



## Diagnostic énergétique Remplacement groupe froid cuisine CHI Elbeuf

22/10/2025  
G 173/AGA



Indice	Description
0	version

---

## Sommaire

---

Sommaire .....	2
1 Contexte et objectifs .....	3
2 Etat des lieux .....	3
3 Diagnostic .....	4
4 Dimensionnement de la solution .....	6
5 Solution choisie .....	8
6 Conclusion .....	9

## 1 Contexte et objectifs

Dans le cadre du développement de ses infrastructures en vue de l'agrandissement de son service réanimation, le CHI Elbeuf a entrepris de réorganiser sa production froide.

L'objectif est d'accompagner l'hôpital dans :

- Le redimensionnement des installations frigorifiques de la cuisine dans le but de les remplacer en respectant la réglementation F-gaz (réglementation européenne encadrant l'utilisation, et la réduction des émissions de gaz à effet de serre des gaz utilisés comme fluides frigorigènes) ;
- La rédaction du cahier des charges techniques ;
- La constitution du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE).

Dans le cadre de cette démarche, un diagnostic énergétique a été mené afin de proposer une solution technique adaptée. Ce rapport présente :

- Un diagnostic de l'équipement en place ;
- Un dimensionnement du groupe froid ;
- La solution technique envisagée.

## 2 Etat des lieux

Le groupe froid actuel de la cuisine du CHI Elbeuf fonctionne selon le principe de la **détente directe**.

Les compresseurs, installés dans un local technique dédié, aspirent le fluide frigorigène à basse pression (après qu'il a absorbé la chaleur des locaux à refroidir) et le compriment, augmentant ainsi sa pression et sa température.

Le local technique regroupe les équipements assurant l'alimentation et la régulation des installations frigorifiques.

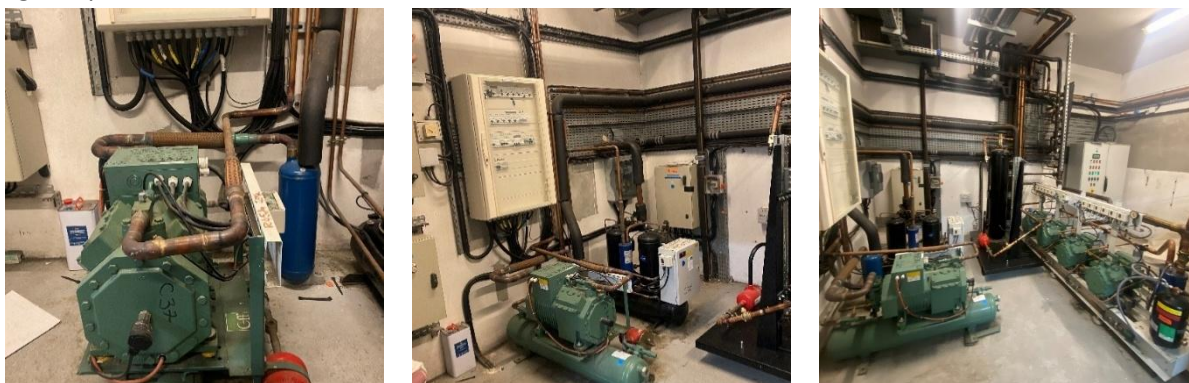


Figure 1 : Local technique avec les unités intérieures

Concernant la distribution du froid, depuis le local technique, le fluide liquide est envoyé à travers les canalisations vers les évaporateurs des différents locaux à refroidir. Avant chaque évaporateur, le fluide passe par un détendeur, abaissant ainsi la pression et provoquant sa détente et son refroidissement. Dans chaque local à refroidir, l'évaporateur absorbe la chaleur de l'air et assure le refroidissement de la pièce.

On peut citer comme local :

- des chambres froides de stockage en froid positif et négatif ;
- des zones de préparation ;
- une zone de conditionnement ;
- une zone de découpe ;

- une zone pâtisserie ;
- une zone déboîtage et une zone d'operculage ;
- des SAS ouverts sur couloir.

Les températures de consigne varient de  $-18^{\circ}\text{C}$  à  $+10^{\circ}\text{C}$  selon les usages. L'ensemble fonctionne en continu, y compris en période nocturne, à l'exception des zones pâtisserie, operculage, déboîtage et découpe.

Les condenseurs, installés en extérieur, rejettent la chaleur absorbée dans les locaux vers l'extérieur.



Figure 2 : Unités extérieures

### 3 Diagnostic

L'analyse du système de froid de la cuisine du CHI Elbeuf met en évidence certaines insuffisances tant du point de vue réglementaire que de la performance énergétique.

Sur le plan environnemental, le fluide frigorigène R-452A, bien qu'il constitue une alternative aux fluides à très fort PRG (Pouvoir de Réchauffement Global), présente encore un potentiel de réchauffement élevé. À ce titre, il est concerné par les restrictions croissantes imposées par la réglementation F-gaz. Cette réglementation, qui vise à réduire progressivement les fluides à fort impact climatique, limite ainsi la pérennité de l'installation actuelle.

Du point de vue de la performance énergétique, le système à détente directe desservant plusieurs locaux avec des plages de températures variées présente des pertes d'efficacité lorsque la régulation n'est pas optimale. De plus le groupement de compresseurs dans le local technique génère des pertes thermiques, sans possibilité de récupération de chaleur valorisable pour d'autres usages.

Enfin, compte tenu de l'agrandissement de l'hôpital, un redimensionnement de la puissance de l'installation permettrait de palier le futur problème que pourrait représenter l'augmentation des besoins en froid de la cuisine de l'hôpital.

Afin d'améliorer la performance de l'installation frigorifique et de la rendre conforme à la réglementation F-gaz, il est nécessaire de repenser le mode de production de froid tout en le redimensionnant. L'analyse des besoins (cf. tableau Récapitulatif des locaux à refroidir) met en évidence trois grands types de zones :

- Les zones de préparation froide (pâtisserie, operculage) avec une plage de température comprise entre  $10$  et  $5^{\circ}\text{C}$  ;
- Les chambres froides négatives allant jusqu'à  $-18^{\circ}\text{C}$  ;

- Les chambres froides positives avec une plage de température comprise entre 5 et 0 °C.

Tableau 1 : Récapitulatif des locaux à refroidir

Locaux	Catégorie	Température de consigne (°C)	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
Chambre froide (surgelés)	Chambre froide négative	– 18	30	84
Pâtisserie	Préparation froide	9,2	19	52
Conditionnement	Préparation froide	10	91	255
Préparations froides	Préparation froide	10	17	49
Déboitage	Préparation froide	10	17	48
Découpe viande	Préparation froide	10	11	31
Operculage	Préparation froide	10	43	122
Chambre froide	Chambre froide positive	4,5	7	20
Chambre froide viande	Chambre froide positive	0,5	116	325
Chambre froide produits finis	Chambre froide positive	0	17	46
Chambre froide départ	Chambre froide positive	0	13	36
Chambre froide	Chambre froide positive	2	65	182
SAS	Chambre froide positive	1,5	5	14

Par ailleurs, le projet d'agrandissement d'une aile de l'hôpital implique de revoir l'implantation des unités extérieures actuelles. L'emplacement actuel ne sera plus adapté à terme en raison des travaux. Les futures unités extérieures seront relocalisées sur l'une des terrasses situées au niveau 0, avec un patio permettant le passage des gaines.

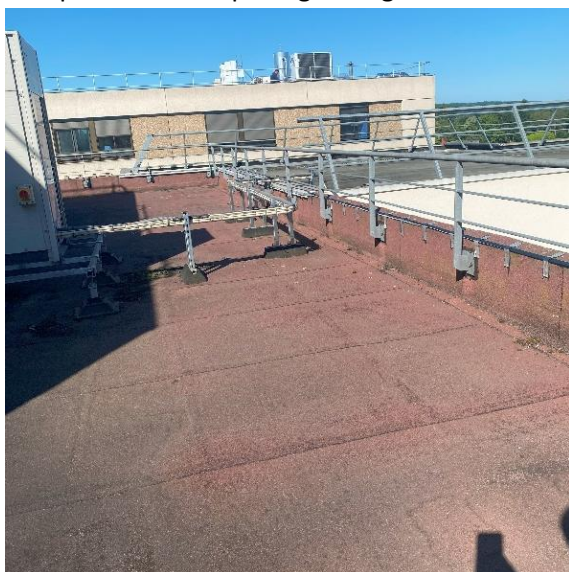


Figure 3 : Nouvel emplacement des unités extérieures du groupe froid





Figure 4 : Passage des gaines

Cette disposition présente plusieurs avantages :

- **réduction de la distance entre les unités extérieures et intérieures**, limitant ainsi les pertes et améliorant le rendement global du système ;
- **diminution des longueurs de tuyauteries**, réduisant les quantités de fluide nécessaires et donc l'impact environnemental ;
- **simplification des opérations de maintenance et meilleure accessibilité des équipements**.

#### 4 Dimensionnement de la solution

Les besoins en froid de la cuisine sont estimés sur la base d'un bilan thermique intégrant les apports des parois, de l'éclairage, du renouvellement d'air, des appareils divers et de l'activité humaine. Ils correspondent à la puissance totale à évacuer pour maintenir les conditions de température requises. Ci-dessous, nous avons le bilan de puissance des chambres froides de la cuisine. Ce bilan de puissance permettra, par la suite, d'étudier sur les différentes alternatives qui s'offrent pour le remplacement du groupe froid actuel.

Tableau 2 : Bilan de puissance des chambres froides de la cuisine

Chambres froides	Quantité de chaleur	Puissance (kW)	Températures (°C)
Froid positif	Eclairage	1,56	entre 0°C et 5°C
	Conduction par paroi	74,45	
	<b>Total</b>	<b>76,01</b>	
	<b>Total majoré</b>	<b>100,00</b>	
Préparations froides	Eclairage	1,39	entre 5°C et 10°C
	Renouvellement d'air	5,53	
	Activité humaine	2,71	
	Conduction par paroi	52,87	
	Appareillage divers	17,84	
	<b>Total</b>	<b>80,33</b>	
	<b>Total majoré</b>	<b>110,00</b>	
Froid négatif	Eclairage	0,21	entre 0°C et -18°C

	Conduction par paroi	16,82	
	<b>Total</b>	<b>17,03</b>	
	<b>Total majoré</b>	<b>20,00</b>	

Il faut donc :

- **100 kW en froid positif ;**
- **110 kW en froid de préparation froide ;**
- **20 kW en froid négatif.**

Pour couvrir les besoins en froid de la cuisine, trois alternatives techniques peuvent être envisagées :

- **Remplacement à l'identique avec le système de détente directe complet**

Cette solution consiste à remplacer la solution existante par une installation équivalente, tout en déplaçant les compresseurs vers le nouvel emplacement prévu à cet effet.

Le froid serait produit en détente directe, avec un fluide frigorigène à faible PRG (Pouvoir de réchauffement Global), en remplacement du R452A actuellement en place. Pour le froid négatif, un remplacement complet des équipements sera effectué afin de mettre en œuvre une installation fonctionnant au CO<sub>2</sub> (R744). Cependant, le CO<sub>2</sub> fonctionne à des pressions plus élevées que les fluides frigorigènes classiques. Cela impose donc une attention particulière lors de la mise en œuvre.

Pour le froid positif et les zones de préparation froide, il est envisagé de conserver les équipements existants compatibles et de procéder à un rétrofit afin de les adapter à des fluides frigorigènes tels que le R454A ou le R455A. Ces fluides, présentent une faible toxicité, sont légèrement inflammables (classification A2L<sup>1</sup>), et disposent d'un PRG nettement inférieur à celui du R452A, tout en maintenant de bonnes performances thermodynamiques.

Les avantages de cette alternative résident dans la continuité du fonctionnement en détente directe. Nous avons donc une simplicité de maintenance et la conformité avec les exigences de la réglementation F-gaz grâce à l'utilisation de fluides à faible impact climatique.

Cependant, cette alternative nécessite de déplacer l'ensemble des unités extérieures vers le nouvel emplacement prévu dans le cadre du projet d'agrandissement. Par ailleurs, la solution reste moins évolutive à long terme du point de vue de la F-gaz.

- **Système mixte eau glycolé (chambre froide positive et préparation froide) + détente directe (chambre froide négative)**

Cette alternative repose sur la production de froid positif par le réseau d'eau glacée conçu et exploité par Dalkia. Ce réseau alimenterait une boucle spécifique pour les chambres froides positives et les préparations froides de la cuisine. Le régime de température du réseau d'eau glacée étant de 7 à 12 °C, un groupe froid supplémentaire serait nécessaire pour abaisser la température et couvrir les besoins des chambres froides positives et des préparations froides (régime de 0 à 10 °C). Le froid négatif resterait en détente directe avec un fluide frigorigène à faible PRG (CO<sub>2</sub>).

---

<sup>1</sup> Il s'agit de la classe de toxicité (lettre) et d'inflammabilité (chiffre ou lettre) du fluide frigorigène : A pour faible toxicité ; 2L pour inflammabilité faible .

Les avantages de ce système sont la mutualisation des moyens de production en utilisant le réseau d'eau glacée de l'hôpital et la conformité réglementaire vis-à-vis de la F-gaz, car seul le froid négatif fonctionnera en détente directe avec en plus un fluide à faible PRG.

Les contraintes de cette alternative sont les changements pour l'installation du système d'eau glacé et l'incertitude sur la disponibilité de la puissance du réseau d'eau glacée pour répondre aux besoins supplémentaires.

➤ **Système mixte eau glycolé (préparation froide)+détente directe (chambres froides positives et négatives)**

Cette solution repose sur l'utilisation du réseau d'eau glacée de l'hôpital uniquement pour les préparations froides uniquement. Un groupe froid supplémentaire serait installé pour abaisser la température du réseau et atteindre le régime de température des préparations froides. On utiliserait une production en détente directe à faible PRG pour le froid positif et négatif.

Cette alternative permettra de réduire l'utilisation des fluides frigorigènes tout en mutualisant la production avec le réseau d'eau glacée de l'hôpital. Cependant, il subsiste des incertitudes sur la disponibilité de puissance du réseau ainsi que l'adaptation des installations pour le réseau d'eau glacée.

## 5 Solution choisie

Afin de dissiper toutes les incertitudes concernant la disponibilité de puissance sur le réseau d'eau glacée exploité par Dalkia, une réunion technique a été organisée.

Dalkia a précisé que le réseau de distribution d'eau glacée dimensionné pour une puissance maximale de **280 kWf**<sup>2</sup>, ne permettait qu'un raccordement additionnel d'environ **40 kWf**. Or, les besoins cumulés de la cuisine ont été estimés à environ 210 kW (110 kW pour les préparations froides et 100 kW pour les chambres froides positives).

Leur ajout dépasserait donc largement la capacité disponible et nécessiterait un renforcement du réseau, entraînant des surcoûts importants dans un contexte où Dalkia procède déjà à la rénovation du réseau.

De plus, le régime d'eau glacée [7-12°C] ne permettrait pas d'assurer les conditions intérieures requises (0 à 10°C). Cependant, il était prévu pour les alternatives 2 et 3, la mise en place d'un groupe froid supplémentaire pour abaisser la température du réseau et donc atteindre les régimes de températures requis pour les préparations froides et le froid positif.

Ainsi, les alternatives 2 et 3 ne peuvent être retenues en l'état actuel des installations.

Le choix s'oriente donc vers **l'alternative 1 : remplacement à l'identique**, qui constitue la **solution la plus réaliste, économique et maîtrisable**.

Cette option permet de :

---

<sup>2</sup> Il s'agit de la puissance frigorifique fournie par une machine frigorifique.



- 
- limiter les travaux et les coûts d'investissement ;
  - améliorer à moyen terme la performance environnementale en remplaçant le R452A par des fluides à faible PRG ;
  - garantir une maintenance déjà connue du personnel en charge des installations.

Pour répondre aux besoins en froid de la cuisine, le projet prévoit la relocalisation des unités extérieures de détente directe et le réemploi du local technique existant pour la distribution et la régulation.

Dans le cadre des travaux, les unités extérieures actuelles seront déposées, et les nouvelles implantées sur une toiture distincte, identifiée comme l'emplacement le plus approprié. Cette relocalisation permettra de réduire les distances entre les unités intérieures et extérieures, optimisant ainsi les performances énergétiques.

## 6 Conclusion

---

L'audit mené dans le cadre du remplacement du groupe froid de la cuisine du CHI Elbeuf a permis de préciser la faisabilité des différentes alternatives étudiées.

Les solutions envisagées intégrant un raccordement au réseau d'eau glacée exploité par Dalkia présentent des contraintes, notamment la disponibilité de la puissance du réseau disponible, un régime d'eau inadapté aux températures requises pour les chambres froide et des surcoûts, rendant leur mise en œuvre impossible dans le contexte actuel.

Le remplacement à l'identique du système de détente directe apparaît alors comme la solution la plus pertinente. Il permet de répondre aux besoins en froid de la cuisine et d'assurer la conformité réglementaire grâce à l'emploi de fluides frigorigènes à faible PRG (le R455A ou R454A ou CO<sub>2</sub>).

Cette solution garantit une meilleure maîtrise du projet et une optimisation des coûts d'investissement.

