



Etude de Faisabilité pour la Valorisation de Chaleur Fatale et l'Optimisation d'une Installation Froid

Version n°2

Le 29/05/2023

Prestation

Schéma directeur énergies

Rapport d'étude de faisabilité chaleur fatale et
optimisation installation froid

Version n°2

Rédigé par :

Aurélien WAGENER

05/2024

Site audité : Plouzané



IFREMER

1625 RTE de Sainte-Anne, 29280 Plouzané

A l'attention de :

Laurent THEPAUT, Responsable sécurité
Environnement

Prestataire

Impulse

ZI Carrières Beurrière

Allée du Lac Bleu

BP 70102

49 243 AVRILLE

Tel : 02 41 69 22 10

Fax : 02 41 34 60 62

Intervenant

Wagener Aurélien

Directeur de projet

Aurelien.wagener@Impulse.green

Mob : +33 6 21 82 67 64

Suivi commercial

Antonin Monné

Responsable technico-commercial Ouest

antonin.monne@impulse.green

Mob : +33 6 79 58 14 36

Introduction : généralités, présentation de Impulse



Historique du site

Consommations d'énergie

- Récapitulatif des consommations d'énergie : Tableau récapitulatif et répartition des budgets énergie, synthèse des données d'entrée

Optimisation de la production d'eau glacée

Refroidissement bat 209 via réseau Eau de Mer

Sources de chaleur fatale identifiés

- Datacenter Datarmor
- Rejet eau de mer du process aquacole
- Production de froid après optimisation
- Production d'air comprimé
- Eau de mer

Analyse des besoins de chaleur par rapport aux sources de chaleur fatale disponibles

Voies d'économies et plan d'actions : tableau de synthèse et préconisations



Informations administratives

Site audité : IFREMER

Adresse : 1625 RTE de Sainte-Anne, 29280 Plouzané

Téléphone : 02 98 22 40 40

Activité de l'établissement : Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles

Organisme d'étude : Impulse

Adresse : 20 rue d'Athènes
75009 PARIS

Téléphone : +33 1 46 20 22 85

Périmètre de l'étude

Sauf mention contraire, l'opération porte sur l'étude de faisabilité pour la valorisation de chaleur fatale et l'optimisation d'une installation froid.

Les collaborateurs interviewés

- Laurent THEPAUT, Responsable sécurité Environnement
- Philippe CHAPELIN, Référent technique et GTC



Méthodologie adoptée

- **Phase 1** : prise de contact préliminaire et recueil des données d'entrée (*consommations énergétiques, mode de fonctionnement des installations, plans, synoptiques...*)
- **Phase 2 (visite sur site)** :
 - Visite et examen visuel macro des installations
 - Analyse des moyens de mesure et des documents analytiques existants (factures, docs techniques...)
 - Entretiens avec les membres des services suivants : Direction technique, maintenance, production, environnement
 - Réalisation de campagne de mesure sur la production de froid et l'air comprimé
- **Phase 3** : Analyse des données et rédaction du rapport d'étude (intégrant un plan d'actions et préconisations)
- **Phase 4** : Restitution des résultats de l'étude

Livrable : Rapport d'étude au format PDF + Excel des calculs/hypothèses réalisés.



Particularité sur la période de visite

- Date d'intervention sur site : le 11/12/2023 et le 13/02/2024

Notre implantation

Direction



Jérôme VINCENT
Directeur général délégué
06 76 84 45 21
jerome.vincent@impulse.green



Franck RIVIÈRE
Directeur Région Ouest
06 22 85 52 18
franck.riviere@impulse.green



Cyrille MERCIER
Directeur Région Est
06 27 81 60 12
cyrille.mercier@impulse.green



Cyril HEROULT
Directeur Commercial
06 58 13 51 41
Cyril.heroult@impulse.green



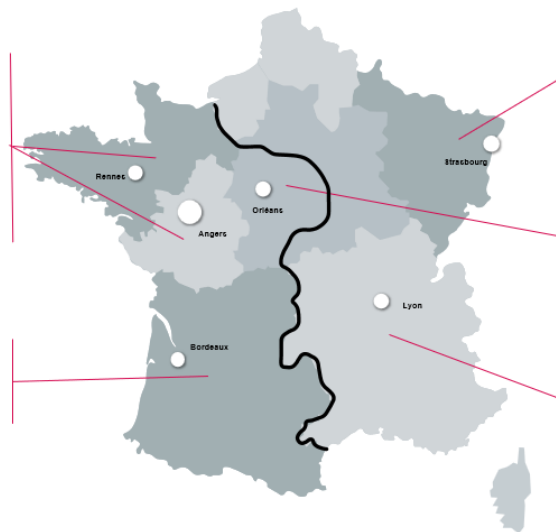
Nicolas NEAU – Resp. d'agence
Avrillé (Nord-Ouest)
Nicolas.neau@impulse.green
T. +33 (0)6 78 43 16 67



Antonin MONNÉ – Resp. Commercial
antonin.monne@impulse.green
T. +33 (0)6 79 58 14 36



Benoît ROMAIN – Resp. d'agence
(Sud-Ouest)
benoit.romain@impulse.green
T. +33 (0)6 60 34 05 55



Thomas CLAYEUX – Resp. d'agence (Nord-Est)
thomas.clayeux@impulse.green
T. +33 (0)6 60 34 06 03



Philippe BODIN – Resp. Commercial
philippe.bodin@impulse.green
T. +33 (0)7 50 14 20 99



Amélie DAHAN – Resp. d'agence (Centre)
amelie.dahan@impulse.green
T. +33 (0)6 19 13 03 97



François LAFAY – Resp. Commerciale
Francois.lafay@impulse.green
T. +33 (0)6 47 39 26 12

impulse⁺
groupe E'nergys

Plus de **30** ans d'expertise dans la performance énergétique et l'optimisation du cycle de l'eau | **130** collaborateurs | **12** M€ de CA | **7** agences en France | Présence dans plus de **35** pays |



Notre savoir-faire



Votre performance clé en main et garantie !

SENSIBILISATION

- Plan de l'énergie
- PREFETS
- Energy Manager
- Accompagnement au SMO (EU SMOE)
- L'AP : valeur de la clé de la performance énergétique (L'Expert)

STRATÉGIE

- Audit énergétique
- Schéma directeur
- Expertise, diagnostic
- Instrumentation

ENGAGEMENT

- Ingénierie
- Clé en main
- Contrat de performance énergétique
- Assurance et conseil à l'exploitation
- Travaux et gestion des subventions



Valorisez vos déchets et vos eaux usées et devenez producteur d'énergie !

BÉNÉFICES

- Valorisation d'un gaz à effet de serre à fort impact : CH₄
- Suppression d'un déchet au profit de la production d'un digestat valorisable
- Production d'énergie supérieure à l'incinération
- Traitement des déchets organiques

Et pour les STEP industrielles :

- Concentration en DCO de 100 à 200 mg/l
- Volume de boues divisé par 6 au minimum

VOTRE PROJET CLÉ EN MAIN

- Plan d'analyse de méthanisation
- Travaux de base
- Baie prise de méthanisation
- Travaux de mise de traitement de digestat
- Multiples d'échelle et ingénierie globale
- Assistance à l'exploitation
- Clé en main



ÉNERGIES



EAU



BIOGAZ



EMS



Votre performance clé en main et garantie !

SENSIBILISATION

- Assistance à l'exploitation
- Fonctionnalités
- Aide en conformité ISO
- Génération de données automatisées
- Suivi des consommations à distance avec BUREAU

STRATÉGIE

- Audit et cartographie des consommations
- Schéma directeur
- Expertise, diagnostic
- Instrumentation
- Étude de faisabilité en 3D

ENGAGEMENT

- Ingénierie
- Clé en main
- Contrat de performance
- Assurance et conseil à l'exploitation
- Travaux et gestion des subventions



Le pilotage en temps réel de votre performance !

FONCTIONNALITÉS CLÉS

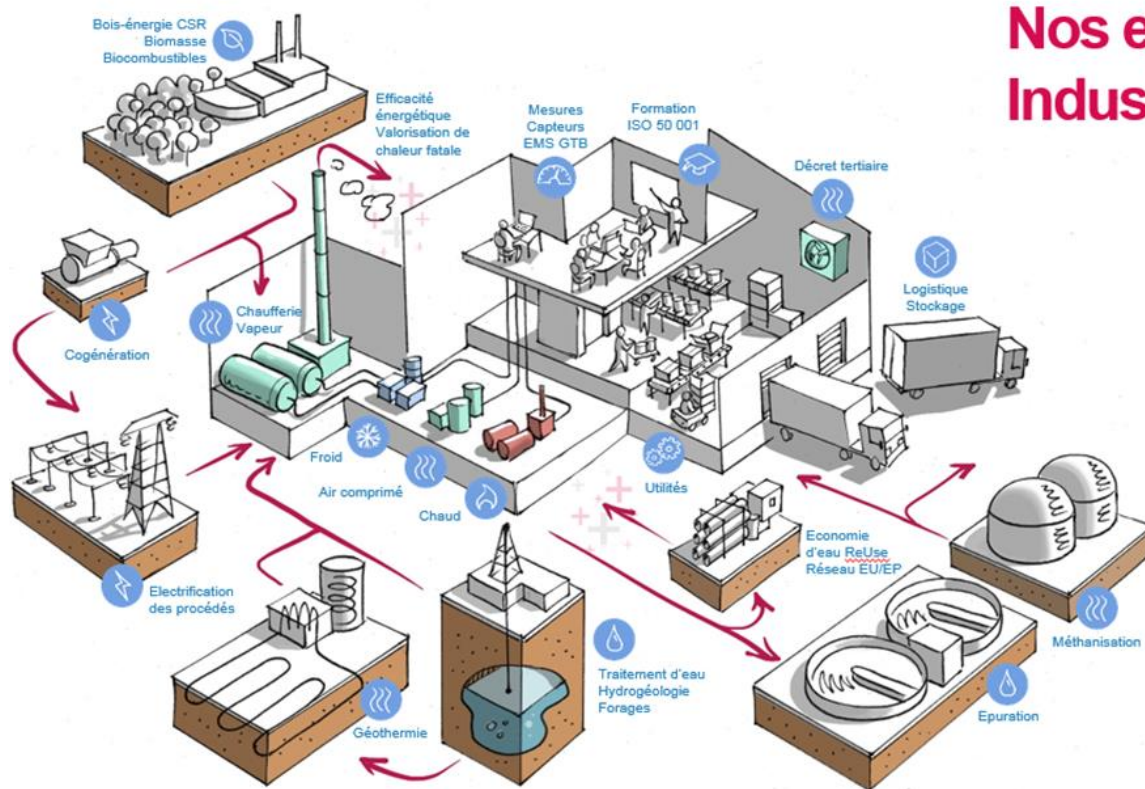
- Suivi en temps réel des données, des eaux et des usages industriels
- Châssis : eau chaude, vapeur saturée, huiles thermiques, eau sans soufre, air, chaudière...
- Écran : eau chaude, eau glycolée, diacétate directe, distillation...
- Tableau de bord : air comprimé, vide...
- Process énergétique : tour de séchage, tunnels de refroidissement, déshydratation, séchage...
- Aide à la maintenance (prédictions, alarmes)

ATOUTS

- Collecte des données
- Système ouvert et évolutif
- Analyses approfondies, multi-entrées
- Bonne intégration et sur de longues périodes
- Équipement simplifié pour les industriels
- Facilité de pilotage de la performance



Notre savoir-faire



**Nos expertises,
Industrie**

Introduction : généralités, présentation de Impulse

Historique du site



Consommations d'énergie

- Récapitulatif des consommations d'énergie : Tableau récapitulatif et répartition des budgets énergie, synthèse des données d'entrée

Optimisation de la production d'eau glacée

Refroidissement bat 209 via réseau Eau de Mer

Sources de chaleur fatale identifiés

- Datacenter Datarmor
- Rejet eau de mer du process aquacole
- Production de froid après optimisation
- Production d'air comprimé
- Eau de mer

Analyse des besoins de chaleur par rapport aux sources de chaleur fatale disponibles

Voies d'économies et plan d'actions : tableau de synthèse et préconisations

Historique du site

- Le site IFREMER de Plouzané est en réflexion sur son projet nommé Sea Campus qui vise à revoir l'implantation de plusieurs bâtiments du campus tel que le bâtiment 218 qui est le plus consommateur en énergie (électrique et gaz). Par ailleurs, depuis peu le site d'IFREMER est raccordé au réseau de chaleur de la ville de Brest exploité par ENGIE. Ce réseau de chaleur ne fonctionne qu'en hiver et le combustible principal est pour le moment du gaz naturel avec une forte volonté d'un passage en biomasse.
- Le site dispose d'un datacenter qui possède également un projet de modification dans le but de séparer dans des salles différentes le calculateur des serveurs de la salle informatique. Pour finir, le site de Plouzané possède un logiciel de GTC (ENGIE) qui poursuit son déploiement afin d'intégrer les différentes données des équipements de production d'énergie tel que les compresseurs d'air, les équipements de production de froid, de chaud et de ventilation.



Introduction : généralités, présentation de Impulse

Historique du site

Consommations d'énergie



- Récapitulatif des consommations d'énergie : Tableau récapitulatif et répartition des budgets énergie, synthèse des données d'entrée

Optimisation de la production d'eau glacée

Refroidissement bat 209 via réseau Eau de Mer

Sources de chaleur fatale identifiés

- Datacenter Datarmor
- Rejet eau de mer du process aquacole
- Production de froid après optimisation
- Production d'air comprimé
- Eau de mer

Analyse des besoins de chaleur par rapport aux sources de chaleur fatale disponibles

Voies d'économies et plan d'actions : tableau de synthèse et préconisations



Récapitulatif des consommations d'énergie



Tableau récapitulatif et répartition des budgets énergie

A la suite des informations de facturation que vous avez pu nous transmettre voici le bilan de vos factures énergétique sur l'année 2023 :

janv-23 à déc-23	Unités	Consommations annuelles période	Factures annuelles période HTVA	Prix moyens période HTVA	Factures projetées/référence s calculs annuelles	Prix Moyen projeté/référence calculs HTVA	Emission CO2	
Electricité	MWh	8 464 MWh	2 421 k€	286,10 €/MWh	2 421 k€	286,10 €/MWh	57 kg/MWh	480 tCO2
Gaz	MWh PCS	4 248 MWh PCS/an	449 k€	105,70 €/MWh PCS	449 k€	105,70 €/MWh PCS	205 kg/MWh PCS	870 tCO2
	MWh PCI	3 827 MWh PCI/an						
Réseau de chaleur	MWh	725 MWh/an	75 k€	103,87 €/MWh PCS	75 k€	103,87 €/MWh PCS	205 kg/MWh PCS	148 tCO2
TOTAL - Energie	MWh	13 015 MWh	2 946 k€		2 946 k€		1 498 tCO2	

Note : Raccordement et mise en route du réseau de chaleur BREST Métropole fin 2023.

➤ Les tarifs d'énergies pour l'année de 2023 seront utilisés pour le calcul des économies d'énergie.

Introduction : généralités, présentation de Impulse

Historique du site

Consommations d'énergie

- Récapitulatif des consommations d'énergie : Tableau récapitulatif et répartition des budgets énergie, synthèse des données d'entrée

Optimisation de la production d'eau glacée



Refroidissement bat 209 via réseau Eau de Mer

Sources de chaleur fatale identifiés

- Datacenter Datarmor
- Rejet eau de mer du process aquacole
- Production de froid après optimisation
- Production d'air comprimé
- Eau de mer

Analyse des besoins de chaleur par rapport aux sources de chaleur fatale disponibles

Voies d'économies et plan d'actions : tableau de synthèse et préconisations



Description & Recommandations

- **Production d'eau glacée :**

- Le site possède différents postes consommateurs en froid, le réseau d'eau glacée s'étend sur 4 kilomètres aller-retour en DN 200 dont le régime de température est dimensionné pour du 8/12°C. La production d'eau glacée est assurée par 2 groupes froid McQuay datant de 2010 et 3 Aéro-refroidisseur permettent d'évacuer les calories des groupes froid sur l'air extérieur.
- Les différents postes consommateur d'eau glacée sont les suivants :
 - Le compresseur d'air comprimé
 - Les salles blanches process pour le maintien en température de l'ambiance (20°C)
 - Le refroidissement des machines via une cuve en maintien à 16,5 °C
 - Datacenter « Datarmor » (secours + appoint l'été quand l'Aéro-refroidisseur ne permet pas d'atteindre la consigne)
 - Salle informatique du siège (PRA)
 - Les déperditions du réseau d'eau glacée



Description des équipements

Compresseurs		N°1	N°2
Marque		McQuay	McQuay
Modèle / Type		C133261014	C133261014
Année		2010	2010
Puissance électrique		≈ 200 kW	≈ 200 kW
Puissance frigorifique		≈ 680 kW	≈ 680 kW
Temps de fonctionnement		?	?
Technologie		Vis	Vis
Variation de vitesse		NON	NON
Fluide		R134a	R134a
Régime de fonctionnement relevé	HP	7,4 bars - 33 °C	
	BP	2,4 bars - 4,3°C	
Température extérieure		8,7 °C	8,7 °C
Température besoin		8 °C	8 °C

Condenseurs		Commun		
Marque		DRY 1	DRY 2	DRY 3
Modèle / Type		Carrier	?	?
Année		2020	?	?
Technologie		Aéro-refroidisseur	Aéro-refroidisseur	Aéro-refroidisseur
Puissance électrique		32,8 kW	?	?
Variation de vitesse		NON	NON	NON
Régulation		≈ 30 °C	≈ 35 °C	≈ 26,8 °C
Récupération de chaleur		NON	NON	NON

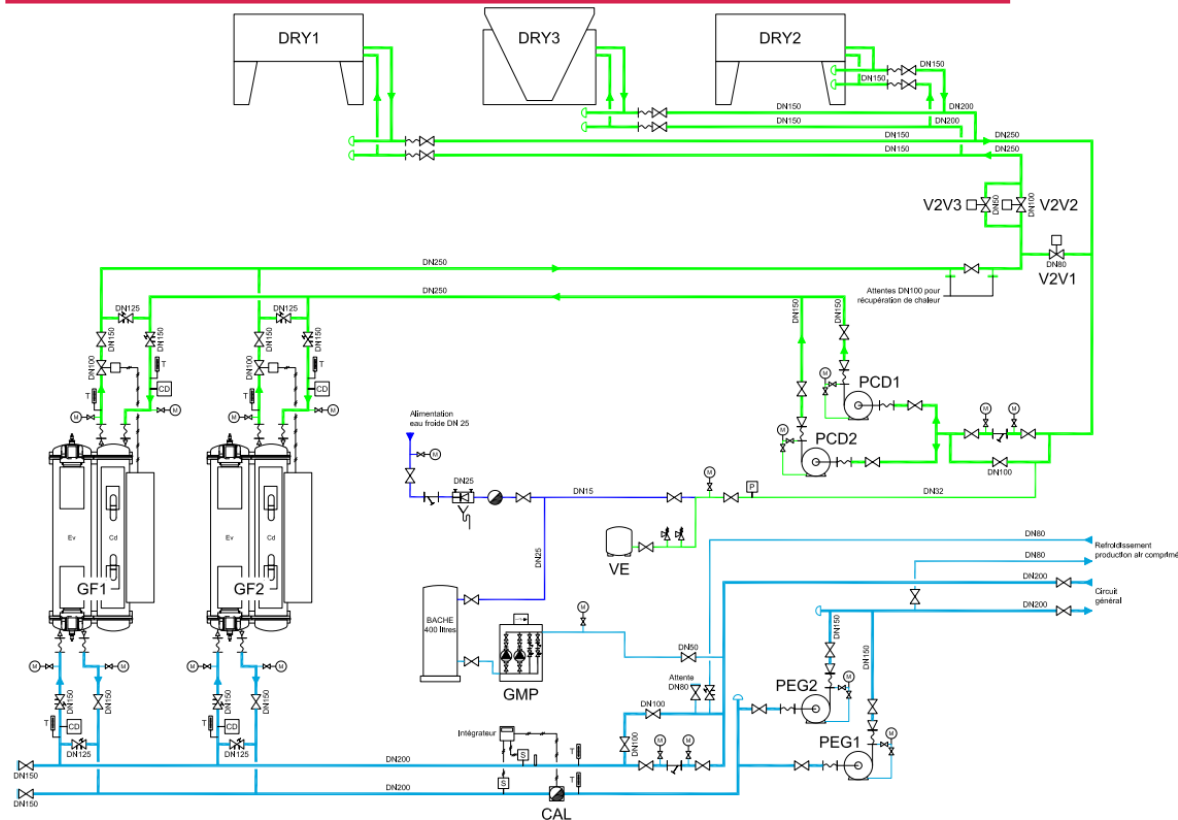
Instrumentations			
Electricité	OUI	OUI	OUI
Débit EG	OUI	OUI	OUI
Température A/R	OUI	OUI	OUI

Autre	La sonde de température départ d'EG semble HS.		
-------	--	--	--








Schéma de l'installation de production de froid



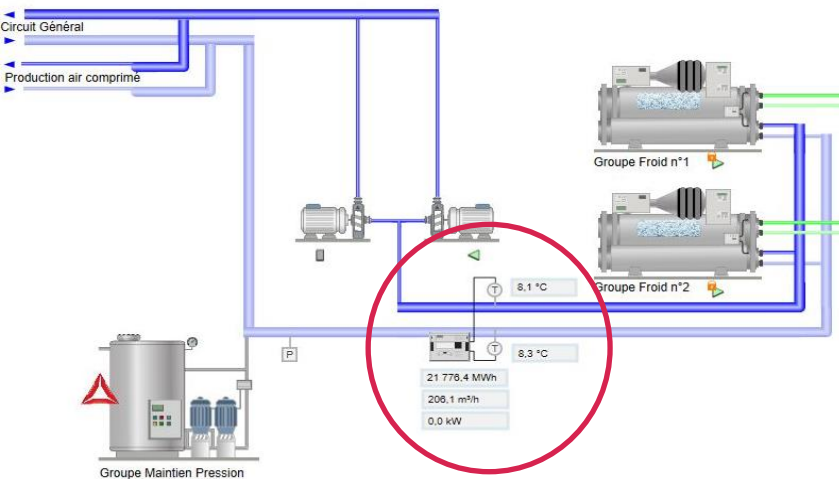
LEGENDE:

	Vanne d'isolement		Compteur de débit
	Vanne de réglage		Compteur de calories
	Vanne motorisée		Thermomètre
	Filtre à panier		Manomètre
	Clapet de non retour		Contrôleur de débit
	Manchon anti-vibratile		Sonde température
	Soupape de sécurité		Pressostat
	Disconnecteur		

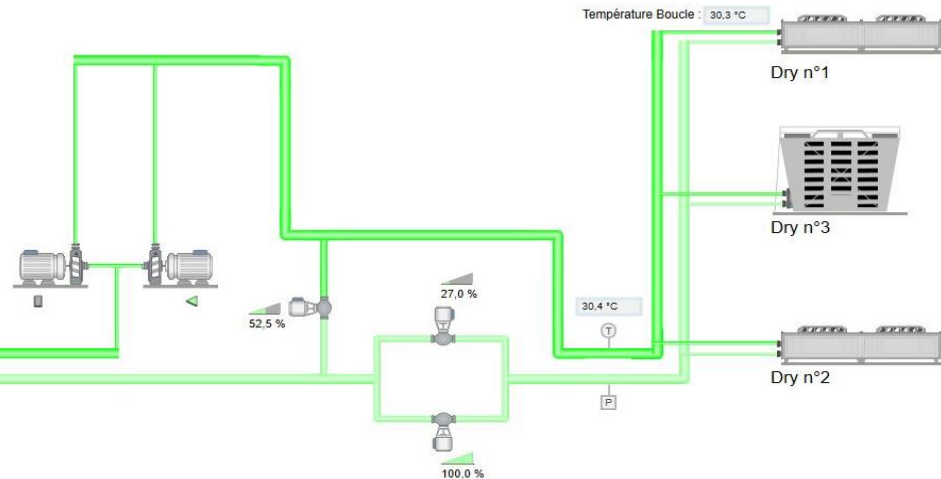


Synoptique de l'installation de production de froid

Circuit Eau Glacée



Circuit Condenseur



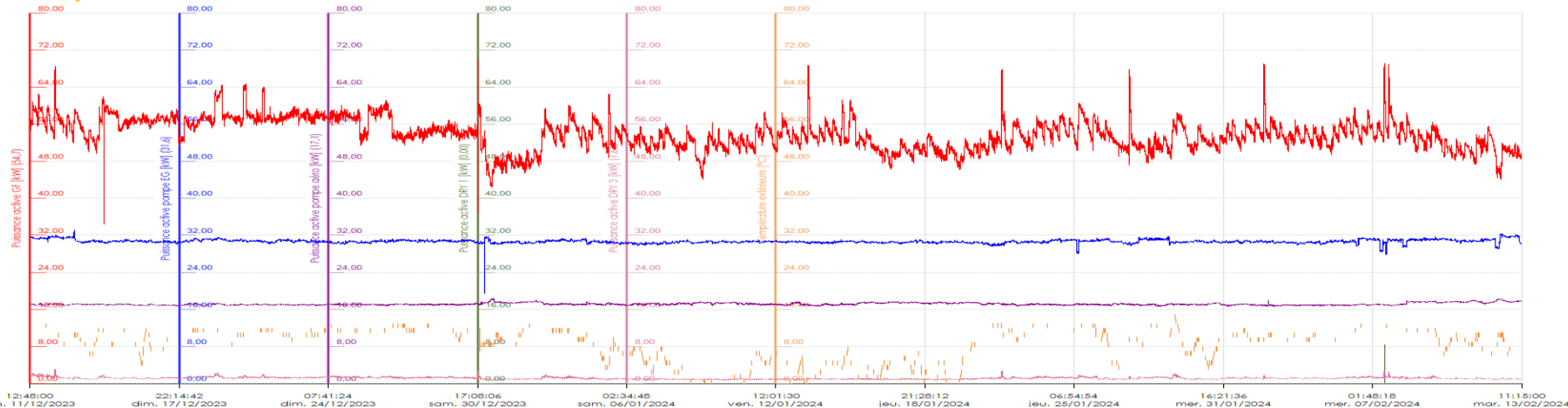
Constats :

- Lors des relevés sur site, nous avons constaté que les valeurs mesurées par le compteur frigorifique n'est pas identique avec celles mesurées sur les GF, après des mesures de contact, nous en avons déduit que les valeurs de température de départ et retour du compteur frigorifique de l'eau glacée sont fausses → le changement des sondes par des neuve étalonnée n'a rien changé → **vérifier le calculateur**;
- La puissance frigorifique n'est pas remontée sur le synoptique de la supervision alors qu'elle est mesurée ;



Analyse de fonctionnement

Ci-dessous la puissance électrique du **groupe froid**, **pompage froid**, **pompage aéro**, **des ventilateurs DRY 1** et **ventilateurs DRY 3** et **de la température extérieure** du 11/12/2023 au 13/02/2024 :



Constats :

- La puissance électrique du GF froid sur la période de mesure a faiblement variée entre 45 et 70 kW ;
- Le pompage froid n'a quasiment pas évolué (débit constant puissance moyenne de 30,7 kW) → Cohérent avec les installations car pompes sur variation de vitesse mais vanne 3 voies sur l'ensemble des usages et pas de bouteille de découplage sur les groupes froid ;
- Le pompage aéro est également constant (puissance moyenne de 17,2 kW) et cohérent avec les installations en place → Pas de variation de vitesse sur les pompes et pas de modulation du débit ;
- Pour les aéro la puissance électrique des ventilateurs évolue en fonction de la charge et de la température extérieure ;



Analyse du fonctionnement **SDM NON-OPTIMISÉE**

Ci-dessous le tableau des consommations estimées et extrapolées de la production de froid pour l'année 2023 à partir des mesures réalisées et des heures de fonctionnement des 4 compresseurs de froid :

		janv-23	févr-23	mars-23	avr-23	mai-23	juin-23	juil-23	août-23	sept-23	oct-23	nov-23	déc-23	Année 2023	Répartition
SDM Non-Optimisée															
Conso froid estimée GF	MWh	122	104	104	97	178	193	363	281	251	209	164	82	2148	
Conso élec GF estimée	MWh	33	28	28	26	59	64	121	94	84	70	44	22	673	60%
Conso élec pompe froid	MWh	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	263	23%
Conso élec pompe aéro	MWh	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	147	13%
Conso élec ventilo aéro	MWh	1	1	1	1	3	4	7	7	7	7	1	1	42	4%
Conso élec TOT SDM	MWh	68	63	63	62	96	103	162	135	125	111	80	57	1125	100%
COP Moyen SDM		1,8	1,7	1,7	1,6	1,8	1,9	2,2	2,1	2,0	1,9	2,1	1,4	1,9	
% conso élec GF		49%	45%	45%	43%	62%	63%	75%	69%	67%	63%	55%	39%	60%	

Constats :

- Le COP de la SDM est dégradé car il y a trop peu de charge en froid et surtout pendant la période hivernal → d'après notre retour d'expérience la consommation électrique des groupes froids (compresseurs) devrait représenter environ 80% de la consommation électrique totale pour la production de froid. Hors ici elle n'est que de 60% → **la part des auxiliaires est trop importante**



Répartition des besoins

Durant l'audit terrain nous avons pu lister les différents postes consommateurs ainsi que les ordres de grandeurs des consommations de chaque besoin, nous obtenons ceci :

Dénomination	Estimation des besoins	Estimation de la production	Répartition des besoins
Pompage réseau EG	30 kWf	Puissance frigo = 200 kW	15%
Compresseur d'air comprimé	29 kWf		15%
IT PRA	30 kWf		15%
Refroidissement machines via la cuve 16,5 °C	40 kWf		20%
Bassins aquacoles	20 kWf		10%
Autres (pertes réseaux)	51 kWf		26%
Total	200 kWf		100%

Constats :

- **Les salles blanches ne sont pas comptabilisées** car l'audit terrain a eu lieu en hiver et par conséquent les salles blanches étaient en mode chauffage pour maintenir la température à 20°C ;
- En comparant les besoins de froid estimés lors de l'audit par rapport à la puissance frigorifique produite, nous pouvons déduire que **les déperditions du réseau représentent une puissance frigorifique d'environ 51 kW (Autres) ;**
- **Le besoin utile et réellement nécessaire d'EG sur cette période d'hiver est d'environ 45% (IT PRA + ref machines+ Aquacoles) → voir diapo suivante sur l'extrapolation des besoins sur l'année.**



Répartition des besoins

Ci-dessous l'estimation des consommations de chaque besoin, sur l'année :

Usages	Estimation des besoins annuels MWhf/an	Répartition des besoins
Pompage réseau EG	263	12%
Compresseur d'air comprimé	254	12%
IT PRA	263	12%
Refroidissement machines via la cuve 16,5 °C	350	16%
Datarmor	56	3%
CTA salle blanche + Bassins Aquacoles	515	24%
Pertes réseaux	447	21%
Total	2148	100%

Constats :

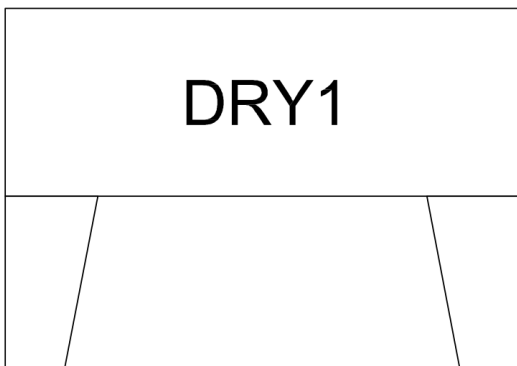
- Le besoin utile et réellement nécessaire d'EG sur l'année est d'environ 55% (IT PRA + ref machines + CTA + Datarmor + aquacole)
- L'usage EG sur le compresseur d'air comprimé pourrait être substitué par un refroidissement via la boucle des Aéro-refroidisseurs
- Le pompage EG pourrait être réduit fortement avec une optimisation du réseau hydraulique et la suppression des vannes 3 voies
- Il restera alors les déperditions du réseaux EG qui vont également diminuer en évitant de circuler de l'EG dans les branches du réseau inutilisées (réduction des déperditions)



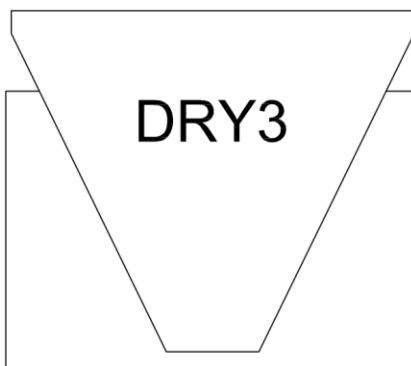
Analyse de fonctionnement

Lors de l'audit terrain nous avons constatés que les Aéro-refroidisseur fonctionnent en cascade avec différentes valeurs de consigne, fonctionnement actuel :

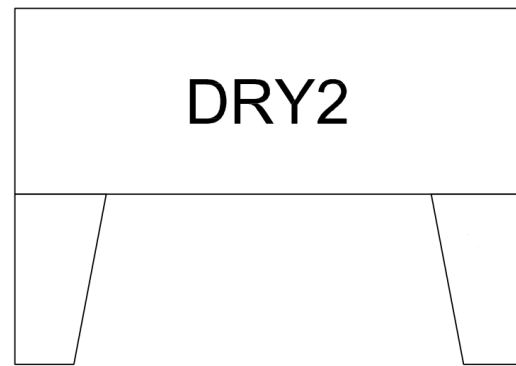
Consigne : 30°C



Consigne : 26,8°C



Consigne : 35°C



Constats :

- Consigne fixe avec une régulation en cascade des ventilateurs de chaque aéro → dégradation du COP groupe froid car la consigne de condensation est au minimum à 27°C et peut augmenter jusqu'à 35°C l'été. La mise en place d'une consigne flottante en fonction de la température extérieure permettra de réduire la consommation électrique des groupes froid (1°C en moins sur la condensation = 3% d'économie sur les compresseurs) ;
- Les aéro sont tous alimentés en permanence alors que les ventilateurs fonctionnent en cascade → Mise en place d'une vanne automatique sur chaque aéro qui s'ouvrirait en fonction de la charge à dissiper ;



Constats

Points forts

- Instrumentations existante et remonté d'information sur la GTC (débit froid, températures, puissance froid → **compteur et sonde à vérifiées**) ;
- Variation de vitesse des pompes primaires + distribution → **Les pompes primaires sont sur variation mais ne varie pas car le débit est constant à cause des vannes 3 voies sur les usages et pour garantir un débit constant sur les GF obligatoire avec la configuration actuelle ;**

Points à améliorer

- Il n'y a pas de bouteille de découplage par conséquent maintiens d'un débit fixe sur les groupes froids obligatoire lors du fonctionnement, présence de vanne 3 voies sur les consommateurs pour garantir un débit constant → **Revoir la conception générale ;**
- Les Aéro-refroidisseur fonctionnent en cascade (26,8 ; 30 ; 35°C) avec une circulation constante dans les Aéro ce qui engendre un mélange d'eau froide (Aéro en fonctionnement) et d'eau chaude (Aéro à l'arrêt) ;
- Un des compresseurs d'air comprimé est refroidie par l'EG → **Refroidir le CP AC via la boucle d'EG Aéro et favoriser la production d'AC par le CP AC refroidi par air ;**
- Compresseur à vis sans variation de vitesse (variation de puissance avec le tiroir du compresseur) ;
- Certaines antennes d'EG possèdent des pompes de reprise → **Mettre sur débit variable en fonction du besoin de la branche : Pression branche ;**
- **Les sondes de températures du calorimètre semblent erronées → Etalonner et/ou remplacer les sondes ;**
- L'instrumentation est en place mais aucun suivi de la performance de l'installation n'est réalisé (COP de l'installation) → rajouter la mesure de puissance électrique des GF, Pompes et Aéro ;



Analyse du fonctionnement **SDM OPTIMISÉE**

Ci-dessous le tableau des consommations estimées de la production de froid pour l'année 2023 à partir des mesures réalisées et des heures de fonctionnement des 4 compresseurs de froid après optimisation :

SDM Optimisée		janv-23	févr-23	mars-23	avr-23	mai-23	juin-23	juil-23	août-23	sept-23	oct-23	nov-23	déc-23	Année 2023	Répartition
Débit moyen utile delta T 4	m3/h	42	36	36	34	62	67	126	97	87	72	57	28	Année 2023	Répartition
Conso froid estimée GF	MWhf	122	104	104	97	178	193	363	281	251	209	164	82	2148	
Conso élec GF estimée	MWh	29	25	25	23	52	57	106	82	74	61	39	19	592	76%
Conso élec pompe froid	MWh	6	6	6	7	7	9	10	10	9	7	6	6	88	11%
Conso élec pompe aéro	MWh	4	4	4	4	5	6	9	7	6	4	4	4	59	8%
Conso élec ventilo aéro	MWh	1	1	1	1	3	4	7	7	7	7	1	1	42	5%
Conso élec TOT SDM	MWh	39	35	35	35	67	76	132	107	96	79	50	30	780	100%
COP Moyen SDM		3,1	3,0	3,0	2,8	2,7	2,6	2,7	2,6	2,6	2,6	3,3	2,8	2,8	
% conso élec GF		74%	71%	71%	66%	78%	75%	81%	77%	77%	77%	78%	65%	76%	

Constats :

- Le COP de la SDM s'améliore de façon très net passant de 1,9 en moyenne à l'année à 2,7. Par ailleurs, la consommation électrique des groupes froids (compresseurs) représentera environ 76% de la consommation électrique totale pour la production de froid ce qui correspond bien à ce que l'on peut remarquer en temps normal sur d'autres installations de ce type ;



Recommandations



Référence fiche	Revoir la conception hydraulique générale de la production de froid	Usage énergétique
FR_01		Froid

Constats / situation actuelle	Action d'amélioration proposée
<p>Actuellement il n'y a pas de bouteille de découplage par conséquent il faut maintenir un débit fixe sur les groupes froids lors du fonctionnement. La présence de vanne 3 voies sur les consommateurs impose également un débit constant.</p>	<p>Refonte hydraulique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place d'une bouteille de découplage primaire - secondaire - Mise en place d'une pompe EG primaire par GF pour assurer la circulation d'EG constant dans le GF quand celui-ci est en fonctionnement. Démarrage des GF en fonction de la température départ secondaire. - Utilisation des pompes de distribution en place + Mise en place d'une nouvelle pompe secondaire pour les faibles besoin en hiver - Passage des Vannes 3 voies en vanne 2 voies au niveau des usages avec une vanne de maintien de pression au endroit stratégique du réseau.

	Electricité	Gaz	...	Eau de ville	Total
Unités	MWh	MWh PCS	...	m3	
Eco Energie / Eau	205				
GES évités	11,6				12 tCO ₂ /an
EcoFinancière	59				59 k€/an
	Tx	Etudes	Aides		Total (Aides déduites)
Budget	100		0		100 k€ HTVA
TRB					1,7 An(s)
Niveau de précision de l'action (Éco, Budget, ROI)					8 /10
Priorité matrice d'aide à la décision (1 à 3)					2
Difficulté	2,5/3		Type d'action :	Technique	

Interactions avec les autres actions / Contraintes particulières

➤ Pour les hypothèses et calculs voir les fiches action Excel correspondantes



Recommandations



Référence fiche	HP flottante	Usage énergétique
FR_02		Froid
Constats / situation actuelle	Action d'amélioration proposée	
Lors de l'audit nous avons constaté que les Aéro-refroidisseurs fonctionnent en cascade avec des consignes de température différentes (35°C puis 30°C et enfin 26,8°C).	Suppression du fonctionnement en cascade des aéro-refroidisseurs et régulation de la consigne de température de condensation en fonction de la température extérieure.	

	Electricité	Gaz	...	Eau de ville	Total
Unités	MWh	MWh PCS	...	m3	
Eco Energie / Eau	36				
GES évités	2,1				2 tCO ₂ /an
EcoFinancière	10				10 k€/an
	Tx	Etudes	Aides		Total (Aides déduites)
Budget	40		-30		10 k€ HTVA
TRB					1,0 An(s)
Niveau de précision de l'action (Éco, Budget, ROI)					5 /10
Priorité matrice d'aide à la décision (1 à 3)					2
Difficulté	2 /3				Type d'action : Technique
Interactions avec les autres actions / Contraintes particulières					

➤ Pour les hypothèses et calculs voir les fiches action Excel correspondantes



Recommandations



Référence fiche	Variation de vitesse sur pompes aéro-refroidisseur	Usage énergétique
FR_03		Froid
Constats / situation actuelle	Action d'amélioration proposée	
La campagne de mesure nous permet de constater que le pompage vers les aéro-refroidisseurs fonctionne à puissance constante peut importe la charge.	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place une nouvelle pompes sur variation de vitesse adaptée aux faibles charge en charge. - Equiper les pompes en place de variateur de vitesse. - Réguler le débit envoyé sur les condenseurs des GF en fonction de la charge en froid. - Arrêter la circulation d'eau dans le condenseur des GF à l'arrêt 	

	Electricité	Gaz	...	Eau de ville	Total
Unités	MWh	MWh PCS	...	m3	
Eco Energie / Eau	88				
GES évités	5,0				5 tCO ₂ /an
EcoFinancière	25				25 k€/an
	Tx	Etudes	Aides		Total (Aides déduites)
Budget	30		-3		27 k€ HTVA
TRB					1,1 An(s)
Niveau de précision de l'action (Éco, Budget, ROI)					5 /10
Priorité matrice d'aide à la décision (1 à 3)					1
Difficulté	1 /3			Type d'action :	Technique
Interactions avec les autres actions / Contraintes particulières					

➤ Pour les hypothèses et calculs voir les fiches action Excel correspondantes



Recommandations



Référence fiche	Refroidir le compresseur d'air via l'un des aéro-refroidisseurs	Usage énergétique
FR_04		Froid
Constats / situation actuelle	Action d'amélioration proposée	
L'un des 2 compresseurs d'air est refroidi par l'eau glacée.	D'une part, prioriser le fonctionnement toute l'année sur le compresseur refroidi par air et refroidir le deuxième compresseur par l'eau glycolée refroidie par les aéro-refroidisseurs.	


	Electricité	Gaz	...	Eau de ville	Total
Unités	MWh	MWh PCS	...	m3	
Eco Energie / Eau	62				
GES évités	3,5				3
EcoFinancière	18				18
	Tx	Etudes	Aides	Total (Aides déduites)	
Budget	30		0	30	k€/an
TRB				1,7	An(s)
Niveau de précision de l'action (Éco, Budget, ROI)				5	/10
Priorité matrice d'aide à la décision (1 à 3)				1	
Difficulté	1 / 3		Type d'action :	Technique	
Interactions avec les autres actions / Contraintes particulières					

➤ Pour les hypothèses et calculs voir les fiches action Excel correspondantes



Recommandations



<div><div>Référence fiche</div></div>	Mise en place d'un GF avec variation de vitesse des compresseurs	Usage énergétique						
FR_05		Froid						
Constats / situation actuelle	Action d'amélioration proposée							
Les groupes froid sont chacun équipés de 2 compresseurs à tiroir, il ne possède pas de variation de vitesse.	Mise en place de compresseurs à variation de vitesse permettant de fonctionner à des charges plus basses tout en conservant un bon COP.							
			Electricité	Gaz	...	Eau de ville	Total	
			MWh	MWh PCS	...	m3		
			Eco Energie / Eau	70				
			GES évités	4,0				4 tCO ₂ /an
			EcoFinancière	20				20 k€/an
			Tx	Etudes	Aides		Total (Aides déduites)	
			Budget	300		0	300	k€ HTVA
			TRB				14,9	An(s)
			VAN				-300,0	k€ HTVA
			Niveau de précision de l'action (Éco, Budget, ROI)				5	/10
			Priorité matrice d'aide à la décision (1 à 3)				ROI>5ans	
			Difficulté	1 /3		Type d'action : Technique		
			Interactions avec les autres actions / Contraintes particulières					

➤ Pour les hypothèses et calculs voir les fiches action Excel correspondantes



Recommandations



Référence fiche		Suivi analytique de l'installation frigorifique	Usage énergétique								
FR_06			Froid								
Constats / situation actuelle			Action d'amélioration proposée								
La performance et le fonctionnement de la production de froid sont mesurés et remonté en info sur la GTC cependant, aucun suivis n'est fait ni de calcul de COP.			Rajouter des compteurs électriques sur les GF et auxiliaires et analyser et suivre la production de froid pour détecter toute dérive et vérifier l'amélioration effective des performances suite à une action d'optimisation.								

➤ Pour les hypothèses et calculs voir les fiches action Excel correspondantes



Synthèse des actions d'amélioration

Référence fiche	Description	GES eq CO2	Electricité	Total Eco	Total inv.	TRB	Priorité matrice d'aide à la décision (1 à 3)
Total		27 t	136 k€/an	134 k€/an	477 k€	3,6 an(s)	
FR_01	Revoir la conception hydraulique générale de la production de froid	12	59 k€/an	59 k€/an	100 k€	1,7 an(s)	2
FR_02	HP flottante	2	10 k€/an	10 k€/an	10 k€	1,0 an(s)	2
FR_03	Variation de vitesse sur pompes aéro-refroidisseur	5	25 k€/an	25 k€/an	27 k€	1,1 an(s)	1
FR_04	Refroidir le compresseur d'air via l'un des aéro-refroidisseur	3	18 k€/an	18 k€/an	30 k€	1,7 an(s)	1
FR_05	Mise en place d'un GF avec variation de vitesse sur les compresseurs	4	20 k€/an	20 k€/an	300 k€	14,9 an(s)	ROI>5ans
FR_06	Suivi analytique de l'installation frigorifique	1	4 k€/an	2 k€/an	10 k€	2,1 an(s)	5

Les actions proposées vont permettre une économie maximale de 134 k€/an environ dont **114 k€/an avec un TBR inférieur à 2 ans.**

Soit environ **30% d'économie d'électricité sur le poste production de froid**

Introduction : généralités, présentation de Impulse

Historique du site

Consommations d'énergie

- Récapitulatif des consommations d'énergie : Tableau récapitulatif et répartition des budgets énergie, synthèse des données d'entrée

Optimisation de la production d'eau glacée

Refroidissement bat 209 via réseau Eau de Mer



Sources de chaleur fatale identifiés

- Datacenter Datarmor
- Rejet eau de mer du process aquacole
- Production de froid après optimisation
- Production d'air comprimé
- Eau de mer

Analyse des besoins de chaleur par rapport aux sources de chaleur fatale disponibles

Voies d'économies et plan d'actions : tableau de synthèse et préconisations



Descriptions

- **Bat 209:**
 - Le site possède un datacenter nommé « Datarmor » qui est composé d'un calculateur d'une puissance de 100 kW actuellement refroidi par une boucle d'eau glycolée : aéro + EG en appoint et d'une salle serveur de 44 kW refroidie par des GF en détente direct.
 - D'après les données de consommations de l'IT Datarmor de 2022 la puissance moyenne instantanée absorbée est de 160 kW.
 - Un projet avec une horizon de 2 ans a pour but de modifier le système de refroidissement du calculateur et du serveur. Le futur nouveau régime de refroidissement sera de 18/25 °C contre 25/30°C actuellement. → **Il est à noter que cela engendrera une surconsommation de froid au niveau de l'EG car l'aéro refroidira moins la boucle d'eau en % sur l'année.**
 - Par ailleurs, ce projet de refonte intègre l'ajout de matériel informatique avec pour ambition d'atteindre une puissance comprise entre 200 à 250 kW au début et un maximum de 300 kW.

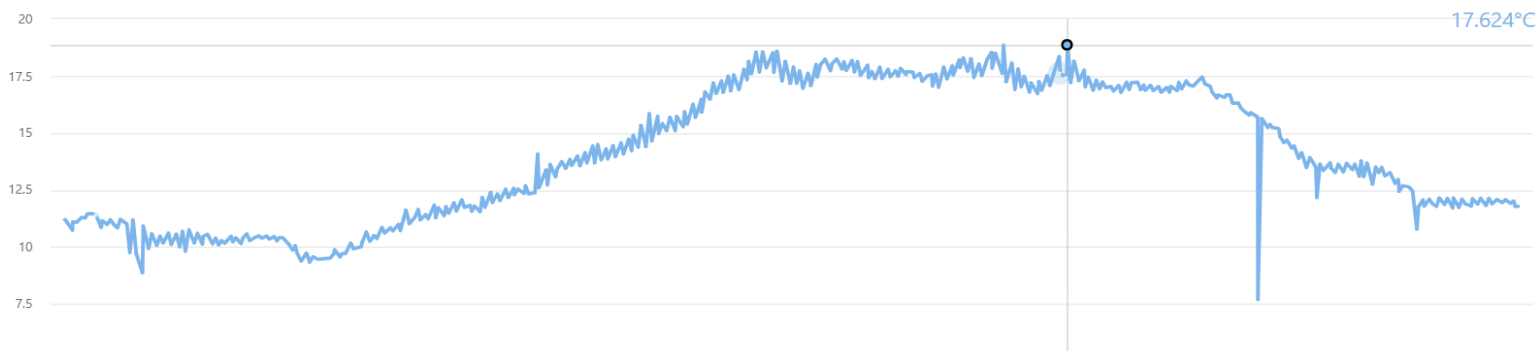




Quantification de la chaleur fatale disponible : Eau de mer neuve

Eau de Mer :

- Le site disponible d'une installation de pompage eau de mer avec un débit maximum de 90 m³/h environ. Avec le projet Sea Campus les besoins en eau de mer neuve seront plus faible et donc une partie du débit d'eau de mer non utilisée pourrait être utilisé pour alimenter une pompe à chaleur par exemple qui servirait à réchauffer le process aquacole et ou le chauffage des bâtiments.
- La moyenne annuelle des températures de l'eau de mer autour de Brest est d'environ de 13°C sachant que la température moyenne la plus élevée est de 18°C en juillet et la température moyenne la plus basse de 9°C atteinte en janvier.



Refroidissement bat 209 via eau de mer



Quantification des frigories disponibles

Potentiel de refroidissement bat 209 avec de l'eau de mer :

- Le refroidissement avec de l'eau de mer serait probablement plus pertinente dans le cas du refroidissement du bâtiment 209 car la température de l'eau reste relativement basse tout au long de l'année avec une température moyenne de 10°C en hiver et 16°C en été.
- Le passage sur un régime d'eau de refroidissement du datacenter à 18-25°C n'est pas optimale pour pouvoir refroidir toute l'année avec l'eau de mer. Cependant le fonctionnement avec le secours EG sera faible < 10% du temps avec ce régime d'eau.

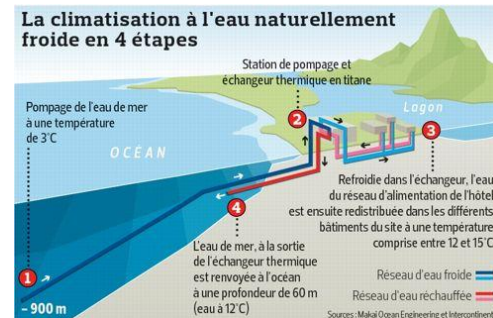
- Pour quantifier le potentiel de chaleur récupérable nous prenons les hypothèses suivantes :

- ☐ Débit moyen eau de mer futur disponible = 60 m3/h
- ☐ Température moyenne été = 16 °C
- ☐ Température de rejet eau de mer = 23 °C

- Frigorie EDM minimale disponible

- $$\text{Puissance froid} = (60 \times 1,13 \times (23 - 16)) = \underline{\underline{475 \text{ kWf}}}$$

- L'EDM pourrait être suffisant pour subvenir au besoin de froid du bat 209 en considérant un besoin max de 300/350 kW et un débit EDM disponible de 60 m3/h.**
- L'EG devra être maintenue en appoint pour les périodes où l'eau de mer est supérieure à 16/17 °C et en secours.**

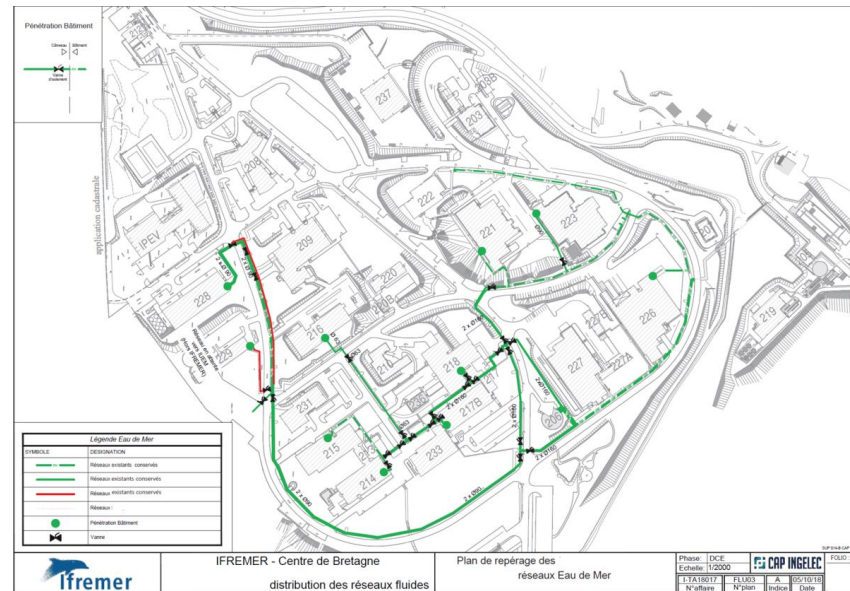


Refroidissement bat 209 via eau de mer



Faisabilité technique

- **Potentiel de refroidissement bat 209 avec de l'eau de mer :**
 - Le site dispose d'un réseau EDM permettant d'alimenter les différents usages en EDM.
 - A proximité du bâtiment 209, le bâtiment 228 est raccordé au réseau EDM avec une double canalisation en 2 x DN90 soit un débit maximum d'environ 60m³/h. (hypothèse utilisée pour la puissance max disponible EDM).
 - Pour aller plus loin dans l'étude de ce scénario il faudra mesurer le débit EDM utilisé par le bâtiment 228 et en fonction du débit restant voir s'il est nécessaire de repasser un réseau depuis le château d'eau.
 - Nous avons estimé l'investissement des 2 scénarios dans le bilan économie suivant.





Bilan énergétique

Potentiel de refroidissement bat 209 avec de l'eau de mer :

- Le fonctionnement actuel au niveau du refroidissement du data center est peu énergivore car la chaleur est évacuée en grande partie par un aéro-refroidisseur 96% en première approche. Le besoin d'EG est alors faible et qu'en été quand la température est supérieure à 20°C à l'extérieur environ.
- Nous constatons que les économies potentielles en fonction du régime de T° de refroidissement du datacenter bât 209 varie de 10 à 15 k€/an. Soit environ 40 à 45 % d'économie.

Bilan énergétique			
Régime T° refroidissement datacenter		25-30°C	18-25°C
Energie froid nécessaire datacenter	MWh/an	1402	1402
Cas refroidissement avec Aéro + EG			
Energie froid aéro	MWhf/an	1346	1191
Energie froid EG	MWhf/an	56	210
Consommation élec aéro	MWh elec/an	67	60
Consommation élec EG	MWh elec/an	15	57
Consommation élec totale	MWh elec/an	82	116
Cas refroidissement avec EDM + EG			
Energie froid EDM	MWhf/an	1402	1332
Energie froid EG	MWhf/an	0	70
Consommation élec EDM	MWh elec/an	49	47
Consommation élec EG	MWh elec/an	0	19
Consommation élec totale	MWh elec/an	49	65
Economie EDM VS Aéro	MWh/an	33	51
	k€/an	10	15



Bilan économique

- **Potentiel de refroidissement bat 209 avec de l'eau de mer :**
- Ci-contre le bilan économique d'un projet de refroidissement via EDM du bât 209 en fonction du régime de température de la boucle de refroidissement du datacenter et du scénario de raccordement au réseau EDM du site :
- **Le TBR de cette action sera compris entre 11 et 18 ans pour le scénario 1 et entre 27 et 43 ans pour le scénario 2.**

Bilan économique EDM			
Régime T° refroidissement datacenter		25-30°C	18-25°C
Investissement refroidissement EDM scénario 1 raccord EDM Bât 228	k€	150	150
Investissement refroidissement EDM scénario 2 raccord EDM château d'eau	k€	370	370
Economie d'énergie	k€/an	10	15
Opex supplémentaire EDM VS Aéro	k€/an	1	1
Économie totale	k€/an	9	14
TBR Scénario 1	ans	18	11
TBR Scénario 2	ans	43	27



Bilan économique

- **Potentiel de refroidissement bat 209 avec de l'eau de mer :**
- Ci-contre le bilan économique du projet de refroidissement via EDM du bât 209 en fonction du régime de température de la boucle de refroidissement du datacenter et du scénario de raccordement au réseau EDM du site, **en ne tenant compte que du surinvestissement par rapport à l'installation d'un nouveau refroidisseur adiabatique :**
- **Le TBR de cette action sera donc compris entre 5 et 8 ans pour le scénario 1 et entre 21 et 34 ans pour le scénario 2.**

Bilan économique EDM surinvestissement VS Aero			
		25-30°C	18-25°C
Investissement refroidissement EDM scénario 1 raccord EDM Bât 228	k€	70	70
Investissement refroidissement EDM scénario 2 raccord EDM château d'eau	k€	290	290
Economie d'énergie	k€/an	10	15
Opex supplémentaire EDM VS Aéro	k€/an	1	1
Économie totale	k€/an	9	14
TBR Scénario 1	ans	8	5
TBR Scénario 2	ans	34	21

Introduction : généralités, présentation de Impulse

Historique du site

Consommations d'énergie

- Récapitulatif des consommations d'énergie : Tableau récapitulatif et répartition des budgets énergie, synthèse des données d'entrée

Optimisation de la production d'eau glacée

Refroidissement bat 209 via réseau Eau de Mer

Sources de chaleur fatale identifiés

- Datacenter Datarmor
- Rejet eau de mer du process aquacole
- Production de froid après optimisation
- Production d'air comprimé
- Eau de mer

Analyse des besoins de chaleur par rapport aux sources de chaleur fatale disponibles

Voies d'économies et plan d'actions : tableau de synthèse et préconisations





Quantification de la chaleur fatale disponible : Datarmor

• Datacenter « Datarmor » :

- Le site possède un datacenter nommé « Datarmor » qui est composé d'un calculateur d'une puissance de 100 kW actuellement refroidi par une boucle d'eau glycolée : aéro + EG en appoint, d'une salle serveur de 44 kW refroidie par détente direct et de la salle informatique du siège d'une puissance de 20 kW.
- D'après les données de consommations de l'IT Datarmor de 2022 la puissance moyenne instantanée absorbée est de 160 kW.
- Un projet avec une horizon de 2 ans a pour but de modifier le système de refroidissement du calculateur et du serveur. Le futur nouveau régime de refroidissement sera de 18/25 °C contre 25/30°C actuellement. → **Il est à noter que cela engendrera une surconsommation de froid au niveau de l'EG car l'aéro refroidira moins la boucle d'eau en % sur l'année.**
- Par ailleurs, ce projet de refonte intègre l'ajout de matériel informatique avec pour ambition d'atteindre une puissance comprise entre 200 à 250 kW au début et un maximum de 300 kW.

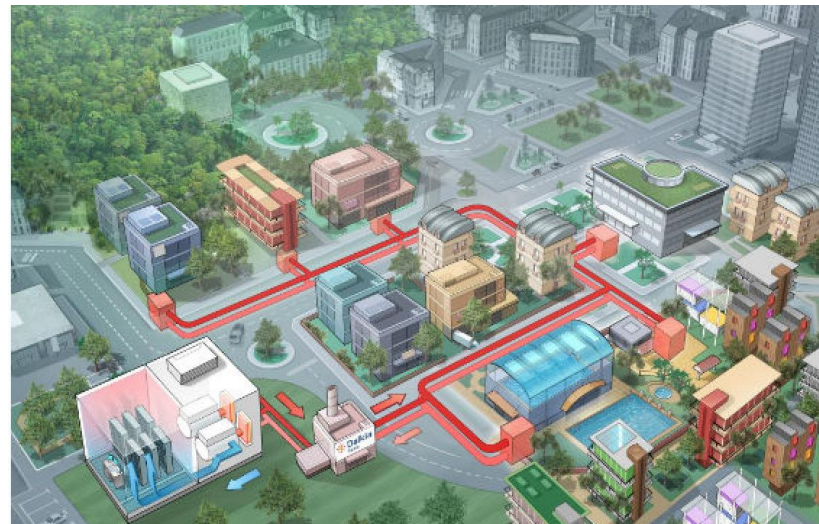
Sources de chaleur fatale identifiés



Quantification de la chaleur fatale disponible : Datarmor

Potentiel de récupération de chaleur fatale « Datarmor » :

- Le Datacenter Datarmor à constamment besoin d'évacuer de la chaleur des équipements informatiques. Cette chaleur est actuellement évacuée vers l'extérieur par des Aéro-refroidisseurs. Cependant, il est possible de valoriser cette chaleur fatale en récupérant l'énergie extraite en réhaussant son niveau de température via une pompe à chaleur par exemple dans le but de valoriser cette énergie pour le maintien en température des bâtiments lors des périodes hivernales.
- Pour quantifier le potentiel de chaleur récupérable nous prenons les hypothèses suivantes :
 - ☐ Puissance moyenne Datacenter = 160 kW
 - ☐ Heures de fonctionnement annuelle = 8 760 h
 - ☐ % de récupération d'énergie = 80%
- Chaleur fatale récupérable = $(160 \times 8\,760 \times 0,8) / 1\,000 = \underline{\underline{1\,121\text{ MWh}}}$
thermique soit 1 384 MWh PCS équivalent gaz



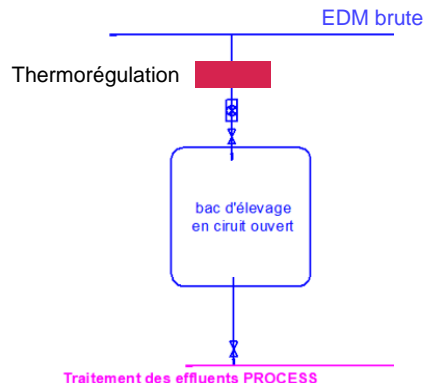
Sources de chaleur fatale identifiés

Quantification de la chaleur fatale disponible : projet Aquacole

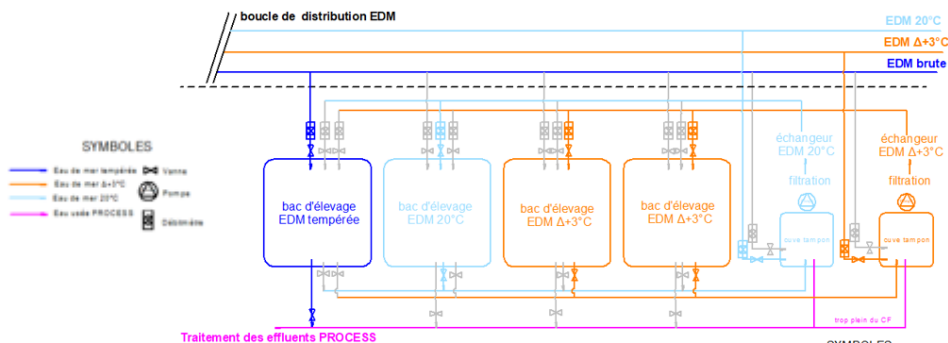
Rejet Eau de Mer process aquacole :

- L'un des process les plus consommateurs en énergie est le bâtiment 218 qui contient le process aquacole. Il est composé de différents bassins occupés par des poissons. Ces bassins doivent être maintenus à une température d'eau de mer de $+3^{\circ}\text{C}$ par rapport à la T° eau de mer ou 20°C toute l'année. Pour y arriver, de l'eau de mer est prélevée tout au long de l'année puis réchauffée afin d'atteindre la température de consigne. Certains bassins ne sont pas chauffés. Tous les bassins ne sont pas utilisés et les débits d'eau neuve sont réglés manuellement actuellement. Cette régulation manuelle des débits engendre des débordements d'eau = Surconsommation énergie + eau.
- Le site a un projet d'un nouveau bâtiment aquacole (SEA CAMPUS) avec un passage en circuit fermée sur certains bassins.

Actuellement



Projet Sea Campus





Sources de chaleur fatale identifiés



Quantification de la chaleur fatale disponible : projet Aquacole

- **Rejet Eau de Mer process aquacole :**
 - A partir des données de consommation gaz et des compteurs d'énergie thermique, relevés par le site, nous avons pu identifier la consommation de chaleur nécessaire pour la thermorégulation des bassins aquacoles sur l'année, environ 773 MWh pcs/an. A partir de cette valeur nous avons estimé une quantité moyenne d'EDM neuve +3°C et 20°C sur l'année et extrapolé avec le passage en circuit fermé (sea campus)

% réduction EDM neuve +3°C		100%	50%	25%
% réduction EDM neuve +20°C		100%	50%	25%
Estimation besoin de chaleur aquacol		Cas actuel circuit ouvert	Cas futur 1 avec circuit fermé	Cas futur 2 avec circuit fermé
Débit EDM +3°C neuve	m3/h	10	5	3
Débit EDM 20°C neuve	m3/h	5	3	1
Débit total EDM neuve chauffée	m3/h	15	8	4
chaleur EDM +3°C neuve	MWh th /an	305	152	76
chaleur EDM 20°C neuve	MWh th /an	356	178	89
chaleur EDM +3°C recyclé	MWh th /an	0	22	33
chaleur EDM 20°C recyclé	MWh th /an	0	22	33
Chaleur Total réchauffage EDM	MWh th /an	661	374	231
Consommation de gaz équivalent	MWh pcs /an	773	462	285
Coût équivalent gaz naturel	k€/an	82	49	30
Économie de gaz avec circuit fermé	k€/an		33	52

Nous constatons que le passage en circuit fermé permettra un **gain entre 40 et 60% de chaleur avec une économie entre 33 et 52 k€/an**

Sources de chaleur fatale identifiés

Quantification de la chaleur fatale disponible : projet Aquacole

• Rejet Eau de Mer process aquacole :

- A partir des données précédentes, nous avons estimé la chaleur fatale disponible sur l'EDM rejetée dans les différentes situations :

% réduction EDM neuve +3°C		100%	50%	25%
% réduction EDM neuve +20°C		100%	50%	25%
Estimation besoin de chaleur aquacole		Cas actuel circuit ouvert	Cas futur 1 avec circuit fermé	Cas futur 2 avec circuit fermé
Chaleur Total réchauffage EDM	MWh th /an	661	374	231
Consommation de gaz équivalent	MWh pcs /an	773	462	285
Coût équivalent gaz naturel	k€/an	82	49	30
Économie de gaz avec circuit fermé	k€/an		33	52
Chaleur fatale disponible rejet EDM	MWh th /an	1016	508	254
% récupération de chaleur sur besoin		154%	136%	110%
Consommation de gaz équivalent	MWh pcs /an	1188	627	314
Coût équivalent gaz naturel	k€/an	126	66	33

Nous constatons que la chaleur fatale disponible dans les rejets EDM aquacole chauffés sera supérieur au besoin de chaleur aquacole car nous avons considéré un rejet à 10°C possible avec une PAC. Le mode actuel en circuit ouvert a un niveau de récupération de chaleur fatale plus important car il est plus énergivore avec beaucoup de perte de chaleur au niveau des rejets. Et la récupération de chaleur en circuit ouvert nécessitera une installation de récupération de chaleur plus puissante et donc plus coûteuse avec des pertes en énergie également plus importante.

La valorisation de chaleur en direct sera compliquée car il y a beaucoup de bassin a des consignes différentes dans différentes salles dans la situation actuelle. Pour récupérer cette chaleur une PAC sera nécessaire. Dans le cas sea campus, il pourrait y avoir un préchauffage des EDM +3°C et 20°C en direct mais avec des contraintes de risque de pollution entre eau neuve et rejets et une faible efficacité à cause des pincements faibles.

Sources de chaleur fatale identifiés



Quantification de la chaleur fatale disponible : projet Aquacole

• Rejet Eau de Mer process aquacole :

- A partir des données précédentes, nous avons estimé les cas du dimensionnement max de sea campus :

% réduction EDM neuve +3°C		100%	100%	25%
% réduction EDM neuve +20°C		100%	100%	25%
Estimation besoin de chaleur aquacol		Cas actuel circuit ouvert	Cas max circuit ouvert	Cas max circuit fermé
Débit EDM +3°C neuve	m3/h	10	0	0
Débit EDM 20°C neuve	m3/h	5	42	11
Débit total EDM neuve chauffée	m3/h	15	42	11
chaleur EDM +3°C neuve	MWh th /an	305	0	0
chaleur EDM 20°C neuve	MWh th /an	356	2988	747
chaleur EDM +3°C recyclé	MWh th /an	0	0	0
chaleur EDM 20°C recyclé	MWh th /an	0	0	0
Chaleur Total réchauffage EDM	MWh th /an	661	2988	747
Consommation de gaz équivalent	MWh pcs /an	773	3494	874
Coût équivalent gaz naturel	k€/an	82	369	92
Économie de gaz avec circuit fermé	k€/an			
Chaleur fatale disponible rejet EDM	MWh th /an	1016	3841	960
% récupération de chaleur sur besoin		154%	129%	129%
Consommation de gaz équivalent	MWh pcs /an	1188	4492	1123
Coût équivalent gaz naturel	k€/an	126	475	119

Nous constatons qu'au fonctionnement maximale (cas défavorable énergétique 100% EDM 20°C), la consommation de gaz naturel augmenterait de **450% dans le cas circuit ouvert** et de seulement **15% en circuit fermé**.

→ l'enjeu du circuit fermé augmente considérablement avec la charge d'utilisation des bassins.

Sources de chaleur fatale identifiées



Quantification de la chaleur fatale disponible : GF froid centralisé

- **Production de froid après optimisation :**

- Une fois la production de froid optimisée il est possible d'étudier le potentiel de récupération d'énergie fatale au niveau des groupes froid sur la boucle d'eau des Aéro-refroidisseur afin de valoriser cette chaleur ailleurs sur le site.
- Cependant, il est utile de noter un inconvénient majeur c'est que la production de froid est éloignée des autres bâtiments du site et cela ne favorise pas facilité et le coût de distribution de la chaleur fatale vers les différents usages.
- La chaleur fatale disponible correspond à l'énergie froid + l'énergie électrique des compresseurs froid.
- La température de la chaleur fatale disponible est actuellement comprise entre 26 °C l'hiver et 30/37°C l'été. Ce qui est faible pour être valoriser en direct sur des bâtiments existants qui utilise la chaleur à :
 - 90-70°C sur le nouveau réseau de chaleur
 - 80-70°C sur le process aquacole
 - 80- 50°C sur les radiateurs hautes températures des bâtiments anciens
 - 50-30°C sur les radiateurs basses température des bâtiments récents ou rétrofités
- Une pompe à chaleur sera alors nécessaire pour rehausser le niveau de température de la chaleur fatale des GF existant sur les usages existants sans les modifier

Sources de chaleur fatale identifiés

Quantification de la chaleur fatale disponible : GF froid centralisé

• Production de froid après optimisation :

- Ci-dessous la chaleur fatale disponible sur les GF après optimisation :

SDM Optimisée		janv-23	févr-23	mars-23	avr-23	mai-23	juin-23	juil-23	août-23	sept-23	oct-23	nov-23	déc-23	Année 2023
Débit moyen utile delta T 4	m3/h	42	36	36	34	62	67	126	97	87	72	57	28	Année 2023
Conso froid estimée GF	MWhf	122	104	104	97	178	193	363	281	251	209	164	82	2148
Conso élec GF estimée	MWh	29	25	25	23	52	57	106	82	74	61	39	19	592
Conso élec pompe froid	MWh	6	6	6	7	7	9	10	10	9	7	6	6	88
Conso élec pompe aéro	MWh	4	4	4	4	5	6	9	7	6	4	4	4	59
Conso élec ventilo aéro	MWh	1	1	1	1	3	4	7	7	7	7	1	1	42
Conso élec TOT SDM	MWh	39	35	35	35	67	76	132	107	96	79	50	30	780
COP Moyen SDM		3,1	3,0	3,0	2,8	2,7	2,6	2,7	2,6	2,6	2,6	3,3	2,8	2,8
% conso élec GF		74%	71%	71%	66%	78%	75%	81%	77%	77%	77%	78%	65%	76%
Chaleur fatale disponible GF	MWh	121	103	103	96	184	200	376	290	260	216	162	81	2192
% en fonction de la saison		19%				60%				21%				544

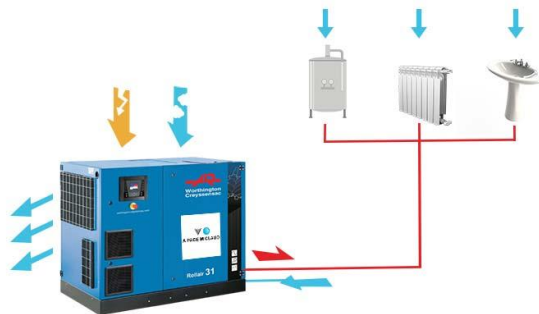
Nous constatons qu'après optimisation de la production de froid, la chaleur fatale au niveau des GF est d'environ 2192 MWh/an.

Il est à noter cependant que 60% de la chaleur fatale est disponible en été là où les besoins de chaud du site sont plus faibles (que le processus aquacole) et 40% disponible l'hiver (chauffage + aquacole).

Quantification de la chaleur fatale disponible : CP air comprimé

Production d'air comprimé :

- Juste à côté de la production de froid se situe le local de production d'air comprimé. Il est composé de deux compresseurs à vitesse variable de marque Atlas Copco et d'une puissance unitaire de 55 kW soit un total de 110 kW.
- Les deux compresseurs ne fonctionnent pas en même temps car un seul suffit pour combler la demande. Actuellement, le compresseur fonctionnant en principal est celui qui est refroidi par l'eau glacée et le second est refroidi par air.
- Il est possible de mettre en place un système de récupération d'énergie sur les compresseurs pour récupérer la chaleur fatale des compresseurs d'air. Sur un compresseur d'air 90% de la consommation électrique absorbée est évacuée sous forme de chaleur au niveau du compresseur et 70% peut être récupérer sur le circuit de refroidissement d'huile à 70°C.





Quantification de la chaleur fatale disponible : CP air comprimé

• Production d'air comprimé :

- Pour quantifier le potentiel de chaleur récupérable nous prenons les hypothèses suivantes :
 - ☐ Puissance moyenne annuelle compresseur = 28 kW
 - ☐ Temps de fonctionnement = 8 760 h
 - ☐ % de récupération d'énergie = 70%
- Chaleur fatale récupérable = $(28 \times 8\,760 \times 0,7) / 1\,000 = \underline{\underline{171 \text{ MWh thermique}}}$
soit 200 MWh PCS/an environ



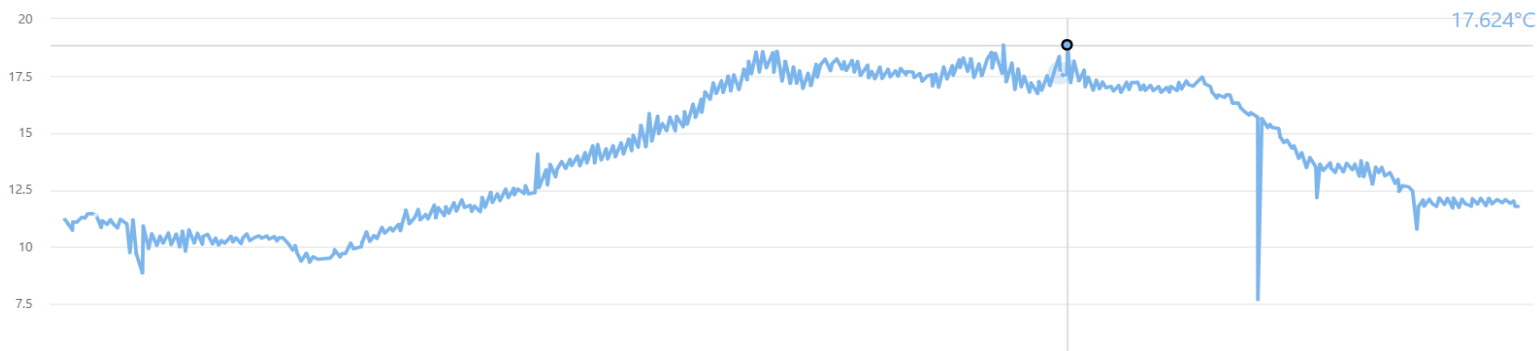
Sources de chaleur fatale identifiés



Quantification de la chaleur fatale disponible : Eau de mer neuve

• Eau de Mer :

- Le site disponible d'une installation de pompage eau de mer avec un débit maximum de 90 m³/h environ. Avec le projet Sea Campus les besoins en eau de mer neuve seront plus faible et donc une partie du débit d'eau de mer non utilisée pourrait être utilisé pour alimenter une pompe à chaleur par exemple qui servirait à réchauffer le process aquacole et ou le chauffage des bâtiments.
- La moyenne annuelle des températures de l'eau de mer autour de Brest est d'environ de 13°C sachant que la température moyenne la plus élevée est de 18°C en juillet et la température moyenne la plus basse de 9°C atteinte en janvier.





Quantification de la chaleur fatale disponible : CP air comprimé

• Eau de Mer :

- Pour quantifier le potentiel de chaleur récupérable nous prenons les hypothèses suivantes :

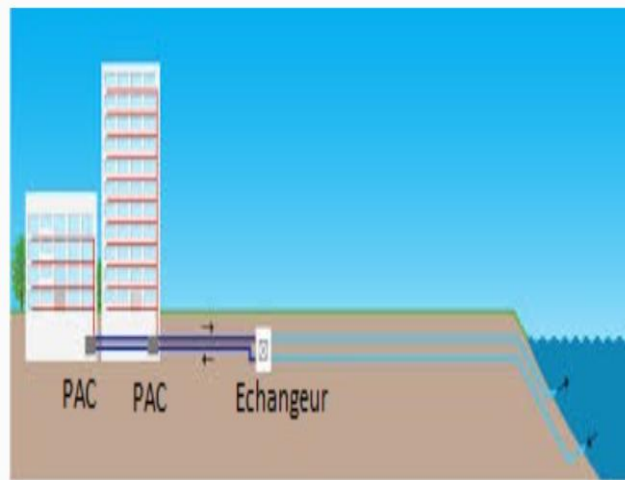
- ☐ Débit moyen eau de mer = 60 m³/h
- ☐ Température moyenne hiver = 10 °C
- ☐ Température de rejet eau de mer = 5 °C
- ☐ Temps de fonctionnement = 4000 h/an

- Chaleur EDM récupérable

- Puissance = $(60 \times 1,13 \times (10 - 5)) = \mathbf{339 \text{ kW thermique}}$

- Énergie thermique EDM hors PAC = $(339 \times 4000) / 1\,000 = \mathbf{1\,356 \text{ MWh thermique soit } 1\,586 \text{ MWh PCS/an environ}}$

Pour que la valorisation de la chaleur eau de mer soit intéressante énergétiquement et financièrement il faut valoriser cette chaleur via une PAC avec des besoins basse température (50°C max environ)



Pompe à chaleur sur eau de mer © ADEME

Sources de chaleur fatale identifiés



Synthèse des sources de chaleur fatale identifiés

Ci-dessous le bilan des sources de chaleur fatale et ENR EDM identifiées sur le site :

Source de chaleur fatale							
Zone	Utilité/Process	Température	Energie disponible totale	Energie disponible hiver	Energie disponible été	Mise en œuvre	Commentaires
	Total		6 343 MWh/an	3 405 MWh/an	2 938 MWh/an		
203	GF EG centralisé	25-40	2 192 MWh/an	1 315 MWh/an	877 MWh/an	moyen	GF éloignés des puits de chaleur et nécessite une PAC pour rehausser la température
203	Compresseur Air comprimé	70 °C	178 MWh/an	89 MWh/an	89 MWh/an	moyen	CP AC éloignés des puits de chaleur
209	Data center "Datarmor"	25-30°C et futur 18-25°C	1 121 MWh/an	561 MWh/an	561 MWh/an	moyen	Nécessite une PAC pour rehausser la T° ou mise en place d'une valorisation de chaleur basse température. Besoins à proximité
218	Rejet eau de mer aquacol cas futur 1	15 - 18 °C	279 MWh/an	167 MWh/an	112 MWh/an	difficile	Canalisation des rejets + tampon + PAC. Envisageable dans le proje sea campus
218	Rejet eau de mer aquacol cas futur 2	15 - 18 °C	140 MWh/an	84 MWh/an	56 MWh/an	difficile	Canalisation des rejets + tampon + PAC. Envisageable dans le proje sea campus
château d'eau ou 218	ENR Eau de mer	10 - 18°C	2 712 MWh/an	1 356 MWh/an	1 356 MWh/an	difficile	PAC + réseau de distribution basse température

Nous constatons que la chaleur fatale totale identifiée sur le site est d'environ 6343 MWh/an mais dont la majorité à faible température (< 20°C). La valorisation de cette chaleur fatale sur le site nécessitera de passer par une ou plusieurs pompes à chaleur.

Plan du rapport

Introduction : généralités, présentation de Impulse

Historique du site

Consommations d'énergie

- Récapitulatif des consommations d'énergie : Tableau récapitulatif et répartition des budgets énergie, synthèse des données d'entrée

Optimisation de la production d'eau glacée

Refroidissement bat 209 via réseau Eau de Mer

Sources de chaleur fatale identifiés

- Datacenter Datarmor
- Rejet eau de mer du process aquacole
- Production de froid après optimisation
- Production d'air comprimé
- Eau de mer

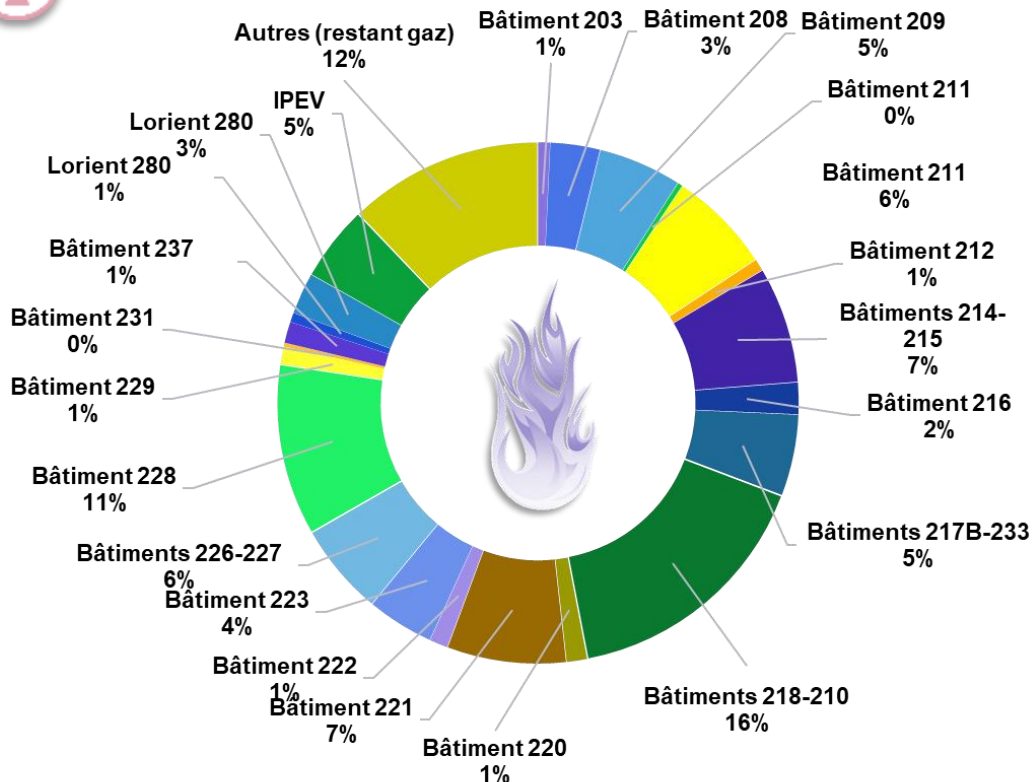
Analyse des besoins de chaleur par rapport aux sources de chaleur fatale disponibles



Voies d'économies et plan d'actions : tableau de synthèse et préconisations



Répartition de la consommation en gaz naturel du site



- Cette répartition a été réalisée à l'aide des sous-compteurs de gaz naturel du site. Elle correspond à la **période de consommation de janvier 2022 à décembre 2022 (hors réseau de chaleur).**
- Le principal consommateur est le **Bâtiments 218-210 (aquacole)** avec **16%** des consommations du site ce qui représente environ **808 MWh PCS/an**.
- Le second consommateur est le **Bâtiment 228** avec un peu plus de **11%** de la consommation du site soit **531 MWh PCS/an**.
- Enfin, le troisième plus important consommateur est le **Bâtiment 221 et le Bâtiments 214-215** qui représente également chacun **7%** pour une consommation de **370 et 361 MWh PCS/an**.
- La partie Autres qui correspond au delta entre la facturation et le sous-comptage représente **12%** soit **604 MWh PCS/an**.
- Au total le TOP 5 représente environ **2 674 MWh PCS/an** soit **53%** de la consommation en gaz naturel du site.



Analyse de la consommation de gaz naturel

- Le bâtiment 218 utilise du gaz naturel afin de chauffer les bureaux de la partie administratif durant la période hivernale mais également pour monter en température l'eau de mer pour le process aquacole. La consommation en gaz naturel du bâtiment 218 pour l'année 2022 est de 808 MWh PCS.
- D'après les informations d'IFREMER, la consommation d'énergie du bâtiment 218 pour le chauffage tertiaire correspond à la consommation d'énergie du bâtiment 206 soit 98,3 MWh PCS pour l'année 2022. Par conséquent, la consommation de gaz naturel pour l'élévation de température de l'eau de mer du process aquacole est de 709 MWh PCS.



Analyse des principaux besoins de chaleur

Légende

Puits de chaleur

YYY MWh/an =
Consommation de
gaz PCS sur
l'année

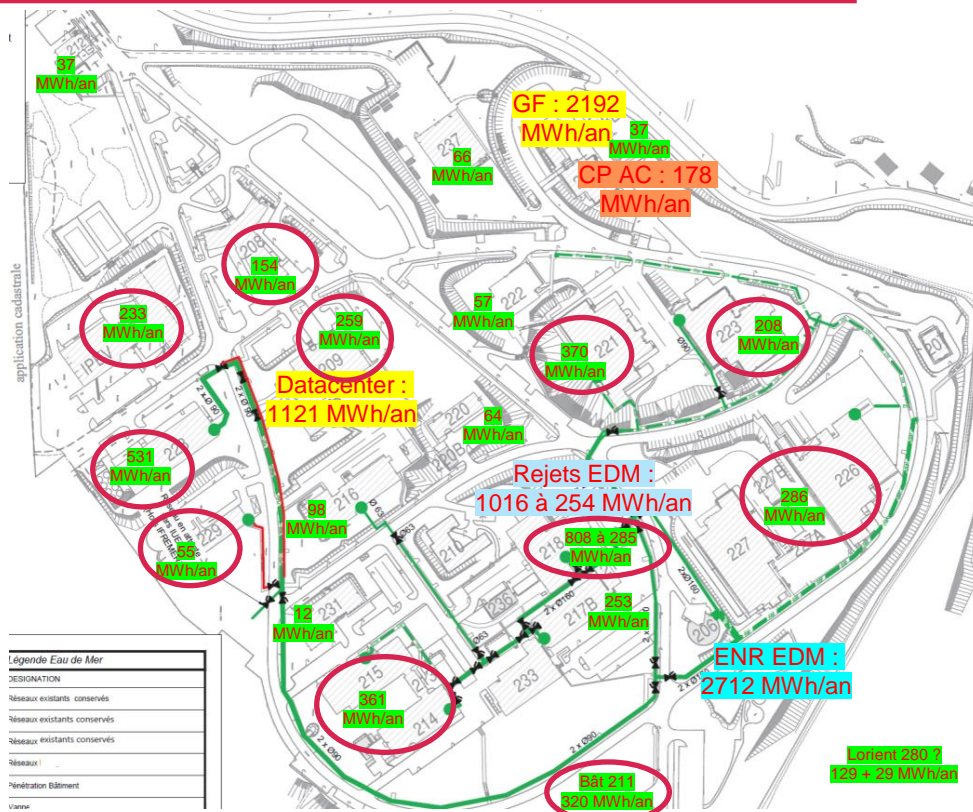
○ = Raccordé au
réseau de chaleur

Sources de chaleur fatale

Usage :
ZZZ MWh/an
récupérable

T° chaleur fatale

Zzzz = 70°C
Zzzz = 20-40°C
Zzzz = 15-18°C
Zzzz = 10-16°C



La représentation ci-contre permet de situer les besoins de chaleur et les sources de chaleur fatale avec leurs caractéristique énergétique : T° / énergie.

Nous constatons que les sources de **chaleur fatales GF et CP AC** sont **éloignées** des besoins importants de chaleur .

Voir dans le projet **Sea campus** pour intégrer les **CP AC** dans le futur bâtiment afin de valoriser la chaleur fatale à 70°C sur le besoin aquacole.

Le **datacenter** est proche de 7 bâtiments dont 5 raccordés au réseau de chaleur. **La sous station 209** pourrait être alimenté par le datacenter via une PAC et 1 voir 2 bâtiments complémentaires mais ils sont déjà raccordé au réseau de chaleur.

La chaleur fatale des **rejets aquacoles** est à utiliser directement sur le **besoin aquacole** bât 218 dans le **projet sea campus** pour être pertinent. La chaleur fatale disponible sur les rejets est plus importante avec une PAC car nous pouvons abaisser d'avantage la T° des rejets.

ENR EDM est un important gisement de chaleur mais nécessite un investissement important pour être valorisé (PAC + réseau + remplacement émetteur + isolation bâtiment) et le choix du **réseau de chaleur externe** bloque pour le moment son potentiel développement.



Solution de valorisation de chaleur fatale

Solution 1.1 : Rejets EDM aquacoles (projet sea campus) après optimisation circuit fermé

- Utilisation de la chaleur fatale des rejets EDM chaud aquacoles pour chauffer / préchauffer l'EDM neuve.
- Description sommaire :
 - Canaliser les rejets chaud EDM dans un bac tampon après traitement
 - Mise en place d'une pompe dans le bac tampon pour envoyer l'eau de rejets vers l'échangeur de la pompe à chaleur
 - Mise en place d'une pompe à chaleur permettant de récupérer la chaleur des rejets EDM pour chauffer une boucle d'eau chaude
 - Boucle d'eau chaude basse température pour la thermorégulation des bassins (idéalement 30°C) permettant d'avoir un très bon COP sur la PAC.
 - Appoint / secours avec réseau de chaleur externe + chaudière gaz naturel



Solution de valorisation de chaleur fatale

Solution 1.1 : Rejets EDM aquacoles (projet sea campus) après optimisation circuit fermé

Référence fiche		Rejets EDM aquacoles (projet sea campus)		Usage énergétique	
Chaleur fatale_1.1				Aquacole	
Constats / situation actuelle		Action d'amélioration proposée			
Rejets eau de mer bassins aquacoles entre 15 et 18°C toute l'année.		Utilisation de la chaleur fatale des rejets EDM chaud aquacoles pour chauffer / préchauffer l'EDM neuve.			
		Description sommaire :			
		Canaliser les rejets chaud EDM dans un bac tampon après traitement			
		Mise en place d'une pompe dans le bac tampon pour envoyer l'eau de rejets vers l'échangeur de la pompe à chaleur			
		Mise en place d'une pompe à chaleur permettant de récupérer la chaleur des rejets EDM pour chauffer une boucle d'eau chaude			
		Boucle d'eau chaude basse température pour la thermorégulation des bassins (idéalement 30°C) permettant d'avoir un très bon COP sur la PAC.			
		Appoint / secours avec réseau de chaleur externe + chaudière gaz naturel			



Solution de valorisation de chaleur fatale


Solution 1.2 : Déplacer les CP AC dans le futur bâtiment aquacole Sea Campus

- Utilisation de la chaleur fatale des compresseurs air comprimé pour chauffer / préchauffer l'EDM neuve.
- Description sommaire :
 - Déplacer les CP air comprimé dans le futur bâtiment aquacole
 - Mettre en place un système de récupération de chaleur sur le circuit de refroidissement des compresseurs
 - Raccorder la récupération de chaleur des compresseurs à la boucle d'eau chaude basse température pour la thermorégulation des bassins (idéalement $< 60^{\circ}\text{C}$) permettant d'avoir une bonne récupération sur les CP.
 - Appoint / secours avec réseau de chaleur externe + chaudière gaz naturel



Solution de valorisation de chaleur fatale

Solution 1.2 : Déplacer les CP AC dans le futur bâtiment aquacole Sea Campus

 Référence fiche	CP AC déplacer sur Sea Campus pour valoriser leurs chaleur fatale	Usage énergétique	<table><tr><td></td><td>Electricité</td><td>Gaz</td><td>...</td><td>Eau de ville</td><td>Total</td></tr><tr><td>Unités</td><td>MWh</td><td>MWh PCS</td><td>...</td><td>m3</td><td></td></tr><tr><td>Eco Energie / Eau</td><td>0</td><td>187</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>GES évités</td><td>0,0</td><td>38,3</td><td></td><td></td><td></td><td>38 tCO₂/an</td></tr><tr><td>EcoFinancière</td><td>0</td><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td>20 k€/an</td></tr><tr><td colspan="5">Tx Etudes Aides</td><td>Total (Aides déduites)</td><td></td></tr><tr><td>Budget</td><td>100</td><td></td><td>-14</td><td></td><td>86</td><td>k€ HTVA</td></tr><tr><td colspan="5">TRB</td><td>4,4</td><td>An(s)</td></tr><tr><td colspan="5">Niveau de précision de l'action (Éco, Budget, ROI)</td><td>7</td><td>/10</td></tr><tr><td colspan="5">Priorité matrice d'aide à la décision (1 à 3)</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td>Difficulté</td><td colspan="2">2,5/3</td><td colspan="3">Type d'action : Technique</td><td></td></tr></table>						Electricité	Gaz	...	Eau de ville	Total	Unités	MWh	MWh PCS	...	m3		Eco Energie / Eau	0	187					GES évités	0,0	38,3				38 tCO ₂ /an	EcoFinancière	0	20				20 k€/an	Tx Etudes Aides					Total (Aides déduites)		Budget	100		-14		86	k€ HTVA	TRB					4,4	An(s)	Niveau de précision de l'action (Éco, Budget, ROI)					7	/10	Priorité matrice d'aide à la décision (1 à 3)					3		Difficulté	2,5/3		Type d'action : Technique			
			Electricité	Gaz	...	Eau de ville	Total																																																																											
Unités	MWh	MWh PCS	...	m3																																																																														
Eco Energie / Eau	0	187																																																																																
GES évités	0,0	38,3				38 tCO ₂ /an																																																																												
EcoFinancière	0	20				20 k€/an																																																																												
Tx Etudes Aides					Total (Aides déduites)																																																																													
Budget	100		-14		86	k€ HTVA																																																																												
TRB					4,4	An(s)																																																																												
Niveau de précision de l'action (Éco, Budget, ROI)					7	/10																																																																												
Priorité matrice d'aide à la décision (1 à 3)					3																																																																													
Difficulté	2,5/3		Type d'action : Technique																																																																															
Constats / situation actuelle	Action d'amélioration proposée																																																																																	
Les CP AC sont éloignées des besoins importants de chaleur .	Utilisation de la chaleur fatale des compresseurs air comprimé pour chauffer / préchauffer l'EDM neuve.																																																																																	
	Description sommaire : Déplacer les CP air comprimé dans le futur bâtiment aquacole Mettre en place un système de récupération de chaleur sur le circuit de refroidissement des compresseurs Raccorder la récupération de chaleur des compresseurs à la boucle d'eau chaude basse température pour la thermorégulation des bassins (idéalement < 60°C) permettant d'avoir une bonne récupération sur les CP. Appoint / secours avec réseau de chaleur externe + chaudière gaz naturel																																																																																	
<table><tr><td colspan="7">Interactions avec les autres actions / Contraintes particulières</td></tr><tr><td colspan="7">Interactions avec les autres actions : - 1.1 -</td></tr></table>							Interactions avec les autres actions / Contraintes particulières							Interactions avec les autres actions : - 1.1 -																																																																				
Interactions avec les autres actions / Contraintes particulières																																																																																		
Interactions avec les autres actions : - 1.1 -																																																																																		



Solution de valorisation de chaleur fatale

Solution 2 : Récupération de chaleur datacenter 209 pour le chauffage de bâtiment

- Utilisation de la chaleur fatale du data center pour chauffer les bâtiments 209, IPEV et bât 228 par exemple via une boucle d'eau avec PAC.
- Description sommaire :
 - Mise en place d'un échangeur Eau/Eau sur la boucle de refroidissement du datacenter avant l'aéro-refroidisseur
 - Mise en place d'une pompe à chaleur permettant de récupérer la chaleur du datacenter pour chauffer une boucle d'eau chaude
 - Boucle d'eau chaude pour aller valoriser la chaleur sur les bâtiments. Calculs avec une température de 60°C.
 - Appoint / secours avec réseau de chaleur externe et/ou chaudière gaz naturel.
- Contraintes :
 - Les bâtiments sont raccordés au réseau de chaleur.
 - Bien regarder le contrat signé pour le raccordement au réseau de chaleur et échanger avec les gestionnaires du réseau sur une perspective de réduction voir d'arrêt des consommations de chaleur sur le réseau.



Solution de valorisation de chaleur fatale

Solution 2 : Récupération de chaleur datacenter 209 pour le chauffage de bâtiment

<div><div><div><div><div></div><div>Référence fiche</div></div></div><div>Chaleur fatale_2</div></div></div>	<div>Récupération de chaleur datacenter 209 pour le chauffage de bâtiment</div>	<div>Usage énergétique</div> <div>209</div>	<table><tr><td></td><td>Electricité</td><td>Gaz</td><td>...</td><td>Eau de ville</td><td>Total</td></tr><tr><td>Unités</td><td>MWh</td><td>MWh PCS</td><td>...</td><td>m3</td><td></td></tr><tr><td>Eco Energie / Eau</td><td>-143</td><td>599</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>GES évités</td><td>-8,1</td><td>122,6</td><td></td><td></td><td>114</td></tr><tr><td>EcoFinancière</td><td>-41</td><td>63</td><td></td><td></td><td>22</td></tr><tr><td colspan="5">Tx Etudes Aides</td><td>Total (Aides déduites)</td></tr><tr><td>Budget</td><td>500</td><td></td><td>-150</td><td></td><td>350</td></tr><tr><td colspan="5">TRB</td><td>15,7</td></tr><tr><td colspan="5">Niveau de précision de l'action (Éco, Budget, ROI)</td><td>5</td></tr><tr><td colspan="5">Priorité matrice d'aide à la décision (1 à 3)</td><td>ROI>5ans</td></tr><tr><td>Difficulté</td><td colspan="2">3 / 3</td><td colspan="3">Type d'action : Technique</td></tr></table>		Electricité	Gaz	...	Eau de ville	Total	Unités	MWh	MWh PCS	...	m3		Eco Energie / Eau	-143	599				GES évités	-8,1	122,6			114	EcoFinancière	-41	63			22	Tx Etudes Aides					Total (Aides déduites)	Budget	500		-150		350	TRB					15,7	Niveau de précision de l'action (Éco, Budget, ROI)					5	Priorité matrice d'aide à la décision (1 à 3)					ROI>5ans	Difficulté	3 / 3		Type d'action : Technique		
	Electricité	Gaz	...	Eau de ville	Total																																																																
Unités	MWh	MWh PCS	...	m3																																																																	
Eco Energie / Eau	-143	599																																																																			
GES évités	-8,1	122,6			114																																																																
EcoFinancière	-41	63			22																																																																
Tx Etudes Aides					Total (Aides déduites)																																																																
Budget	500		-150		350																																																																
TRB					15,7																																																																
Niveau de précision de l'action (Éco, Budget, ROI)					5																																																																
Priorité matrice d'aide à la décision (1 à 3)					ROI>5ans																																																																
Difficulté	3 / 3		Type d'action : Technique																																																																		
<div>Constats / situation actuelle</div> <div>Chaleur fatale du datacenter est rejetée dans l'air ou refroidie par l'EG toute l'année.</div> <div>Puissance thermique quasi constante</div>	<div>Action d'amélioration proposée</div> <div>Utilisation de la chaleur fatale du data center pour chauffer les bâtiments 209, IPEV et bât 228 via une boucle d'eau avec PAC.</div> <div>Description sommaire : Mise en place d'un échangeur Eau/Eau sur la boucle de refroidissement du datacenter avant l'aéro-refroidisseur Mise en place d'une pompe à chaleur permettant de récupérer la chaleur du datacenter pour chauffer une boucle d'eau chaude Boucle d'eau chaude pour aller valoriser la chaleur sur les bâtiments. Calculs avec une température de 60°C. Appoint / secours avec réseau de chaleur externe et/ou chaudière gaz naturel.</div>	<table><tr><td colspan="6">Interactions avec les autres actions / Contraintes particulières</td></tr><tr><td colspan="6">Interactions avec les autres actions :</td></tr><tr><td colspan="6">-</td></tr><tr><td colspan="6">-</td></tr></table>	Interactions avec les autres actions / Contraintes particulières						Interactions avec les autres actions :						-						-																																																
Interactions avec les autres actions / Contraintes particulières																																																																					
Interactions avec les autres actions :																																																																					
-																																																																					
-																																																																					



Analyse des besoins de chaleur



Solution de valorisation de chaleur fatale

Référence fiche	Description	GES eq CO2	Electricité	Gaz	Total Eco	Total inv.	TRB	Priorité matrice d'aide à la décision (1 à 3)
Chaleur fatale 1.1	Rejets EDM aquacoles (projet sea campus)	45	-12 k€/an	24 k€/an	12 k€/an	175 k€	14,2 an(s)	ROI>5ans
Chaleur fatale 1.2	CP AC déplacer sur Sea Campus pour valoriser leur chaleur fatale	38	0 k€/an	20 k€/an	20 k€/an	86 k€	4,4 an(s)	3
Chaleur fatale 2	Récupération de chaleur datacenter 209 pour le chauffage de bâtiment	114	-41 k€/an	63 k€/an	22 k€/an	350 k€	15,7 an(s)	ROI>5ans

Dans cette étude nous avons identifié 3 projets potentiels de récupération et valorisation de chaleur fatale.

La solution de déplacer les CP AC dans le futur bâtiment aquacole sea campus est très intéressant en termes d'économie et de TBR mais nécessite de trouver un local pour les compresseurs proche de la chaufferie / station de chauffage EDM. Cette action vient également en concurrence de la récupération de chaleur sur les rejets EDM mais elle a l'avantage de ne pas nécessite de pompe à chaleur pour valoriser la chaleur.

La valorisation de chaleur du data center est intéressante si les bâtiments 209, IPEV et 228 peuvent être raccordés mais il viendra en concurrence du réseau de chaleur qui fonctionnera à la biomasse. Il vaudrait mieux favoriser les bâtiments utilisant encore le gaz naturel pour le chauffage pour la valorisation de chaleur fatale du datacenter mais ils sont soit trop éloigné, soit un potentiel trop faible de valorisation de chaleur.

Introduction : généralités, présentation de Impulse

Historique du site

Consommations d'énergie

- Récapitulatif des consommations d'énergie : Tableau récapitulatif et répartition des budgets énergie, synthèse des données d'entrée

Optimisation de la production d'eau glacée

Refroidissement bat 209 via réseau Eau de Mer

Sources de chaleur fatale identifiés

- Datacenter Datarmor
- Rejet eau de mer du process aquacole
- Production de froid après optimisation
- Production d'air comprimé
- Eau de mer

Analyse des besoins de chaleur par rapport aux sources de chaleur fatale disponibles

Voies d'économies et plan d'actions : tableau de synthèse et préconisations





Synthèse des actions d'amélioration par Usage

Référence fiche	Description	GES eq CO2	Electricité	Gaz	Total Eco	Total inv.	TRB	Priorité matrice d'aide à la décision (1 à 3)
Total		180 t	95 k€/an	83 k€/an	176 k€/an	913 k€	5,2 an(s)	
FR_01	Revoir la conception hydraulique générale de la production de froid	12	59 k€/an	0 k€/an	59 k€/an	100 k€	1,7 an(s)	2
FR_02	HP flottante	2	10 k€/an	0 k€/an	10 k€/an	10 k€	1,0 an(s)	2
FR_03	Variation de vitesse sur pompes aéro-refroidisseur	5	25 k€/an	0 k€/an	25 k€/an	27 k€	1,1 an(s)	1
FR_04	Refroidir le compresseur d'air via l'un des aéro-refroidisseur	3	18 k€/an	0 k€/an	18 k€/an	30 k€	1,7 an(s)	1
FR_05	Mise en place d'un GF avec variation de vitesse des compresseurs	4	20 k€/an	0 k€/an	20 k€/an	300 k€	14,9 an(s)	ROI>5ans
FR_06	Suivi analytique de l'installation frigorifique	1	4 k€/an	0 k€/an	2 k€/an	10 k€	2,1 an(s)	5
Chaleur fatale_1.1	Rejets EDM aquacoles (projet sea campus)	45	-12 k€/an	24 k€/an	12 k€/an	175 k€	14,2 an(s)	ROI>5ans
Chaleur fatale_1.2	CP AC déplacer sur Sea Campus pour valoriser leur chaleur fatale	38	0 k€/an	20 k€/an	20 k€/an	86 k€	4,4 an(s)	3
Chaleur fatale_2	Récupération de chaleur datacenter 209 pour le chauffage de bâtiment	114	-41 k€/an	63 k€/an	22 k€/an	350 k€	15,7 an(s)	ROI>5ans

L'étude a permis de mettre en avant un potentiel d'économie d'énergie d'environ 176 k€ dont 75% sur l'installation de production de froid. Et un potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre de 180 T eq CO2 /an.

Les actions sur le froid 1 à 4 sont à prioriser avec un TBR inférieur à 2 ans et un gain de 112 k€/an.

Glossaire - Liste des sigles pouvant être employés dans le rapport

AC : Air Comprimé

A/E : Air/Eau

BP : Basse Pression

CH : Chaudière

COP : Coefficient de Performance

Cp : Compresseur

CTA : Centrale de Traitement d'Air

DJU : Degré Jours Unifiés

E/E : Eau/Eau

EC : Eau Chaude

ECS : Eau Chaude Sanitaire

EER : Energy Efficiency Ratio

EMS : Energy Management System

FT : Fluide thermique

GEG : Groupe d'Eau Glacée

GF : Groupe Froid

GTC : Gestion Technique Centralisée

HP : Haute Pression

MES : Mise En Service

Nd : Non défini

PAC : Pompes A Chaleur

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur

PCS : Pouvoir Calorifique Supérieur

Pf : Produits finis

PS : Puissance Souscrite (contrat d'électricité)

TFP : Thermofrigopompe

V2V : Vanne 2 Voies

VEV : Variation Electronique de Vitesse

VSD : Variable Speed Drive

—— MERCI DE VOTRE ATTENTION ——