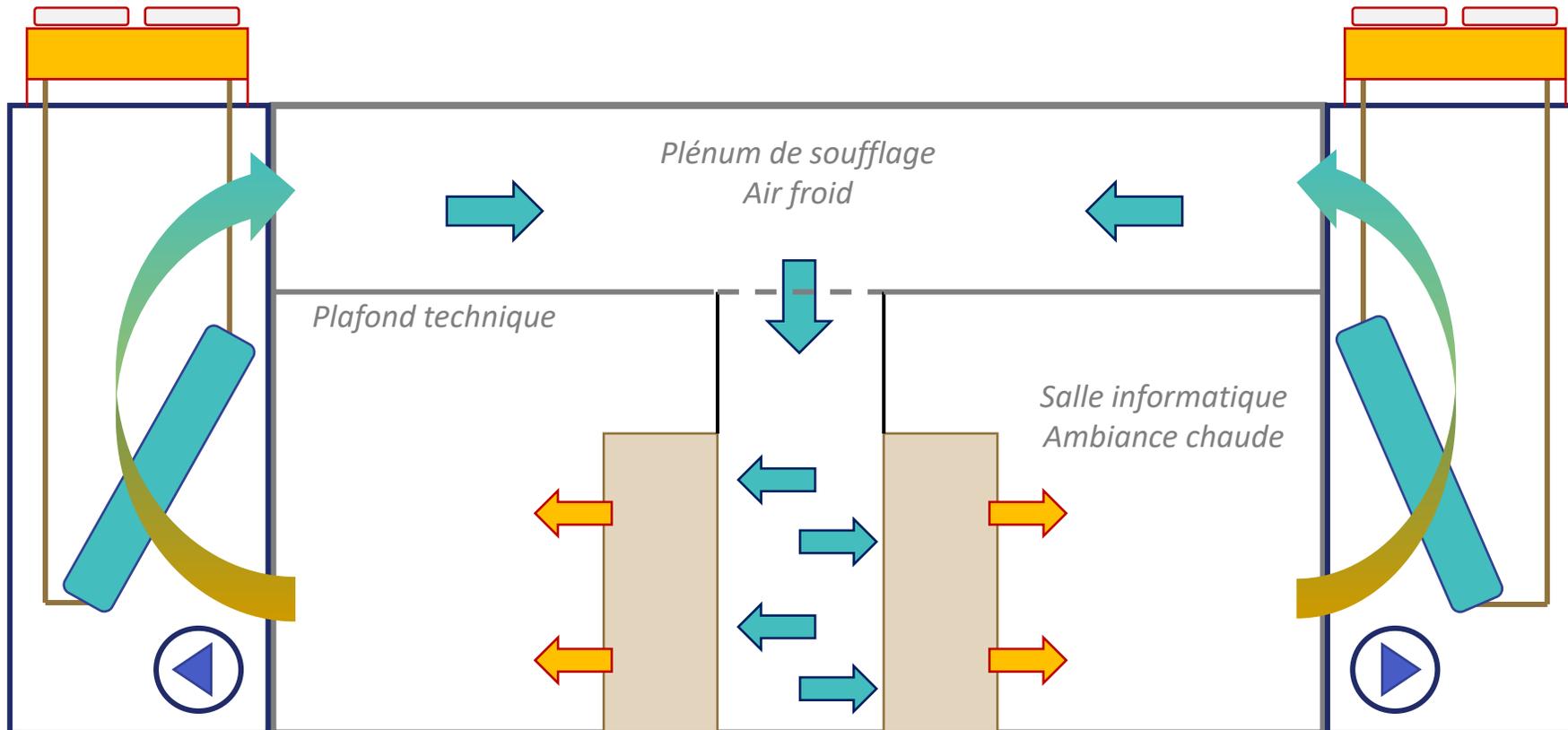


Technologie actuellement utilisée sur DC11, 12, 14, 15, 16, 17, 18

Etat des lieux des techniques de refroidissement

2) Production frigorifiques à détente directe intégrée aux recycleurs verticaux

➔ Fonctionnement en recyclage ou en free-cooling direct

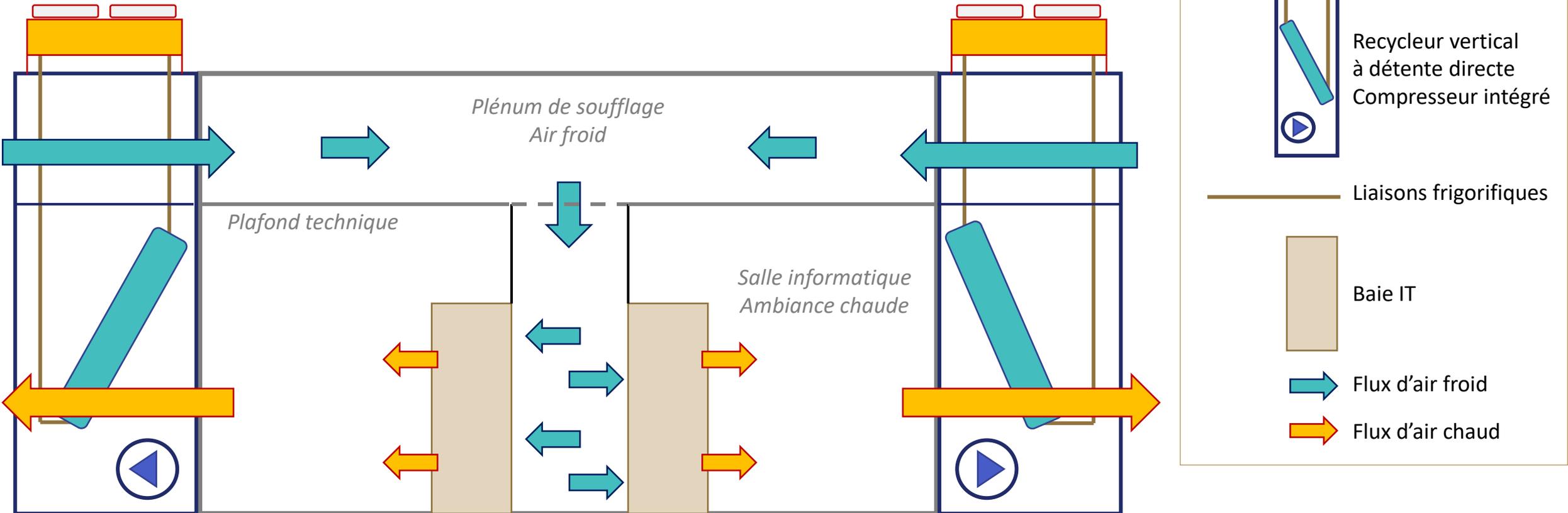


Technologie actuellement utilisée sur DC05, 06, 09, 10.

Etat des lieux des techniques de refroidissement

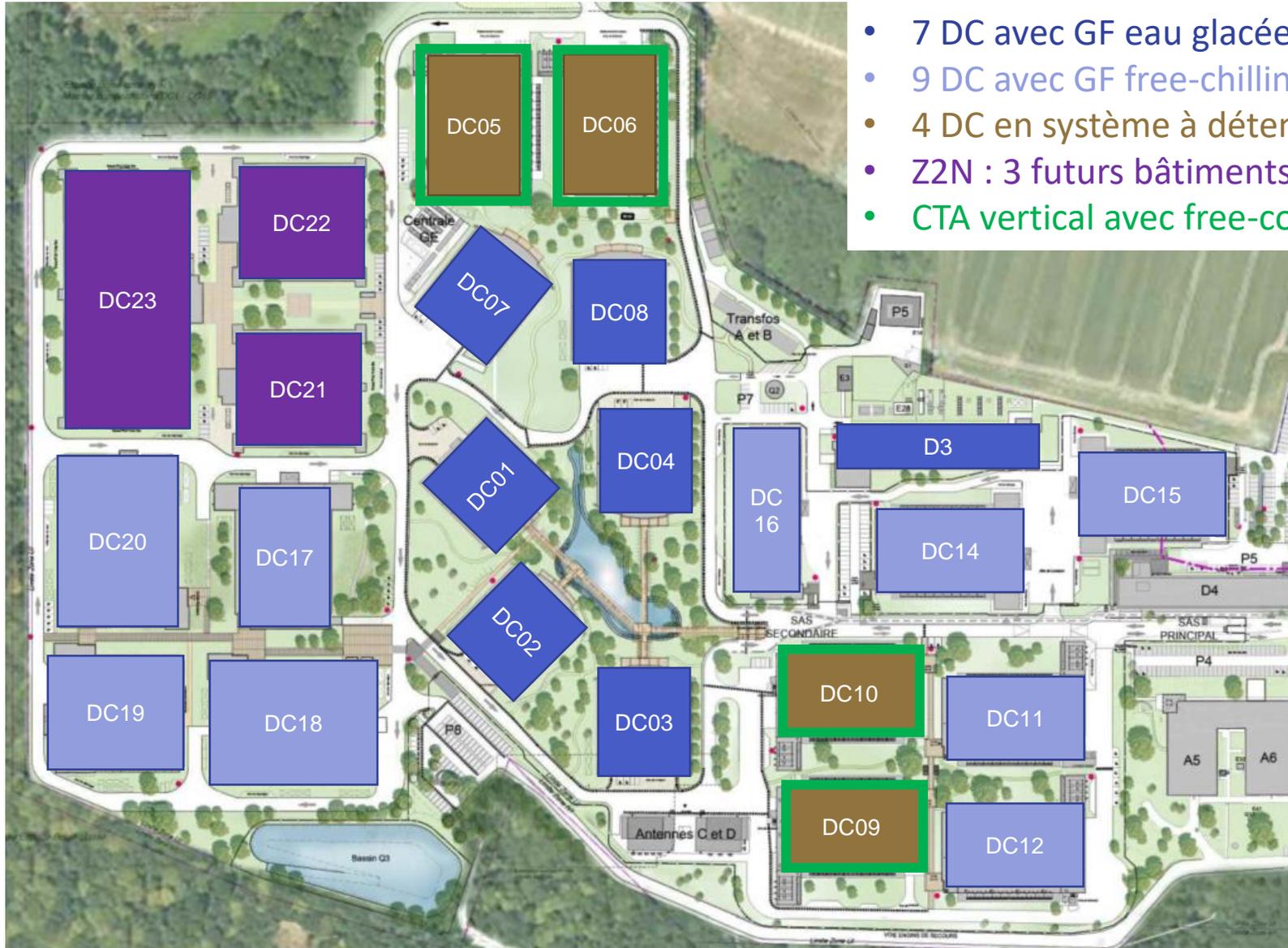
2) Production frigorifiques à détente directe intégrée aux recycleurs verticaux

➔ Fonctionnement en recyclage ou en free-cooling direct



Technologie actuellement utilisée sur DC05, 06, 09, 10.

Etat des lieux des techniques de refroidissement



- 7 DC avec GF eau glacée en régime 6/12°C
- 9 DC avec GF free-chilling eau glacée en régime 18/30°C
- 4 DC en système à détente directe
- Z2N : 3 futurs bâtiments avec GF eau glacée en régime 18/30°C
- CTA vertical avec free-cooling direct



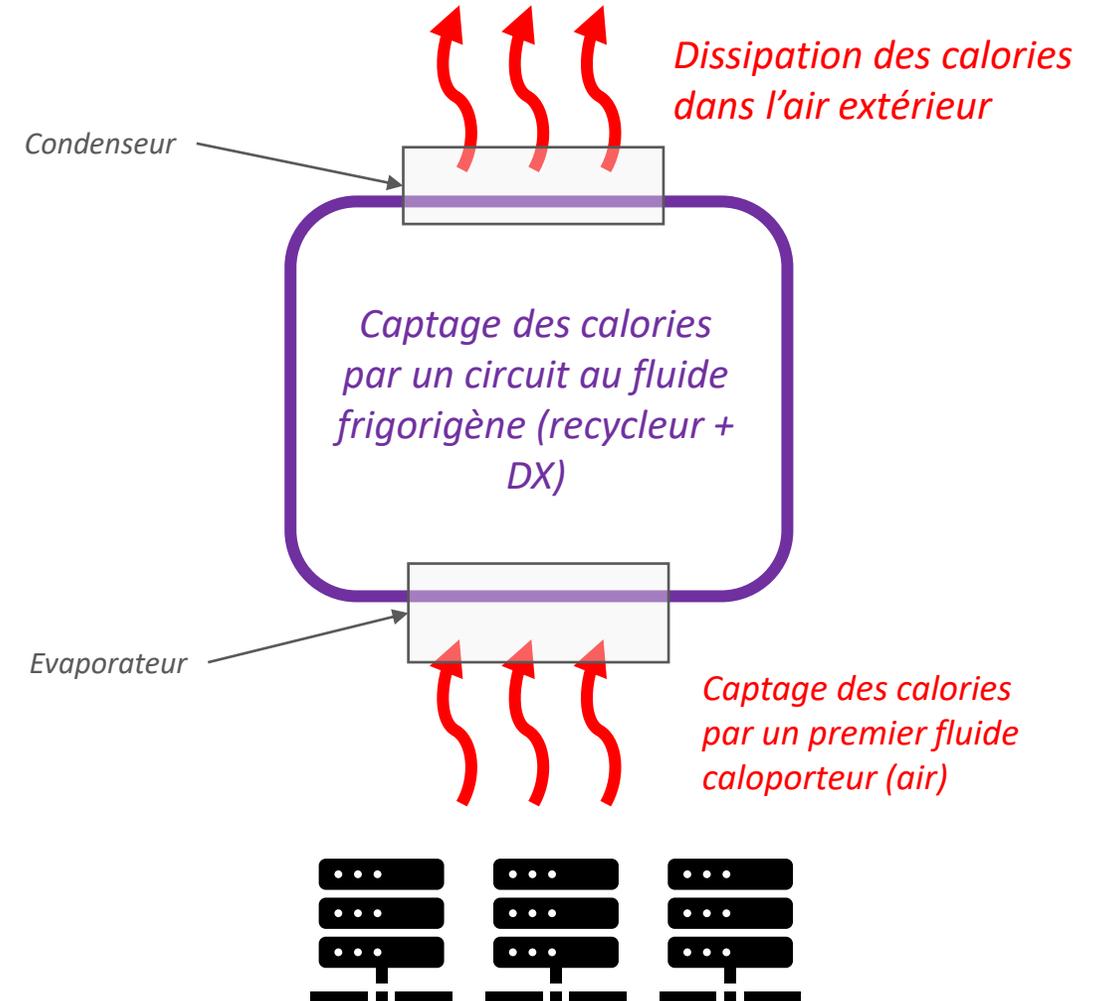
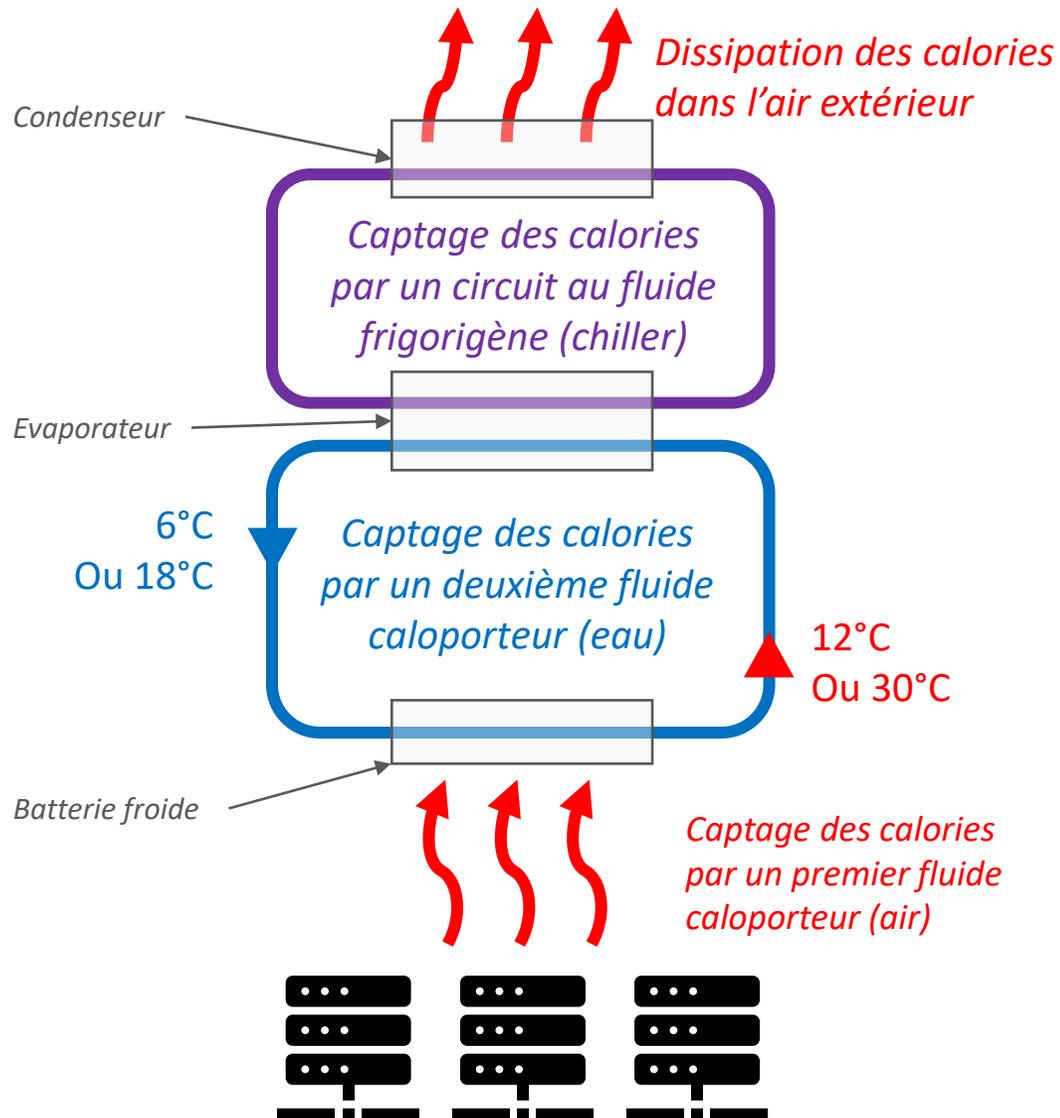
– 03

Techniques de récupération de la chaleur des data centers

- Mise en œuvre de la récupération des calories sur les réseaux d'eau
- Mise en œuvre de la récupération des calories sur le fluide frigorigène
- Impact sur le PUE

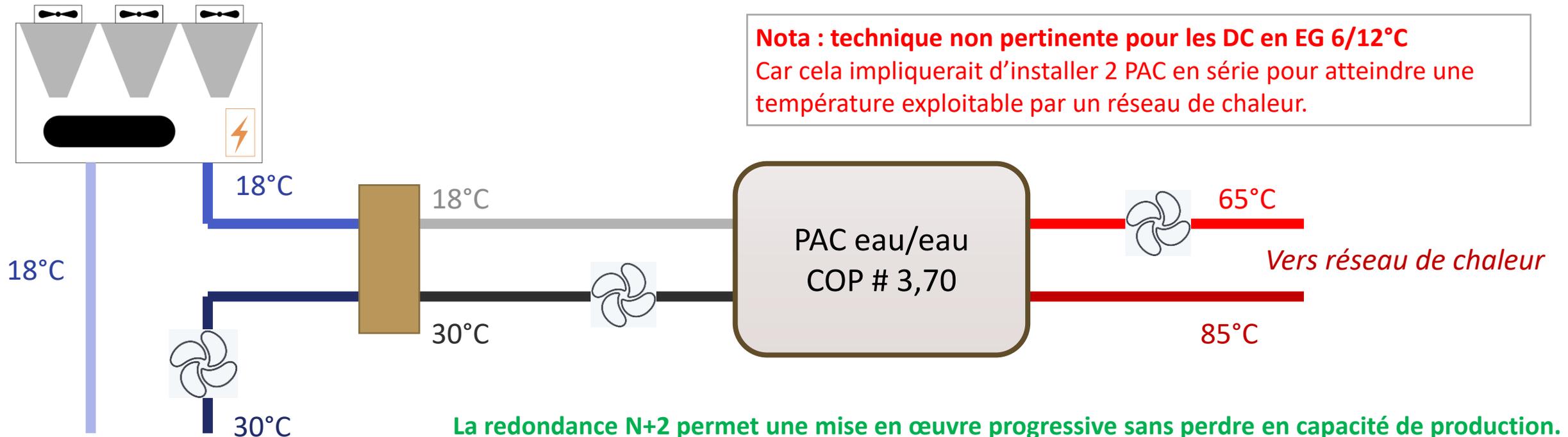
Introduction aux techniques de récupération

Cycle des calories dans les data center de Data4 : avec production d'eau glacée ou recycleurs à détente directe



Technique 1 : récupération des calories sur l'eau

- Concerne les data centers équipés de groupes de production d'eau en régime 18/30°C :
 - DC11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
- Les calories créées au niveau des baies sont récupérables sur le réseau retour du circuit d'eau, à 30°C.
- Le principe consiste en:
 - Récupérer les calories grâce à un échangeur à plaques eau/eau
 - Echanger ces calories à l'évaporateur d'une PAC eau/eau dédiée.
 - Elever cette température à un régime d'eau 85/65°C compatible avec les réseaux de chaleur à proximité.

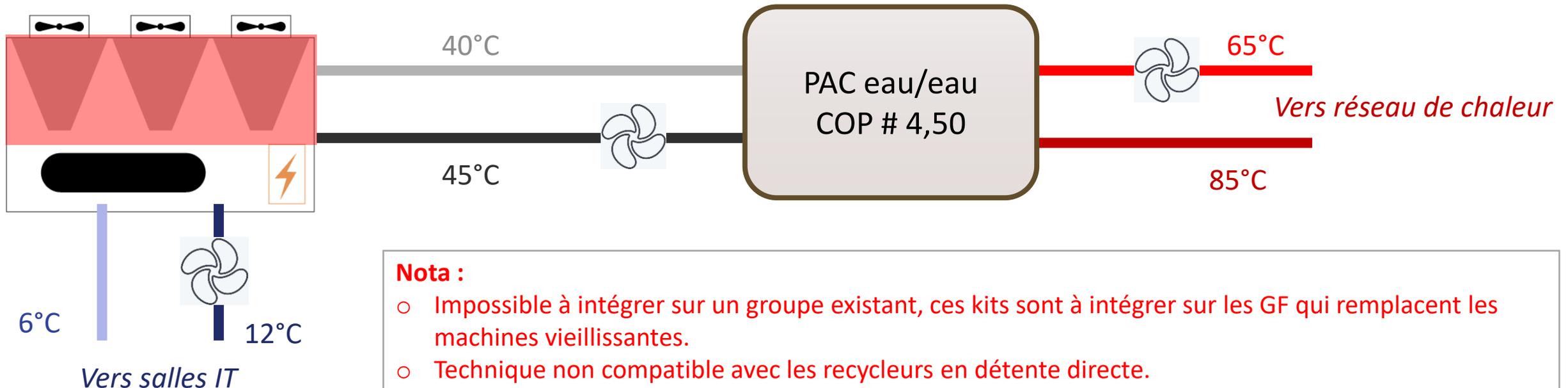


Vers salles IT

La redondance N+2 permet une mise en œuvre progressive sans perdre en capacité de production.

Technique 2 : récupération des calories sur le fluide frigorigène

- Concerne les data centers équipés de groupes de production d'eau en régime 6/12°C
 - DC01, 02, 03, 04, 07, 08, D3
- Le principe consiste en l'installation de GF équipée d'un kit de récupération de chaleur.
 - Récupération des calories produites au niveau du condenseur sur le fluide frigorigène par une boucle d'eau 45/40°C
 - Acheminer ces calories à l'évaporateur d'une PAC eau/eau.
 - Via la PAC, élever ce régime 45/40°C à un régime d'eau 85/65°C compatible avec les réseaux de chaleur à proximité.

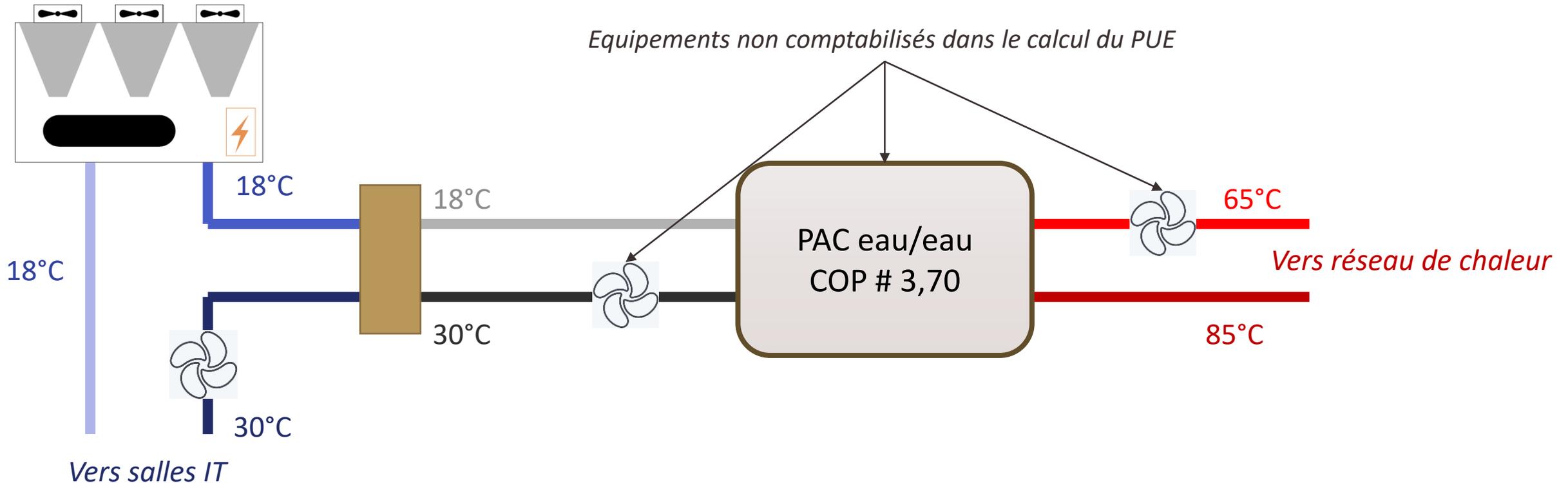


Nota :

- Impossible à intégrer sur un groupe existant, ces kits sont à intégrer sur les GF qui remplacent les machines vieillissantes.
- Technique non compatible avec les recycleurs en détente directe.
- **La redondance N+2 permet une mise en œuvre progressive sans perdre en capacité de production.**

Impacts de la récupération de chaleur sur le PUE

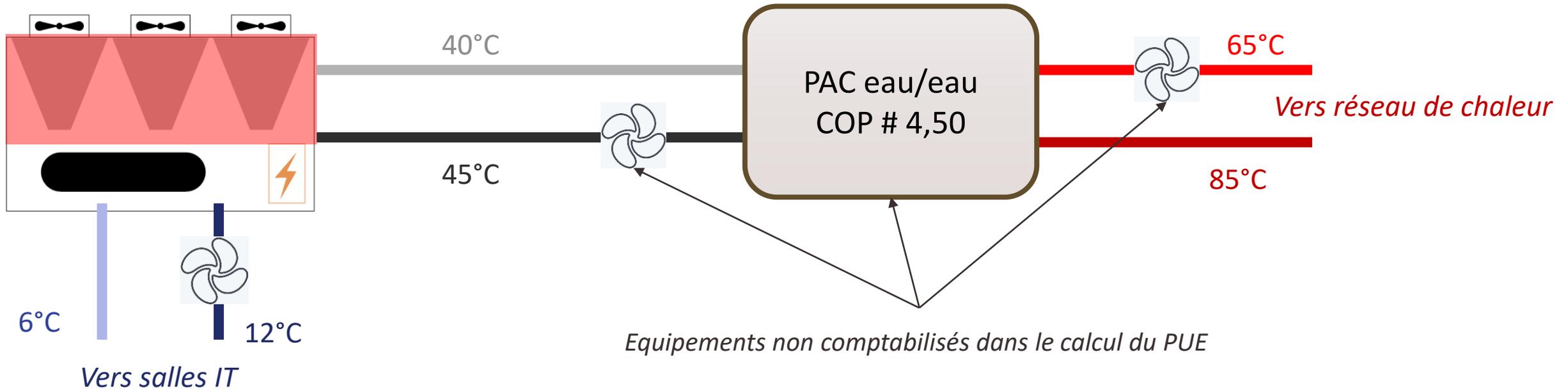
- Impacts de la technique 1



- L'échangeur entraîne une **légère augmentation de la puissance de la pompe** côté data center.
 - **l'impact PUE sera négligeable** si son dimensionnement limite la perte de charge.
- L'usage de la récupération de chaleur **à la place du free-chilling** :
 - **Amélioration du PUE** dans la mesure où les ventilateurs des GF seront inactifs et **les pompes des PAC ne sont pas comptabilisées**
 - **Soit environ -5% de consommation électrique globale**

Impacts de la récupération de chaleur sur le PUE

- Impacts de la technique 2



- La mise en œuvre d'un kit de récupération de chaleur va dégrader le PUE :**

- Compresseur frigorifique en marche forcée pour pouvoir produire de la chaleur
- Coefficient de performance (EER) du GF divisé par 2, consommation électrique doublée
- Soit environ +20% de consommation électrique globale



– 04

Chaleur théorique disponible

- Bilan de puissance IT
- Energie nominale théorique délivrable en 85/65°C – techniques 1 et 2
- Courbes d'évolution

Confidentiel

— Bilan de puissance IT

- Tableau récapitulatif des puissances IT pour chaque DC.

- **Source de données :**

- Montée en charge estimée par Data4 à horizon 2027.

fichier : Tendance Energie 2022 - 2026 V2_Ariane NEXT.xlsx

- DOE

Bâtiment	Année de construct.	Fluide	Régime d'eau (°C)	P IT (MW) 2022	P IT (MW) 2023	P IT (MW) 2024	P IT (MW) 2025	P IT (MW) 2026
DC01	2007	EG	6/12°C	1,63	1,64	1,66	1,67	1,68
DC02	2008	EG	6/12°C	2,60	2,62	2,64	2,65	2,67
DC03	2009	EG	6/12°C	2,48	2,49	2,50	2,51	2,52
DC04	2009	EG	6/12°C	3,32	3,95	4,79	4,79	4,79
DC05	2017	DX	/	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
DC07	2016	EG	6/12°C	4,24	4,67	5,04	5,04	5,04
DC08	2012	EG	6/12°C	2,24	2,26	2,27	2,29	2,30
D3	2012	EG	6/12°C	1,18	1,19	1,21	1,23	1,24
DC06	2019	DX	/	4,05	4,20	4,20	4,20	4,20
DC09	2019	DX	/	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
DC10	2020	DX	/	1,86	2,54	3,21	3,15	3,15
DC11	2021	EG + 25% gly	18/30°C	2,47	4,20	4,20	4,20	4,20
DC12	2020	EG + 25% gly	18/30°C	3,72	4,80	4,80	4,80	4,80
DC14	2021	EG + 25% gly	18/30°C	2,27	4,20	4,20	4,20	4,20
DC15	2021	EG + 25% gly	18/30°C	2,08	4,20	4,92	4,92	4,92
DC16	2022	EG + 25% gly	18/30°C	0,24	3,12	4,20	4,20	4,20
DC17	2022	EG + 25% gly	18/30°C	1,80	5,40	6,00	6,00	6,00
DC18	2022	EG + 25% gly	18/30°C	0	4,50	10,50	10,50	10,50
DC19	2022	EG + 25% gly	18/30°C	0	2,03	6,00	6,00	6,00
DC20	2023	EG + 25% gly	18/30°C	0	0	5,43	10,08	10,08
DC21	2026	EG + 25% gly	18/30°C	0	0	0	7,75	12,40
DC22	2026	EG + 25% gly	18/30°C	0	0	0	0	0
DC23	2026	EG + 25% gly	18/30°C	0	0	0	6,20	20,15
Puissance IT totale				44,8 MW	66,6 MW	86,3 MW	104,95 MW	123,6 MW

Confidentiel

— Puissance nominale théorique d'eau chaude 85/65°C délivrable

- Technique 1 : récupération de chaleur sur l'eau
DC11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
- **Taux de remplissage IT : 75%**
- Coefficient de performance (COP) de la PAC d'élévation de température : 3,7
- Rappel, la puissance IT est la puissance à l'évaporateur. La puissance délivrée au condenseur (côté chaud) est supérieure (facteur 1,1)

Année	Puissance IT souscrite (MW)	Puissance récupérable nominale à l'évaporateur PAC en 30/18°C (MW)	Puissance fournie en régime 85/65°C (MW)	Puissance électrique consommée (MW / COP 3,7)
2023	32,5 MW	24,3 MW	26,8 MW	7,2 MW
Energie délivrable et électricité consommée sur 2023 :			235 GWh	63 GWh
2024	50,3 MW	37,7 MW	41,5 MW	11,2 MW
Energie délivrable et électricité consommée sur 2024 :			364 GWh	98 GWh
2025	68,9 MW	51,6 MW	56,8 MW	15,4 MW
Energie délivrable et électricité consommée sur 2025 :			498 GWh	135 GWh
2026	87,5 MW	65,6 MW	72,1 MW	19,5 MW
Energie délivrable et électricité consommée sur 2026 :			632 GWh	170 GWh

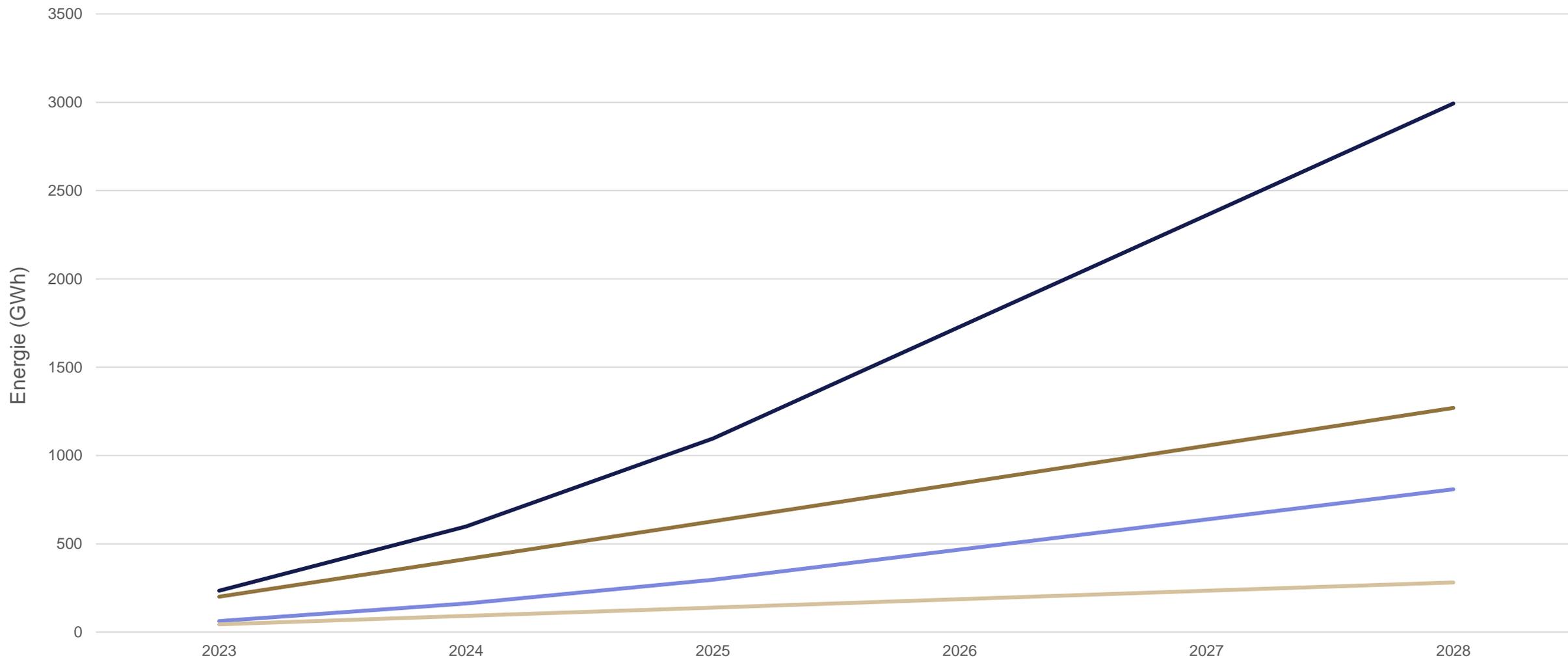
— Puissance nominale théorique d'eau chaude 85/65°C délivrable

- Technique 2 : récupération de chaleur sur au condenseur
DC01, 02, 03, 04, 07, 08, D3
- **Taux de remplissage IT : 75%**
- Coefficient de performance (COP) de la PAC d'élévation de température : 4,5
- Rappel, la puissance IT est la puissance à l'évaporateur. La puissance délivrée au condenseur (côté chaud) est supérieure (facteur 1,1)

Année	Puissance IT souscrite (MW)	Puissance IT à 75% de charge (MW)	Puissance récupérable nominale à l'évaporateur PAC en 45/40°C (MW)	Puissance fournie en régime 85/65°C (MW)	Puissance électrique consommée (MW / COP 4,5)
2023	18,9 MW	14,1	15,5 MW	17,1 MW	3,4 MW
Energie délivrable et électricité consommée sur 2023 :				150 GWh	30 GWh
2024	20,1 MW	15,1	16,6 MW	18,2 MW	3,6 MW
Energie délivrable et électricité consommée sur 2024 :				160 GWh	32 GWh
2025	20,2 MW	15,1	16,7 MW	18,3 MW	3,6 MW
Energie délivrable et électricité consommée sur 2025 :				160 GWh	32 GWh
2026	20,2 MW	15,1	16,7 MW	18,3 MW	3,6 MW
Energie délivrable et électricité consommée sur 2026 :				161 GWh	32 GWh

Confidentiel

Evolution des énergies théoriques cumulées (85/65°C et électrique)



— Energie produite 85/65°C cumulée - Technique 1
— Consommation électrique PAC cumulée - Technique 1

— Energie produite 85/65°C cumulée - Technique 2
— Consommation électrique PAC cumulée - Technique 2

Confidentiel



– 05

Réseaux de chaleur proches

Confidentiel

— Réseaux de chaleur à proximité

- La DRIEAT recense plusieurs réseaux de chaleur, mais à une distance relativement éloignée du campus de Data4.
- Les besoins à proximité immédiate du campus de Marcoussis sont faibles.

Sources :

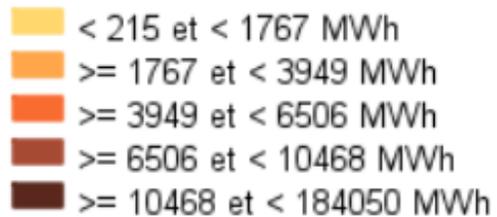
Cartographie :

<https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/cartographie-des-reseaux-de-chaleur-en-ile-de-r1040.html>

Informations réseaux de chaleur :

<https://carto.viaseva.org/public/viaseva/map/?coord=48.69039380203613,2.258720397949219&zoom=12&typeFilter=existing&typeSource=all&hotColdFilter=any>

👁 Consommation de chaleur sur les réseaux en 2019

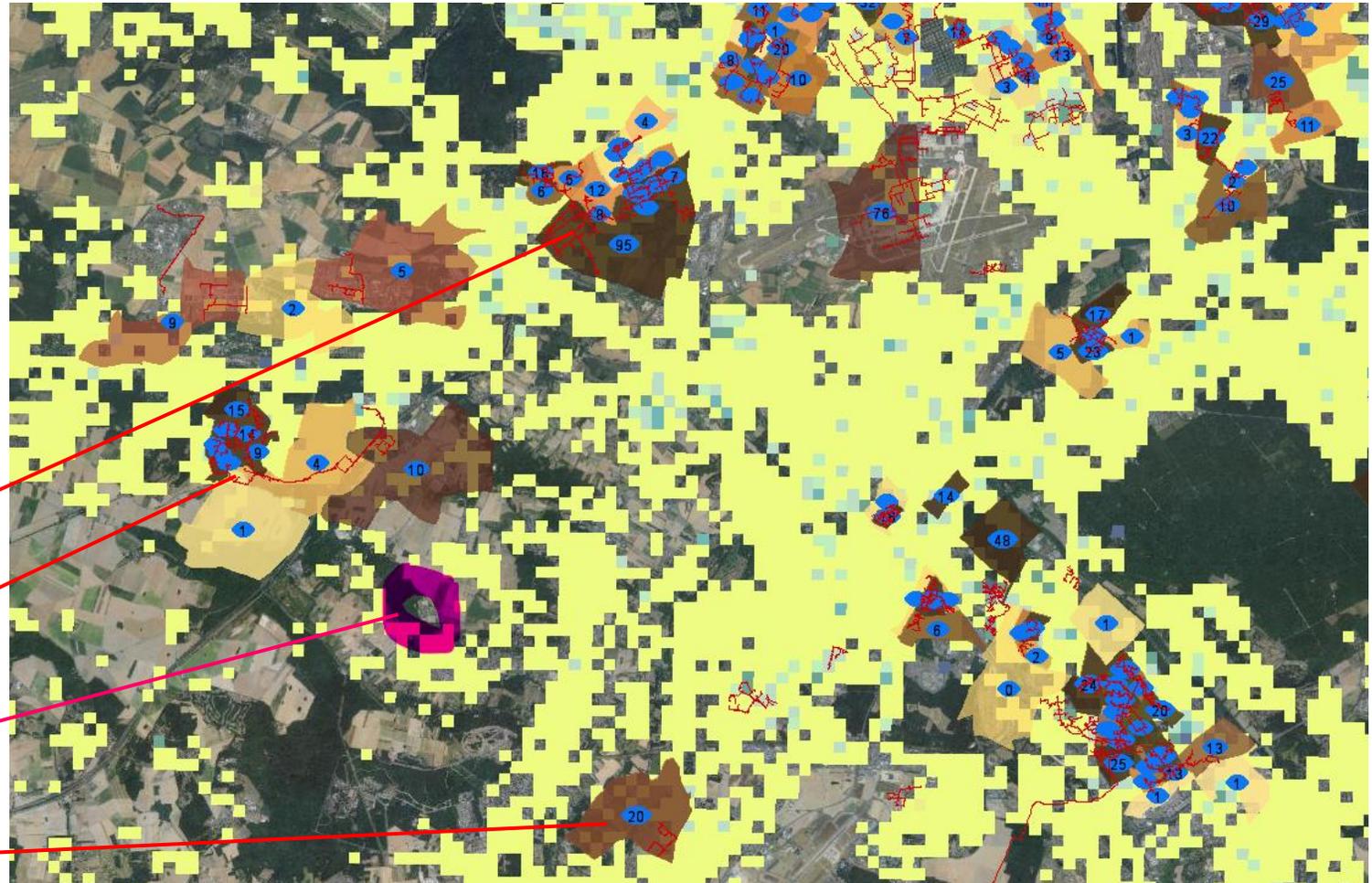


Réseau de chaleur de Massy

Réseau de chaleur des Ulis

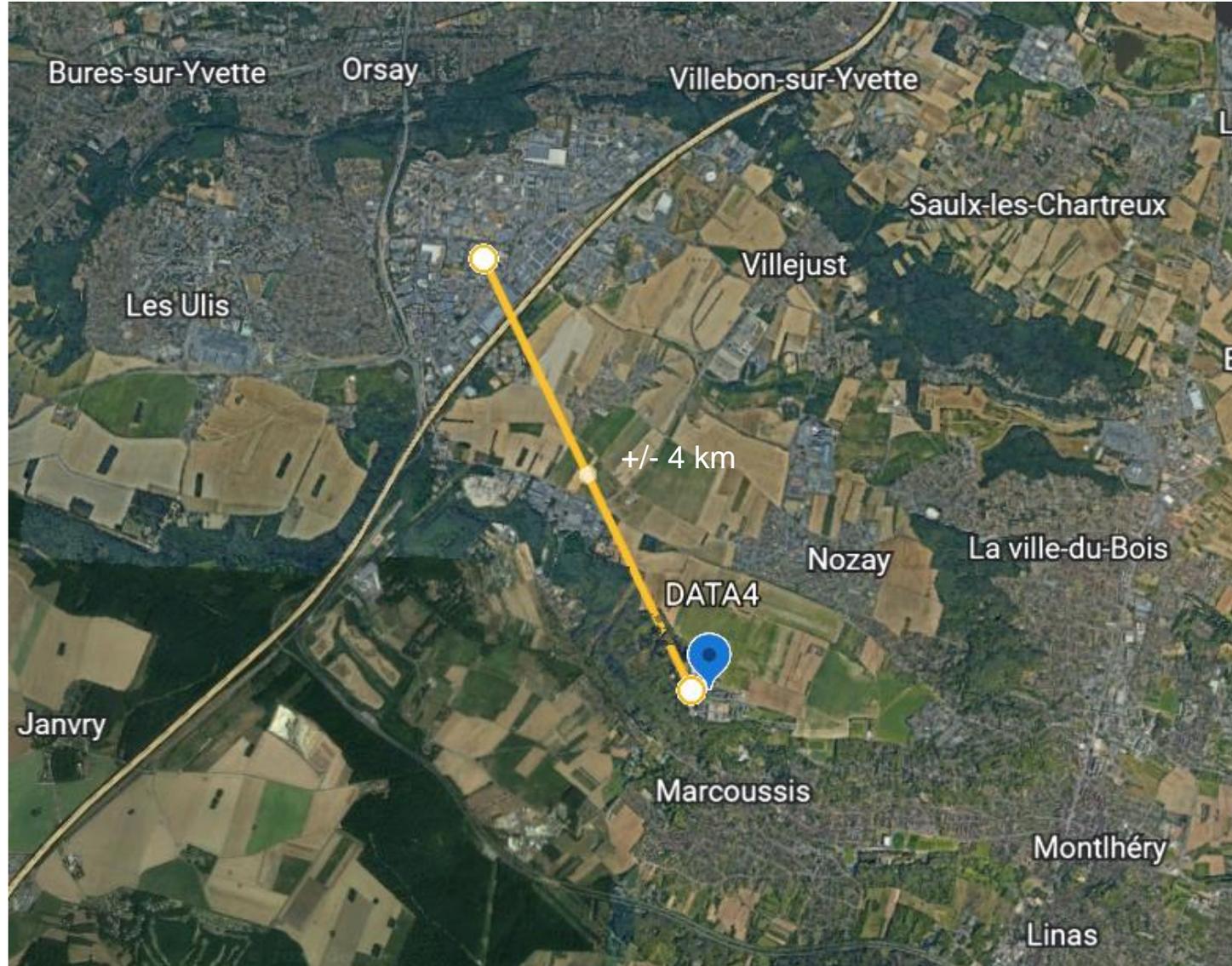
Campus de Marcoussis

Réseau de chaleur de Brétigny



— Réseaux de chaleur à proximité

- Le premier point de livraison est situé à **environ 4 km à vol d'oiseau** du campus de Marcoussis.





– 06

Déploiement de la technique 1

- Application 1 : récupération de chaleur du DC12
- Application 2 : récupération de chaleur des DC12 et DC14

— Application 1 : récupération de la chaleur du DC12

- Le data center DC12 présente un potentiel important de récupération de chaleur :
 - Consommation IT élevée et stable → **4,8 MW IT de puissance souscrite, nous prenons une hypothèse de taux de charge de 75%**
 - Granulométrie des équipements de production frigorifique importante. → **20 GF de 255 kW froid**
 - Elle permet l'intégration progressive des installations techniques de récupération sans impacter la capacité globale, puisque seulement un élément de capacité de la redondance fait l'objet de travaux.

- ➔ Nous proposons de déployer progressivement 10 échangeurs à plaques eau/eau pour puiser les calories (technique 01)
 - Puissance récupérable par sous-station de groupe frigorifique : **255 kW en régime d'eau 30/18°C**
 - Puissance totale récupérable sur le DC12 : **2550 kW**
 - Puissance chaude délivrable par la PAC de relevage de température : environ **3 MW pour le DC12**

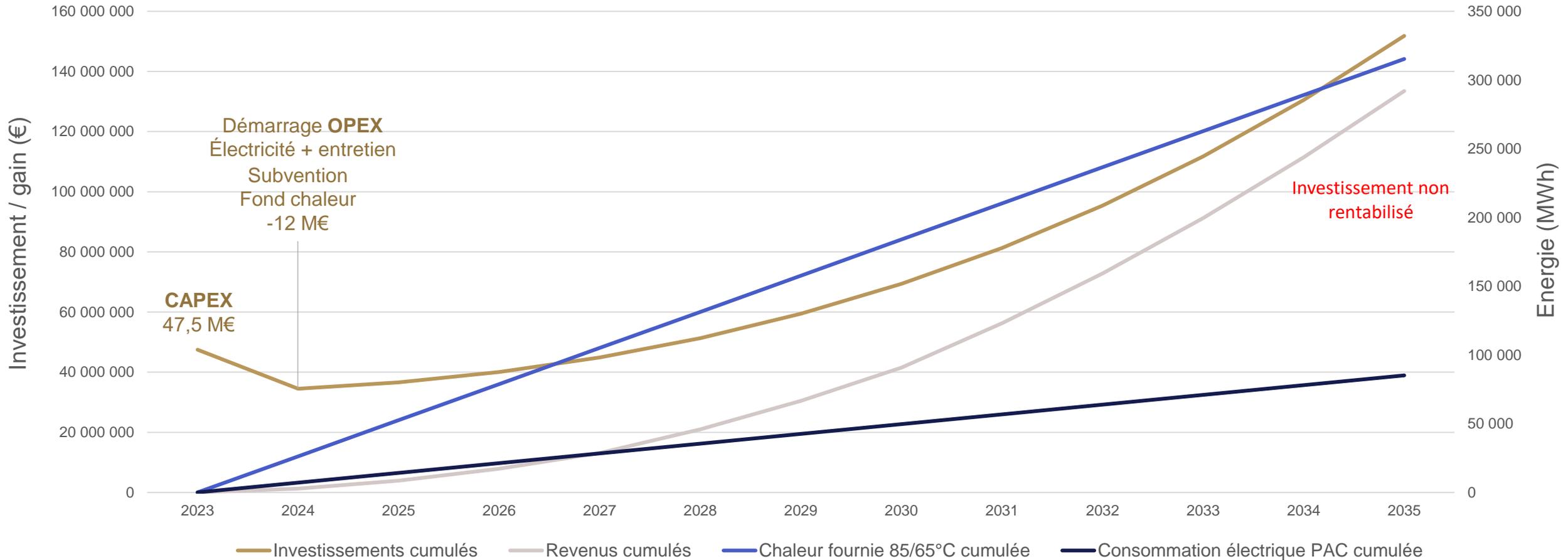
- **Nota : 3 MW est la puissance calorifique maximale fournie par la plupart des tailles de PAC maximale chez les fabricants. En cas d'ajout d'échangeur de récupération de chaleur, il faut aussi prévoir une deuxième PAC.**

Application 1 : récupération de la chaleur du DC12

Tableau d'investissement du projet	
Prestations	Investissement +/-20%
<ul style="list-style-type: none"> • Installation progressive de 10 échangeurs thermiques à plaques • Installation du réseau d'eau de récupération de chaleur 30/18°C • Installation de la PAC eau/eau pour la création d'une eau chaude en régime 85/65°C 	3,5 M€
<ul style="list-style-type: none"> • Création d'une tranchée jusqu'au réseau de chaleur des Ulis (environ 6 km) • Déploiement d'un réseau de chaleur d'une capacité de 3 MW • Installation de sous-stations intermédiaires de gestion du réseau enterré (pression, dilatation, etc.) 	44 M€ (estimation basée sur un coût de tranchée de 6 k€/ml)
<ul style="list-style-type: none"> • Subventions fond chaleur : 30% de l'investissement (calcul du taux précis soumis à étude) 	- 14 M€
<ul style="list-style-type: none"> • Nota : les OPEX (dépenses d'exploitation) sont intégrées annuellement dans l'investissement (entretien, maintenance, électricité) – voir slide suivante 	

- **Investissement total : 33,5 M€**
- Hypothèses d'évolution tarification de l'énergie :
 - Evolution du tarif de l'électricité : entre **120 €/MWh** en 2023 et **240 €/MWh** en 2035
 - Evolution du tarif de revente de la chaleur : entre **35 €/MWh** en 2023 et **70 €/MWh** en 2035

Application 1 : récupération de la chaleur du DC12



- ROI pour l'investissement d'une installation de récupération des calories sur l'eau > 15 ans
- Le coefficient de rendement de la PAC est trop bas : l'énergie électrique à fournir et son coût d'achat exponentiel nécessite un déploiement plus massif de cette technique pour générer des revenus.

— Application 2 : récupération de la chaleur des DC12 et DC14

- Pour augmenter la récupération de chaleur via cette technique, étudions le potentiel de 2 data center adaptés : **DC12 et DC14**

- Comme le DC12, le data center DC14 présente un potentiel important de récupération de chaleur :
 - Consommation IT élevée et stable → **4,2 MW IT de puissance souscrite, nous prenons une hypothèse de taux de charge de 75%**
 - Granulométrie des équipements de production frigorifique importante. → **20 GF de 255 kW froid**
 - Elle permet l'intégration progressive des installations techniques de récupération sans impacter la capacité globale, puisque seulement un élément de capacité de la redondance fait l'objet de travaux.

- ➔ Nous proposons de déployer progressivement 10 échangeurs à plaques eau/eau pour puiser les calories (technique 01)
 - Puissance récupérable par sous-station de groupe frigorifique : **255 kW en régime d'eau 30/18°C**
 - Puissance totale récupérable sur le DC14 : **2550 kW**
 - Puissance chaude délivrable par la PAC de relevage de température : environ **3 MW pour le DC14**

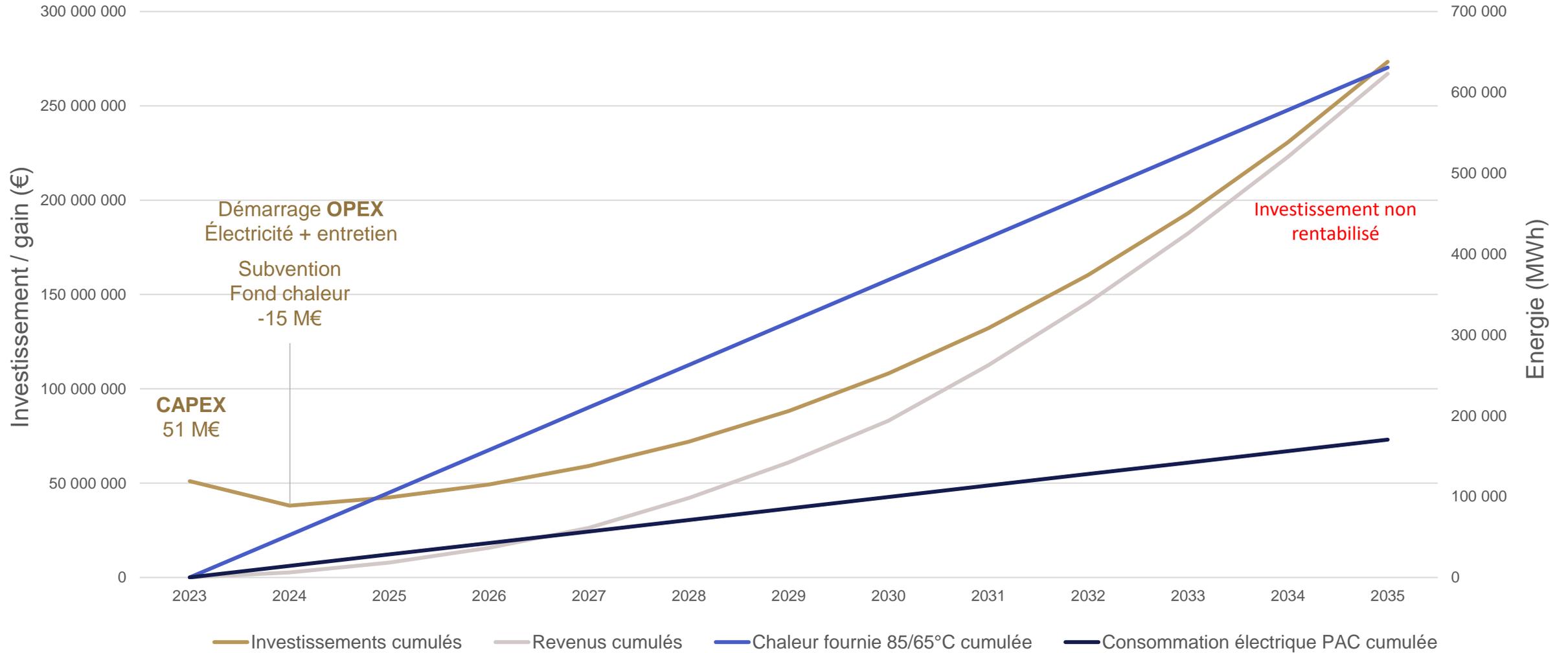
- **Donc les DC12 et DC14 présentent chacun la possibilité de fournir 2x3 MW de chaleur en régime 85/65°C, soit 6 MW.**

— Application 2 : récupération de la chaleur des DC12 et DC14

Tableau d'investissement du projet	
Prestations	Investissement +/-20%
<ul style="list-style-type: none"> • Installation progressive de 10 échangeurs thermiques à plaques sur DC12 et 10 échangeurs à plaques sur DC14 • Installation du réseau d'eau de récupération de chaleur 30/18°C sur chaque DC • Installation de 2 PAC eau/eau pour la création d'une eau chaude en régime 85/65°C 	7 M€
<ul style="list-style-type: none"> • Création d'une tranchée jusqu'au réseau de chaleur des Ulis (environ 6 km) • Déploiement d'un réseau de chaleur d'une capacité de 6 MW • Installation de sous-stations intermédiaires de gestion du réseau enterré (pression, dilatation, etc.) 	44 M€ (estimation basée sur un coût de tranchée de 6 k€/ml)
<ul style="list-style-type: none"> • Subventions fond chaleur : 30% de l'investissement (calcul du taux précis soumis à étude) 	- 15 M€
<ul style="list-style-type: none"> • Nota : les OPEX (dépenses d'exploitation) sont intégrées annuellement dans l'investissement (entretien, maintenance, électricité) – voir slide suivante 	

- **Investissement total : 36 M€**
- Hypothèses d'évolution tarification de l'énergie :
 - Evolution du tarif de l'électricité : entre **120 €/MWh** en 2023 et **240 €/MWh** en 2035
 - Evolution du tarif de revente de la chaleur : entre **35 €/MWh** en 2023 et **70 €/MWh** en 2035

Application 2 : récupération de la chaleur des DC12 et DC14



- ROI pour l’investissement de 2 installations de récupération des calories sur l’eau (1 sur DC12 et 1 sur DC14) estimée à 10 ans.
- La technique 1, défavorisée par rapport au rendement de la PAC (COP), nécessite un déploiement massif des installations pour générer des revenus.

— Conclusions du déploiement de la technique 1

☐ Points positifs :

- La dégradation du PUE du data center concerné est négligeable (les pompes hydrauliques vont devoir combler les pertes de charge liées aux échangeurs à plaques).
- Les travaux de mise en œuvre sont relativement légers pour les DC : l'emprise au sol des échangeurs à plaques est réduite (2 m²).

☐ Points négatifs :

- L'investissement financier et l'empreinte carbone de l'ensemble des équipements à mettre en œuvre sont très importants.
- Le COP de la PAC est très moyen compte tenu de l'écart important des régimes d'eau côté évaporateur (18/30°C) et condenseur (85/65°C).
- Beaucoup de rigueur à apporter à l'exécution des travaux de calorifuge des tuyauteries, au risque d'avoir des pertes thermiques liées à la longueur du réseau qui viendront affecter la performance du système (COP)
 - Possiblement jusqu'à 2% de consommation électrique supplémentaire.



– 07

Déploiement de la technique 2

- Application 3 : récupération de chaleur du DCo1
- Application 4 : extrapolation aux DC adaptés (DCo1, 02, 03, 04)

— Application 3 : récupération de la chaleur du DC01

- Le data center DC01 présente un potentiel important de récupération de chaleur :
 - Consommation IT stable
 - Absence de système de free-cooling direct.
 - 4 groupes frigorifiques datent de 2007 (GF01 / GF03 / GF04 / GF06) : remplacement à prévoir d'ici 2027.

- ➔ Nous proposons de les remplacer par 4 nouveaux groupes dotés d'un module de récupération de chaleur au condenseur (technique 2)
 - Puissance frigorifique unitaire : 850 kW
 - Puissance chaude nominale récupérable au condenseur : environ 1 MW
 - Puissance chaude délivrable par la PAC de relevage de température : environ 1,1 MW par GF soit **4,4 MW**
 - Rappel : la puissance IT consommée par le DC01 est de **1,8 MW**

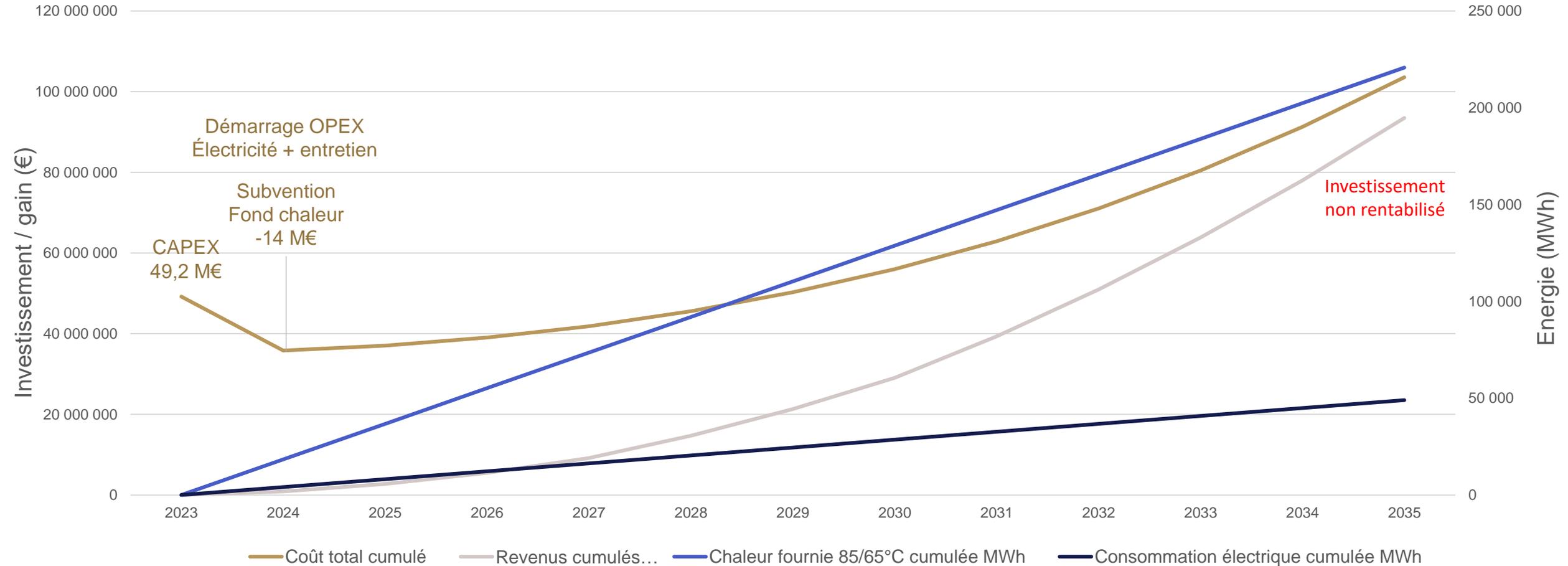
- L'architecture CVC du DC01 permet un remplacement progressif des groupes frigorifiques sans impacter la production informatique.

— Application 3 : récupération de la chaleur du DCo1

Tableau d'investissement du projet	
Prestations	Investissement +/-20%
<ul style="list-style-type: none"> Remplacement des GF 01, 03, 04 et 06 avec des GF équipés d'un module de récupération de chaleur Installation du réseau de récupération de chaleur des condenseurs des GF Installation de la PAC eau/eau pour la création d'une eau chaude en régime 85/65°C 	5,2 M€
<ul style="list-style-type: none"> Création d'une tranchée jusqu'au réseau de chaleur des Ulis (environ 6 km) Déploiement d'un réseau de chaleur d'une capacité de 2 MW Installation de sous-stations intermédiaires de gestion du réseau enterré (pression, dilatation, etc.) 	44 M€ (estimation basée sur un coût de tranchée de 6 k€/ml)
<ul style="list-style-type: none"> Subventions fond chaleur : 30% de l'investissement (calcul du taux précis soumis à étude) 	- 14 M€

- **Investissement total : 35,2 M€**
- Hypothèses d'évolution tarification de l'énergie :
 - Evolution du tarif de l'électricité : entre **120 €/MWh** en 2023 et **240 €/MWh** en 2035
 - Evolution du tarif de revente de la chaleur : entre **35 €/MWh** en 2023 et **70 €/MWh** en 2035

Application 3 : récupération de la chaleur du DCo1



- ROI pour 4 GF sur DC01 basé sur les hypothèses de coût d'installation et de tarification de l'énergie estimé à 11 ans
- Attention : les coûts n'intègrent pas la baisse de rendement des GF liée au kit de récupération de chaleur
 - Estimation EER GF en hiver avec HP flottante : 7
 - Estimation EER GF en hiver avec kit de récupération : 3

— Application 4 : extrapolation aux DC adaptés

- Les data center DC01, 02, 03, 04 présente un potentiel important de récupération de chaleur :
 - Consommation IT stable
 - Absence de système de free-cooling direct.
 - Les DC et donc le matériel frigorifique sont antérieurs à 2010 : leur remplacement à prévoir d'ici 2030.

- ➔ Nous proposons de remplacer les groupes frigorifiques vieillissants par des nouvelles unités dotées d'un module de récupération de chaleur au condenseur :
 - Puissance chaude délivrable à terme par la PAC de relevage de température : environ **10 MW**

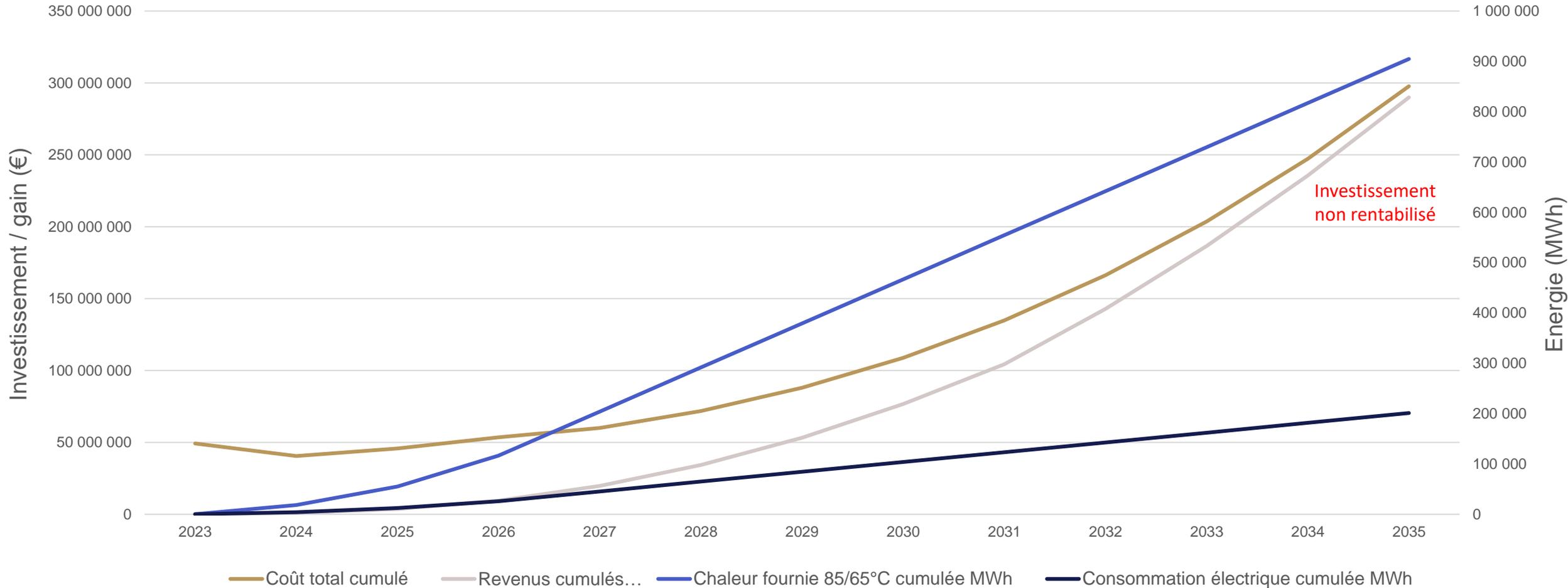
- L'architecture CVC des DC permet un remplacement progressif des groupes frigorifiques sans impacter la production informatique.
- Le remplacement des GF est étalé sur 4 ans :
 - DC01 en 2023
 - DC01 en 2024
 - DC03 en 2025
 - DC04 en 2026

Application 4 : extrapolation aux DC adaptés

Tableau d'investissement du projet	
Prestations 2023	Investissement +/- 20%
<ul style="list-style-type: none"> Remplacement de 4 GF du DC01 par des GF équipés d'un module de récupération de chaleur Installation du réseau de récupération de chaleur des condenseurs des GF Installation de la PAC eau/eau pour la création d'une eau chaude en régime 85/65°C 	5,2 M€
<ul style="list-style-type: none"> Création d'une tranchée jusqu'au réseau de chaleur des Ulis (environ 6 km) Déploiement d'un réseau de chaleur d'une capacité de 2 MW Installation de sous-stations intermédiaires de gestion du réseau enterré (pression, dilatation, etc.) 	44 M€ (estimation basée sur un coût de tranchée de 6 k€/ml)
<ul style="list-style-type: none"> Subventions fond chaleur : 30% de l'investissement (calcul du taux précis soumis à étude) 	- 14 M€

Tableau d'investissement du projet	
Prestations 2024, 2025, 2026	Investissement +/- 20%
<ul style="list-style-type: none"> Remplacement de 4 GF des DC02,03,04 par des GF équipés d'un module de récupération de chaleur Installation de 2 nouvelles PAC eau/eau pour permettre de fournir 10 MW de chaleur Installation du réseau de récupération de chaleur des condenseurs des GF 	4,6 M€ / DC 1 DC/an
<ul style="list-style-type: none"> Subventions fond chaleur : 30% de l'investissement (calcul du taux précis soumis à étude) 	- 1,2 M€ / DC 1 DC/an

Application 4 : extrapolation aux DC adaptés



- ROI basé sur les hypothèses de coût d'installation et de tarification de l'énergie > 15 ans
- Attention : les coûts n'intègrent pas la baisse de rendement des GF liée au kit de récupération de chaleur
 - EER GF en hiver avec HP flottante : 7
 - EER GF en hiver avec kit de récupération : 3

— Conclusions du déploiement de la technique 2

❑ Points positifs :

- La récupération de chaleur au condenseur permet de générer un régime d'eau exploitable par les opérateurs de réseaux urbains via une PAC à très bon rendement.
- Les data centers sont techniquement bien adaptés : leur design actuel ne favorise pas le free-cooling

❑ Points négatifs :

- Dégradation des performances des GF et donc du PUE du data center
- L'investissement financier et l'empreinte carbone de l'ensemble des équipements à mettre en œuvre sont très importants.
- Beaucoup de rigueur à apporter à l'exécution des travaux de calorifuge des tuyauteries, au risque d'avoir des pertes thermiques liées à la longueur du réseau qui viendront affecter la performance du système (COP)
 - Possiblement jusqu'à 2% de consommation électrique supplémentaire.
- La conjoncture se développe vers :
 - Des serveurs fonctionnant à plus haute température,
 - Des besoins de chaleur tiers qui diminuent (renforcement de l'isolation thermique des bâtiments, sobriété énergétique)
 - L'usage très limité des GF et le non-sens de les faire fonctionner uniquement pour produire de la chaleur en parallèle d'une évolution exponentielle du tarif de l'électricité.
- Il serait favorable d'investir dans la modernisation des DC fonctionnant en 6/12°C pour maximiser le free-chilling.



— 08
Conclusion

Conclusions

L'étude démontre la capacité à récupérer une quantité de chaleur fatale significative sur le campus de Datacenters de DATA4.

Néanmoins un certains nombres de points questionnent sur la pertinence de ces solutions :

- La charge IT client peut varier du tout au tout du jour au lendemain (changement de stratégie client hébergé, etc.) ne garantissant plus la présence suffisante de chaleur et ajoutant de grosses difficultés à contractualiser avec un gestionnaire de réseau de chaleur.
- La densité de demande de chaleur autour du campus de Data Centers est très faible compte tenu du type de construction aux alentours (Pavillon résidentiel principalement)
- L'investissement financier est très important sachant que DATA4 n'est pas exploitant de réseau de chaleur. Dans cette étude l'approche a été réalisée de façon globale sans distinguer les investissements à réaliser par DATA4 ou par des Tiers.
- L'empreinte carbone est significative : les quantités d'acier, de béton et d'eau liée à la fabrication des équipements et réseaux sont très importants.
- La technique n°02 oblige à dégrader les performances des groupes froids pour produire en continu de la chaleur, ce qui va dégrader le PUE des datacenters considérés ainsi que la compétitivité du prix de chaleur.
- La complexité du montage du projet compte tenu du nombre de parties prenantes; tant du point de vue technique que du point de vue administratif.
- La conjoncture se développe vers :
 - Des serveurs fonctionnant à plus haute température, se dégradera le rendement des pompes à chaleurs installées sauf à en changer,
 - Des besoins de chaleur tiers qui diminuent (renforcement de l'isolation thermique des bâtiments, sobriété énergétique),

Sans la présence d'un besoin énergétique constant (ex. piscine, bâtiments résidentiels collectifs, etc.) à proximité, il ne semble pas pertinent d'investir dans ces installations de récupérations de chaleur mais plutôt d'optimiser encore plus le PUE des Datacenters en s'appuyant sur des solutions type free-chilling.



– 09
Bibliographie

___ Autres études réalisées par DATA4

- ❑ Etude de pré faisabilité du développement d'un réseau de chaleur à partir de la récupération de chaleur fatale du datacenter DATA4 DUAL BUILDING MARCOUSSIS. Etude du 20 janvier 2022 réalisée par BLUE PEARL ENERGY
- ❑ Projet de récupération de chaleur des bâtiments DC01 et DC02. Etude réalisée par Engie Axima en 2017



– 10

Annexes

- Détail des données techniques par data center et par année (2023 à 2026) – technique 1
- Détail des données techniques par data center et par année (2023 à 2026) – technique 2

Puissance nominale théorique délivrable 85/65°C en 2023

Technique 1 : récupération de chaleur sur l'eau – détail par data center

Analyse des données par DC sur 2023							
Bâtiment	Fluide	Régime d'eau (°C)	P IT souscrite (MW)	P IT taux de remplissage 75% (MW)	Puissance récupérable en 30/18°C (MW)	Puissance élevée en régime 85/65°C (MW)	Consommation électrique (MW) COP 3,7
DC11	EG + 25% gly	18/30°C	4,20	3,15	3,15	3,47	0,94
DC12	EG + 25% gly	18/30°C	4,80	3,60	3,60	3,96	1,07
DC14	EG + 25% gly	18/30°C	4,20	3,15	3,15	3,47	0,94
DC15	EG + 25% gly	18/30°C	4,20	3,15	3,15	3,47	0,94
DC16	EG + 25% gly	18/30°C	3,12	2,34	2,34	2,57	0,70
DC17	EG + 25% gly	18/30°C	5,40	4,05	4,05	4,46	1,20
DC18	EG + 25% gly	18/30°C	4,50	3,38	3,38	3,71	1,00
DC19	EG + 25% gly	18/30°C	2,03	1,52	1,52	1,67	0,45
DC20	EG + 25% gly	18/30°C	0	0,00	0,00	0,00	0,00
DC21	EG + 25% gly	18/30°C	0	0,00	0,00	0,00	0,00
DC22	EG + 25% gly	18/30°C	0	0,00	0,00	0,00	0,00
DC23	EG + 25% gly	18/30°C	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Puissances totales			32,4 MW		34,7 MW	26,8 MW	7,2 MW
Energie délivrable et électricité consommée sur un an						234 GWh	64 GWh

Confidentiel

Puissance nominale théorique délivrable 85/65°C en 2024

Technique 1 : récupération de chaleur sur l'eau – détail par data center

Analyse des données par DC sur 2024							
Bâtiment	Fluide	Régime d'eau (°C)	P IT (MW)	P IT taux de remplissage 75% (MW)	Puissance récupérable en 30/18°C (MW)	Puissance élevée en régime 85/65°C (MW)	Consommation électrique (MW) COP 3,7
DC11	EG + 25% gly	18/30°C	4,20	3,15	3,15	3,47	0,94
DC12	EG + 25% gly	18/30°C	4,80	3,60	3,60	3,96	1,07
DC14	EG + 25% gly	18/30°C	4,20	3,15	3,15	3,47	0,94
DC15	EG + 25% gly	18/30°C	4,92	3,69	3,69	4,06	1,10
DC16	EG + 25% gly	18/30°C	4,20	3,15	3,15	3,47	0,94
DC17	EG + 25% gly	18/30°C	6,00	4,50	4,50	4,95	1,34
DC18	EG + 25% gly	18/30°C	10,50	7,88	7,88	8,66	2,34
DC19	EG + 25% gly	18/30°C	6,00	4,50	4,50	4,95	1,34
DC20	EG + 25% gly	18/30°C	5,43	4,07	4,07	4,48	1,21
DC21	EG + 25% gly	18/30°C	0	0,00	0,00	0,00	0,00
DC22	EG + 25% gly	18/30°C	0	0,00	0,00	0,00	0,00
DC23	EG + 25% gly	18/30°C	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Puissances totales			50,2 MW	37,7 MW	37,7 MW	41,5 MW	11,2 MW
Energie délivrable et électricité consommée sur un an						363 GWh	98 GWh

Confidentiel

Puissance nominale théorique délivrable 85/65°C en 2025

Technique 1 : récupération de chaleur sur l'eau – détail par data center

Analyse des données par DC sur 2025							
Bâtiment	Fluide	Régime d'eau (°C)	P IT (MW)	P IT taux de remplissage 75% (MW)	Puissance récupérable en 30/18°C (MW)	Puissance élevée en régime 85/65°C (MW)	Consommation électrique (MW) COP 3,7
DC11	EG + 25% gly	18/30°C	4,20	3,15	3,15	3,47	0,94
DC12	EG + 25% gly	18/30°C	4,80	3,60	3,60	3,96	1,07
DC14	EG + 25% gly	18/30°C	4,20	3,15	3,15	3,47	0,94
DC15	EG + 25% gly	18/30°C	4,92	3,69	3,69	4,06	1,10
DC16	EG + 25% gly	18/30°C	4,20	3,15	3,15	3,47	0,94
DC17	EG + 25% gly	18/30°C	6,00	4,50	4,50	4,95	1,34
DC18	EG + 25% gly	18/30°C	10,50	7,88	7,88	8,66	2,34
DC19	EG + 25% gly	18/30°C	6,00	4,50	4,50	4,95	1,34
DC20	EG + 25% gly	18/30°C	10,08	7,56	7,56	8,32	2,25
DC21	EG + 25% gly	18/30°C	7,75	5,81	5,81	6,39	1,73
DC22	EG + 25% gly	18/30°C	0	0,00	0,00	0,00	0,00
DC23	EG + 25% gly	18/30°C	6,20	4,65	4,65	5,12	1,38
Puissances totales			68,9 MW	51,6 MW	51,6 MW	56,8 MW	15,4 MW
Energie délivrable et électricité consommée sur un an						496 GWh	135 GWh

Confidentiel

Puissance nominale théorique délivrable 85/65°C en 2026

Technique 1 : récupération de chaleur sur l'eau – détail par data center

Analyse des données par DC sur 2026							
Bâtiment	Fluide	Régime d'eau (°C)	P IT (MW)	P IT taux de remplissage 75% (MW)	Puissance récupérable en 30/18°C (MW)	Puissance élevée en régime 85/65°C (MW)	Consommation électrique (MW) COP 3,7
DC11	EG + 25% gly	18/30°C	4,20	3,15	3,15	3,47	0,94
DC12	EG + 25% gly	18/30°C	4,80	3,60	3,60	3,96	1,07
DC14	EG + 25% gly	18/30°C	4,20	3,15	3,15	3,47	0,94
DC15	EG + 25% gly	18/30°C	4,92	3,69	3,69	4,06	1,10
DC16	EG + 25% gly	18/30°C	4,20	3,15	3,15	3,47	0,94
DC17	EG + 25% gly	18/30°C	6,00	4,50	4,50	4,95	1,34
DC18	EG + 25% gly	18/30°C	10,50	7,88	7,88	8,66	2,34
DC19	EG + 25% gly	18/30°C	6,00	4,50	4,50	4,95	1,34
DC20	EG + 25% gly	18/30°C	10,08	7,56	7,56	8,32	2,25
DC21	EG + 25% gly	18/30°C	12,40	9,30	9,30	10,23	2,76
DC22	EG + 25% gly	18/30°C	0	0,00	0,00	0,00	0,00
DC23	EG + 25% gly	18/30°C	20,15	15,11	15,11	16,62	4,49
Puissances totales			87,5 MW	65,6 MW	65,6 MW	72,1 MW	19,5 MW
Energie délivrable et électricité consommée sur un an						632 GWh	171 GWh

Confidentiel

Technique 2 : récupération de chaleur sur le fluide frigorigène

Analyse des données par DC sur 2023					
Bâtiment 6/12°C	P IT souscrite (MW)	P IT à 75% de charge (MW)	P récupérable au condenseur (MW)	P redistribuée 85/65°C (MW)	Conso. électrique (MW) COP 4,5
DC01	1,64	1,23	1,35	1,49	0,33
DC02	2,62	1,97	2,16	2,38	0,53
DC03	2,49	1,87	2,05	2,26	0,50
DC04	3,95	2,96	3,26	3,58	0,80
DC07	4,67	3,50	3,85	4,24	0,94
DC08	2,26	1,70	1,86	2,05	0,46
D3	1,19	0,89	0,98	1,08	0,24
P totales	18,8 MW	14,1 MW	15,5 MW	17,1 MW	3,8 MW
E délivrable				150 GWh	33 GWh

Technique 2 : récupération de chaleur sur le fluide frigorigène

Analyse des données par DC sur 2024					
Bâtiment 6/12°C	P IT souscrite (MW)	P IT à 75% de charge (MW)	P récupérable au condenseur (MW)	P redistribuée 85/65°C (MW)	Conso. électrique (MW) COP 4,5
DC01	1,66	1,25	1,37	1,51	0,33
DC02	2,64	1,98	2,18	2,40	0,53
DC03	2,5	1,88	2,06	2,27	0,50
DC04	4,79	3,59	3,95	4,35	0,97
DC07	5,04	3,78	4,16	4,57	1,02
DC08	2,27	1,70	1,87	2,06	0,46
D3	1,21	0,91	1,00	1,10	0,24
P totales	20,1 MW	15,1 MW	16,6 MW	18,3 MW	4,1 MW
E délivrable				160 GWh	36 GWh

Confidentiel

Technique 2 : récupération de chaleur sur le fluide frigorigène

Analyse des données par DC sur 2025					
Bâtiment 6/12°C	P IT souscrite (MW)	P IT à 75% de charge (MW)	P récupérable au condenseur (MW)	P redistribuée 85/65°C (MW)	Conso. électrique (MW) COP 4,5
DC01	1,67	1,25	1,38	1,52	0,34
DC02	2,65	1,99	2,19	2,40	0,53
DC03	2,51	1,88	2,07	2,28	0,51
DC04	4,79	3,59	3,95	4,35	0,97
DC07	5,04	3,78	4,16	4,57	1,02
DC08	2,29	1,72	1,89	2,08	0,46
D3	1,23	0,92	1,01	1,12	0,25
P totales	20,1 MW	15,1 MW	16,6 MW	18,3 MW	4,1 MW
E délivrable				160 GWh	36 GWh

Confidentiel

Technique 2 : récupération de chaleur sur le fluide frigorigène

Analyse des données par DC sur 2026					
Bâtiment 6/12°C	P IT souscrite (MW)	P IT à 75% de charge (MW)	P récupérable au condenseur (MW)	P redistribuée 85/65°C (MW)	Conso. électrique (MW) COP 4,5
DC01	1,68	1,26	1,39	1,52	0,34
DC02	2,67	2,00	2,20	2,42	0,54
DC03	2,52	1,89	2,08	2,29	0,51
DC04	4,79	3,59	3,95	4,35	0,97
DC07	5,04	3,78	4,16	4,57	1,02
DC08	2,30	1,73	1,90	2,09	0,46
D3	1,24	0,93	1,02	1,13	0,25
P totales	20,2 MW	15,2 MW	16,7 MW	18,4 MW	4,1 MW
E délivrable				161 GWh	36 GWh

Confidentiel