

 **Auchan** *e-commerce*

## Création d'un entrepôt de centralisation pour la grande distribution



# SOMMAIRE

Introduction ..... **Erreur !**

**Signet non défini.**

1) Les données recueillies dans le CCTP : **Erreur !**

**Signet non défini.**

2) Normes en vigueur par rapports aux différents lots : **Erreur !**

**Signet non défini.**

3) Schéma de principe et diagrammes **Erreur !**

**Signet non défini.**

4) Tableau comparatif des deux solutions proposées : **Erreur !**

**Signet non défini.**

5) Justification du choix de la solution retenue : **Erreur !**

**Signet non défini.**

## Introduction

My name is Pierre KIHÉL. I'm currently in second year of « BTS FED option B, génie frigorifique ». In order to validate my diploma, I had to achieve a project.

The goal of my project is to adapt a warehouse located in the industrial area of Chily Mazarin (91). The client is Auchan e-commerce. The warehouse will be used for mass retail. Several products will be stored in it before being delivered to supermarkets



27 rue Helene Boucher Chily-Mazarin 91380

There will be different areas in the warehouse, each maintained at adequate temperatures depending on the type of product stored.

I worked with LALEU Rémi and DESPEYROU Mathieu on this project. We separated the work in three main tasks. I handled the part on the negative cold, Mr LALEU handled the positive cold and Mr DESPEYROU handled the part on emissions and regulation. We also relied on the special technical specifications of the firm CETEFF, a design office which achieved the same project

---

## Contacts client

---

### Les données recueillies dans le CCTP :

This guide is a contractual document drafted by the contracting authority. It gathers all the technical clauses, plans, technical manuals, and diagrams. In the guide provided by CETEFF, we learned different informations :

### There are different cold areas in the warehouse : :

Zone Transtocker : This area is specific because it contains several shelves with several products in each. As a consequence, the air diffusion must be optimal in order to reach every shelves.

Zone Quai-stockage : This is a storage area, where products are put before entering or leaving the warehouse.

Zone picking : Into this area, there is a machine which is used to take or stow the products in the shelves.

Couloir chambre froide négative : The corridor is located at the entrance of the negative cold room. The goal is to limit the temperature differential between the cold room and the exterior. If the differential is too important, when the doors are opened the air charged in water penetrate into the cold room.

Chambre froide fruits et légumes : In this cold room, fruits and vegetables will be stored. The temperature must be maintained between +6°/+8°C.

Chambre froide positive : This cold room must maintain the temperature at 0°C.

Chambre froide négative : This cold room is used to maintain the temperature at -25°C

All the « open » areas will be maintained at the temperature of 0°C.

Les travaux consisteront à la fourniture la pose et le raccordement des éléments suivants :

- Centrale frigorifique positive carrossée extérieure composée de 3 compresseurs indépendants fonctionnant au R134a à condensation à air et assurant le maintien en température d'une bouteille CO2.
- Centrale frigorifique négative carrossée extérieure fonctionnant au CO2 subcritique à condensation sur la bouteille CO2.
- Skid bouteille de stockage CO2.
- Panoplie de pompes CO2.

- Evaporateurs de la Cellule négative sur réseau CO2 subcritique.
- Evaporateurs des Cellules 4 et 5 Positives sur le réseau CO2 pompé.
- Ensemble de réseaux CO2 positifs et négatifs neufs.
- Armoires et liaisons électriques des équipements de production de froid.
- Système de détection de CO2 dans chaque cellule et CF.
- Un système GTC commun aux lots Froid, Electricité et CVC. GTC CAREL en base et variante en ACTION FROID.

Après avoir détaillé les travaux il faut savoir leur localisation voilà ce qu'on en retient :

**Niveau rez de chaussée :**

- Le quai réfrigéré de la Cellule 4
- La Cellule 5 réfrigérée avec le transstocker
- La CF Fruits et Légumes dans la Cellule 5
- La CF Négative dans la Cellule 5
- Le groupe positif carrossé sur dalle extérieure
- Le groupe négatif carrossé sur dalle extérieure
- Le Skid bouteille CO2 et pompes
- Les armoires électriques

**Au R+1 dans les bureaux :**

- Le poste de GTC

Une fois le client et sa demande identifiée, la rédaction du CCTP se doit d'être conforme au niveau de la loi avec la présentation des obligations de l'entreprise. Comme les documents à remettre, par exemple : Le bordereau de prix forfaitaire détaillé, accompagné de tous les prix unitaires. Mais l'entreprise doit aussi fournir un dossier d'exécution d'avant travaux comportant les plans d'implantation, Les plans des percements et réservations et pour finir Les plans d'encombrement, fixation, poids tout en respectant les plannings étant en général établi par la Maîtrise d'Œuvre en accord le Maître d'Ouvrage.

**Normes en vigueur par rapports aux différents lots :**

**Norme NF EN 378 - 1 de décembre 2000** relative aux règles de sécurité et d'environnement concernant les installations frigorifiques, et notamment les exigences de base, définitions, classification et critères de choix.

**Norme NF EN 378 - 2 de juin 2000** relative aux règles de sécurité et d'environnement concernant les installations frigorifiques, et notamment la conception, la construction, les essais, les marquages et la documentation.

**Norme NF EN 378 - 3 de juin 2000** relative aux règles de sécurité et d'environnement concernant les installations frigorifiques, et notamment l'installation ' in situ ' et la protection des personnes.

**Norme NF EN 378 - 4 de juin 2000** relative aux règles de sécurité et d'environnement concernant les installations frigorifiques, et notamment le fonctionnement, la maintenance, la réparation et la récupération.

**Norme NF X 08 - 100 de février 1986** relative aux indications des fluides par couleurs conventionnelles.

**Norme E 18 - 150 de décembre 1994** relative aux enregistreurs de températures pour l'entreposage et la distribution des denrées surgelées, congelées, réfrigérées et des crèmes glacées

**Norme NF – C 15-100 (UTE)** relative aux installations à basse tension

**Norme NF – C 20-010 (UTE)** relative aux règles communes aux matériels électriques, classification.

**Norme NF P 75 – 401 – 1 et 2 d'août 1994** (DTU 45.1) relative à l'isolation thermique des locaux et bâtiments frigorifiques

**Norme NF P 75 – 411 – 1 et 2 de mai 1993** (DTU 67.1) relative à l'isolation thermique des locaux et bâtiments frigorifiques

## **DECRETS ET ARRÊTES**

**Décret du 14 novembre 1988** relatif à la législation du travail, et notamment en application des articles L 231-1 et L231-2 du code du travail, relatifs à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre les courants électriques.

**Arrêté du 30 septembre 1957** relatif aux mesures de sécurité applicables aux chambres froides et aux locaux climatisés.

**Arrêté du 10 novembre 1976** concernant les circuits et installations de sécurité.

**Décret du 25 juin 1980** relatif à la législation concernant les établissements recevant du public et notamment les règlements de sécurité contre l'incendie pris en application des articles R121–1, R123-55, R152-4, et R152-5, du code de la construction.

## **Caractéristiques par rapport aux matériels et aux matériaux :**

Tous les matériels utilisés devront être conformes aux normes françaises (AFNOR).

Les mises en œuvre de matériels devront être conformes aux prescriptions et règles en vigueur.

Si pour une raison quelconque, un matériel ou un procédé de construction ne se rattache pas à une norme ou un avis technique, le maître d'Ouvrage, sur avis de son bureau de contrôle, sera seul juge de son emploi.

Tous les matériaux utilisés et en contact avec le fluide frigorigène doivent respecter la norme NF EN 378-2 de juin 2000 et entre autre le chapitre 8.

## **DECRETS ET ARRÊTES**

**Décret du 14 novembre 1988** relatif à la législation du travail, et notamment en application des articles L 231-1 et L231-2 du code du travail, relatifs à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre les courants électriques.

**Arrêté du 30 septembre 1957** relatif aux mesures de sécurité applicables aux chambres froides et aux locaux climatisés.

**Arrêté du 10 novembre 1976** concernant les circuits et installations de sécurité.

**Décret du 25 juin 1980** relatif à la législation concernant les établissements recevant du public et notamment les règlements de sécurité contre l'incendie pris en application des articles R121–1, R123-55, R152-4, et R152-5, du code de la construction.

Dans cet établissement **le permis de feu** est obligatoire.

**Arrêté du 18 juin 1980 (JO du 30 juillet 1980)** relatif aux règles des conditions d'hygiène applicables aux denrées animales et d'origine animale dans les entrepôts frigorifiques, et modifié par l'arrêté du 2 août 19 84 (JO du 2 septembre 1984)

**Arrêté du 9 mai 1995 (JO du 16 mai 1995)** relatif aux règles d'hygiène des aliments remis directement au consommateur. Il fixe notamment les températures maximales de conservation des aliments avec principalement 4 niveaux de température :

(+2°C) maxi pour poissons sur glace fondante et pour les steaks hachés.

(+4°C) maxi pour toutes les denrées animales ou végétales cuites ou précuites, prêtes à l'emploi, non stables à température ambiante.

- (+8°C) maxi pour tous les produits laitiers.
- (-18°C) maxi pour toutes les denrées surgelées.

**Décret du 09 septembre 1964 et modifié par le décret du 05 novembre 1997 (JO du 07 novembre 1997)** concernant les aliments surgelés.

**Arrêté du 19 mars 1998 (JO du 19 mai 1998)** relatif à la méthode d'échantillonnage et de mesure pour le contrôle officiel de la température des aliments surgelés destinés à l'alimentation humaine.

**Décret n° 92-12771 du 07 décembre 1992 (JO du 08 décembre 1992)** relatif aux fluides frigorigènes utilisés dans les équipements frigorifiques.

**Décret n° 98-560 du 30 juin 1998 (JO du 07 juillet 1998)** qui modifie le précédent (obligation de contrôle annuel d'étanchéité des installations de plus de 2kg).

**Décret n° 95-408 du 18 avril 1995 (JO du 19 avril 1995)** relatif à la lutte contre les nuisances sonores voir essentiellement :

- article R.48-1
- article R.48-2
- article R48-4

**Arrêté du 12 Janvier 2000 (JO du 03 février 2000)** relatif au contrôle d'étanchéité des éléments assurant le confinement des fluides frigorigènes utilisés dans les équipements frigorifiques.

**Décret n° 2007-737 du 07 mai 2007 (JO du 08 mai 2007)** relatif aux fluides frigorigènes utilisés dans les équipements frigorifiques et climatiques.

**Arrêté du 15 Mars 2000** relatif à l'exploitation des équipements sous pression.

## **Caractéristiques par rapport aux matériels et aux matériaux :**

Tous les matériels utilisés devront être conformes aux normes françaises (AFNOR).

Les mises en œuvre de matériels devront être conformes aux prescriptions et règles en vigueur.

Si, pour une raison quelconque, un matériel ou un procédé de construction ne se rattache pas à une norme ou un avis technique, le maître d'Ouvrage, sur avis de son bureau de contrôle, sera seul juge de son emploi.

Tous les matériaux utilisés et en contact avec le fluide frigorigène doivent respecter la norme NF EN 378-2 de juin 2000 et entre autres le chapitre 8.

## **Normes au niveau de l'acoustique :**

Il sera apporté une attention toute particulière sur l'émission sonore des équipements frigorifiques vers la surface de vente et vers l'extérieur.

Il sera appliqué la réglementation en vigueur, décret N° 95-408 du 18 avril 1995 (JO du 19 avril 1995).

Les installations devront être conçues de manière à limiter les niveaux de bruits engendrés par les appareils.



Les valeurs admises de l'émergence, en limite de propriété, sont calculées à partir des valeurs de 5 dB(A) en période diurne (7h à 22 h) et en période nocturne (22h à 07h), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif, fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit, selon le tableau Article R.48-4.

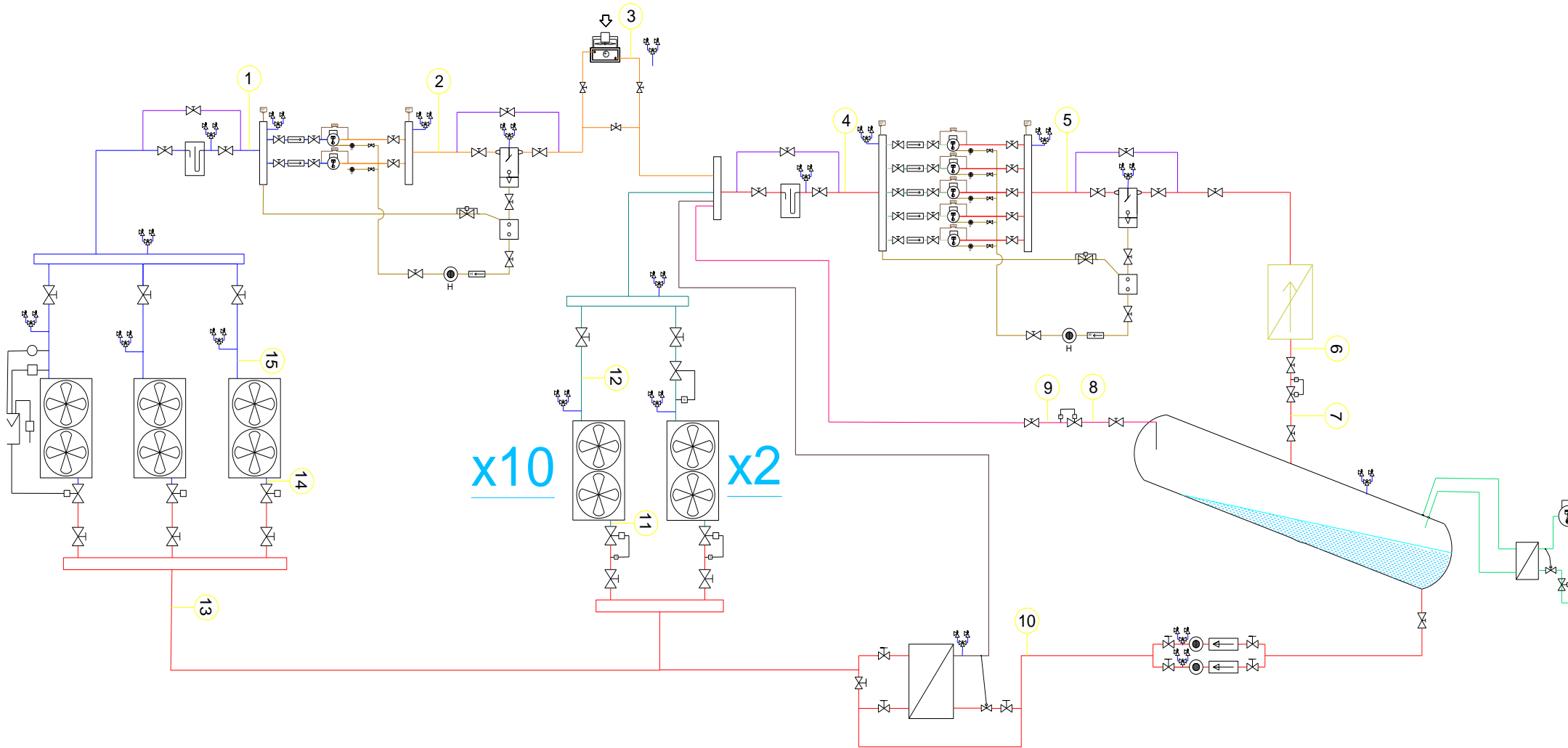
L'installateur devra impérativement, avant tout commencement des travaux, fournir les caractéristiques acoustiques de tous les appareils générateurs de bruits et préciser les mesures qu'il compte prendre pour obtenir les niveaux de pression sonore imposés.

### **Détecteurs de CO2 :**

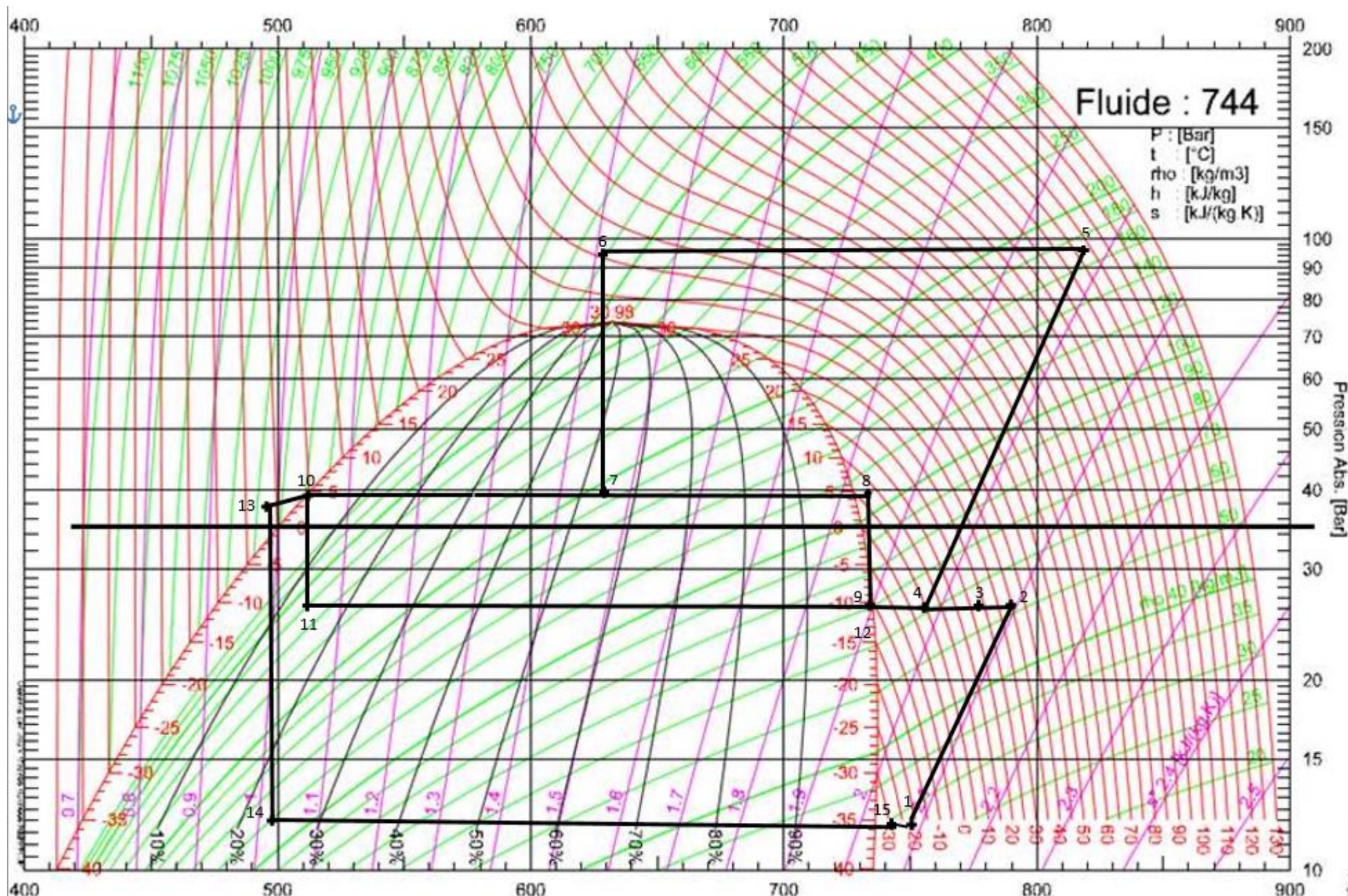
L'entreprise titulaire du présent lot devra équiper chaque Cellule et chambre froide d'au moins 1 détecteur de CO<sup>2</sup> selon le descriptif suivant :

Les valeurs des niveaux seront conformes à la norme prEN 378-1

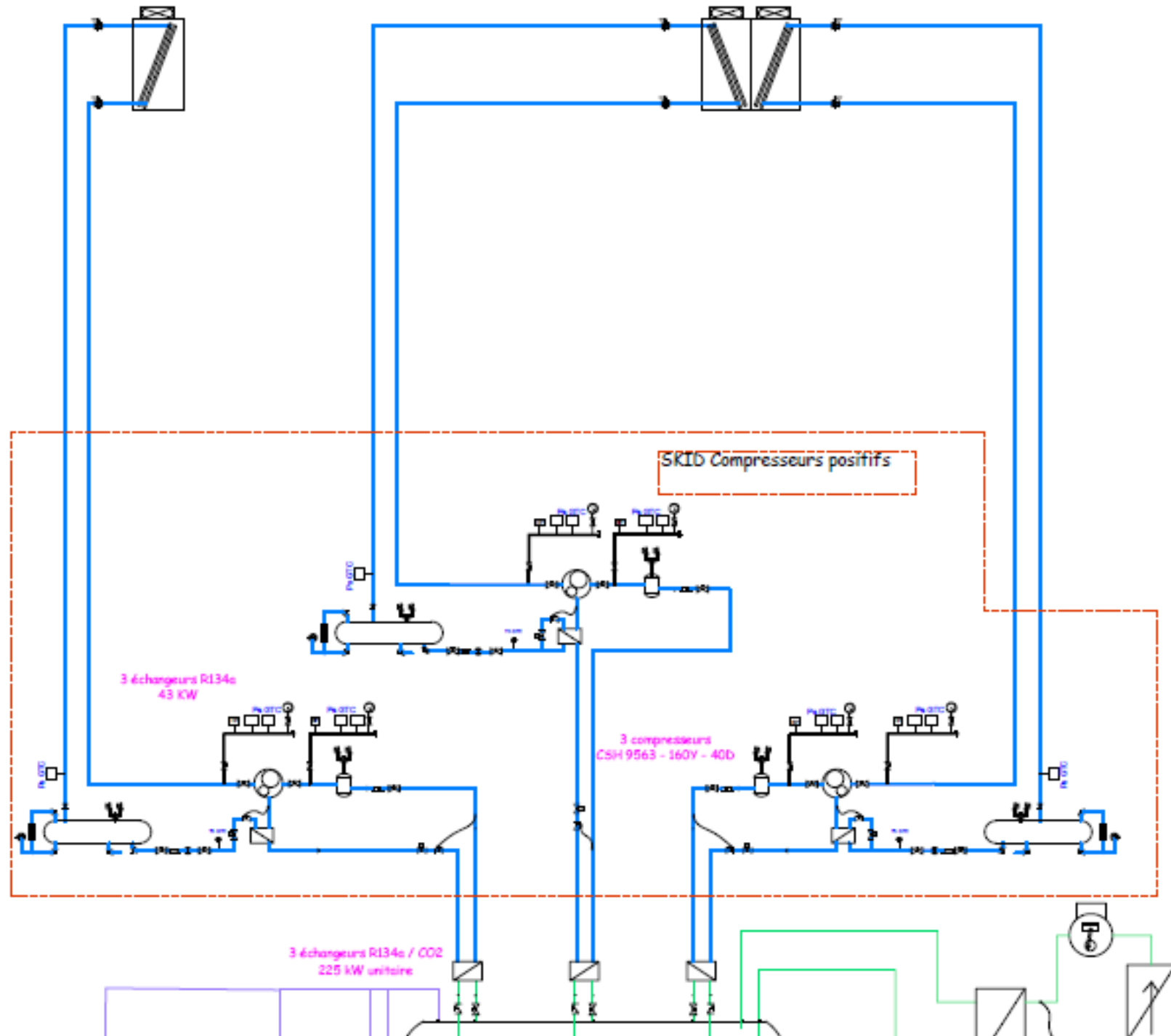
# Schéma booster CO2



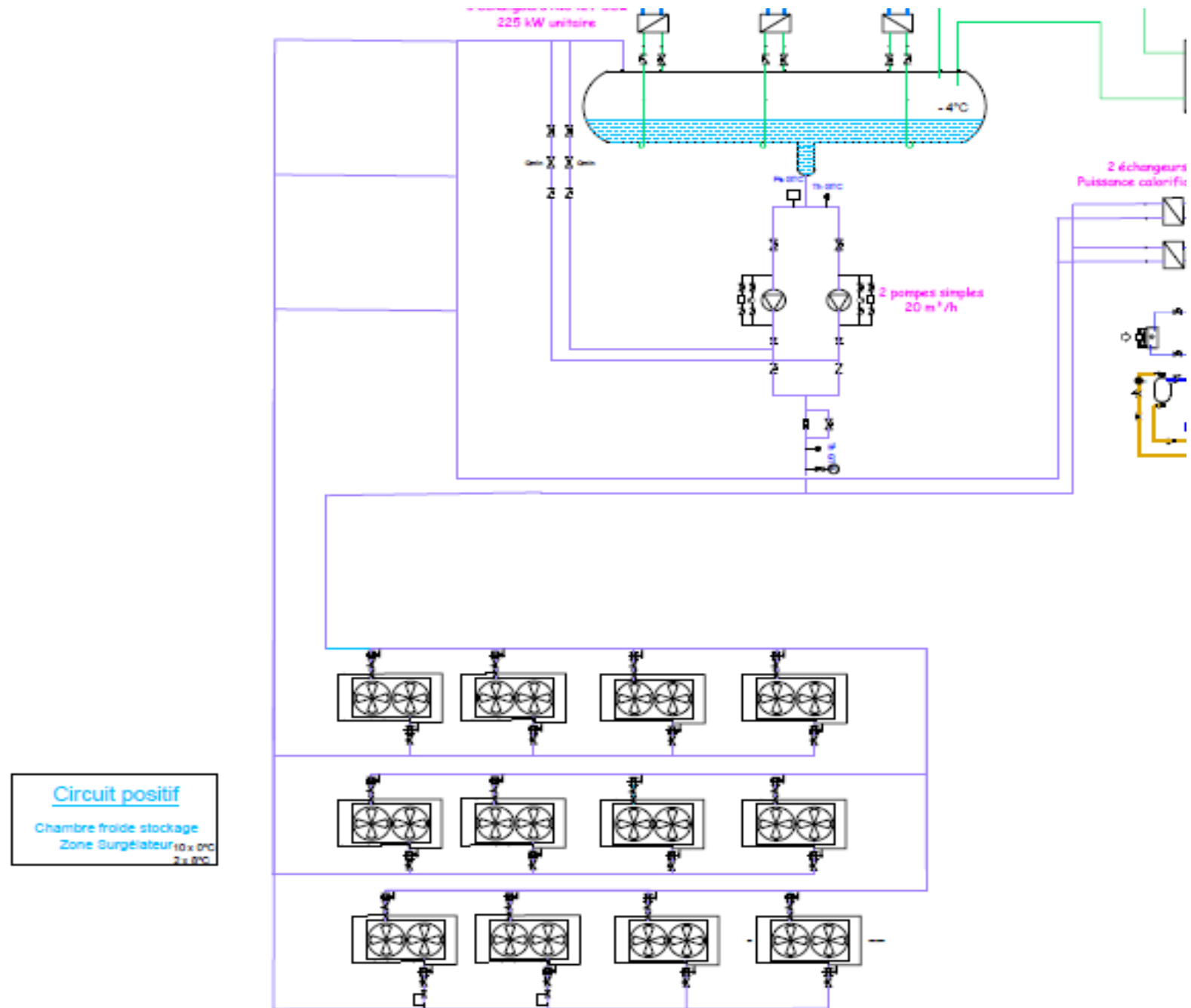
# Diagramme booster CO2 :



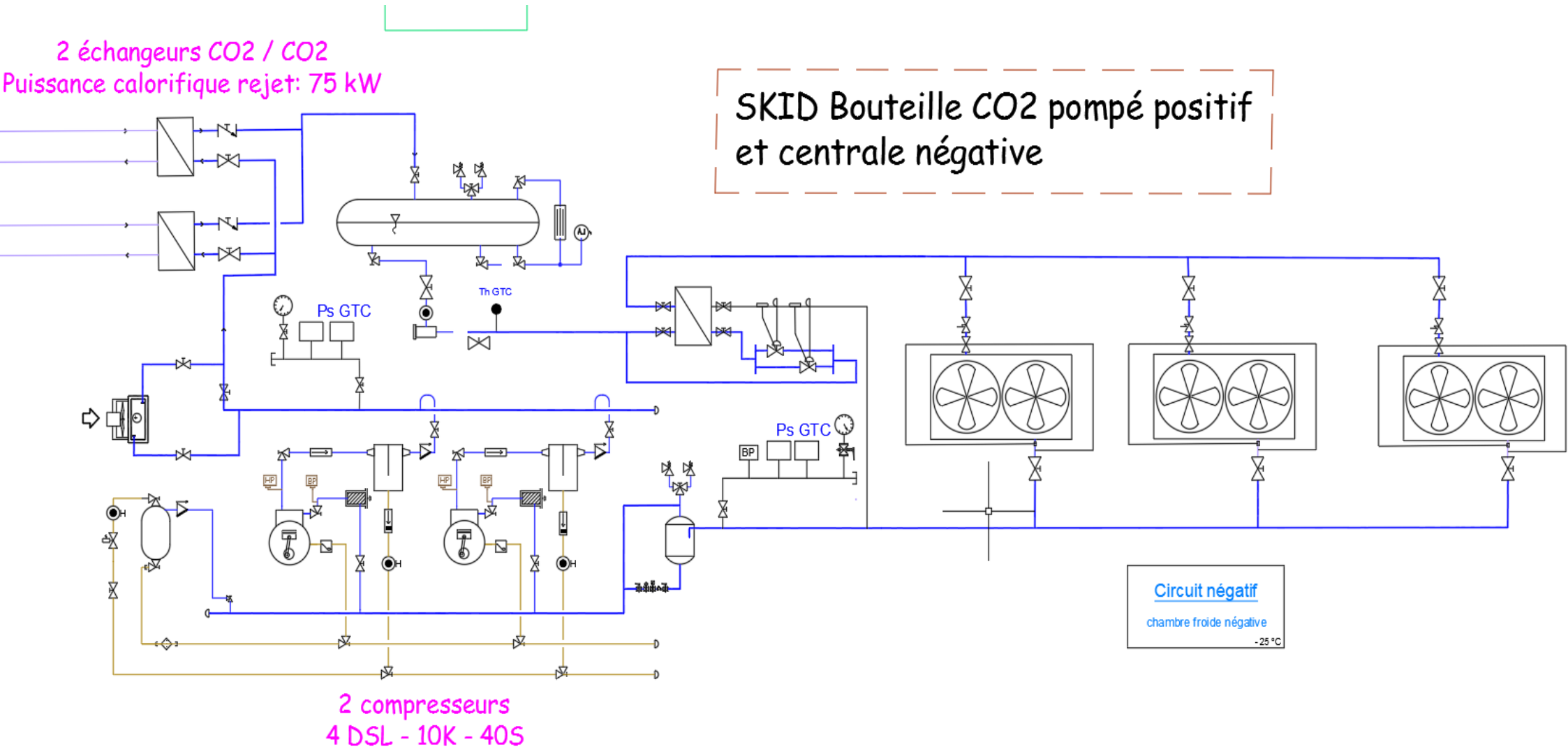
# Schéma CO2 / CO2 pompé / R134a :



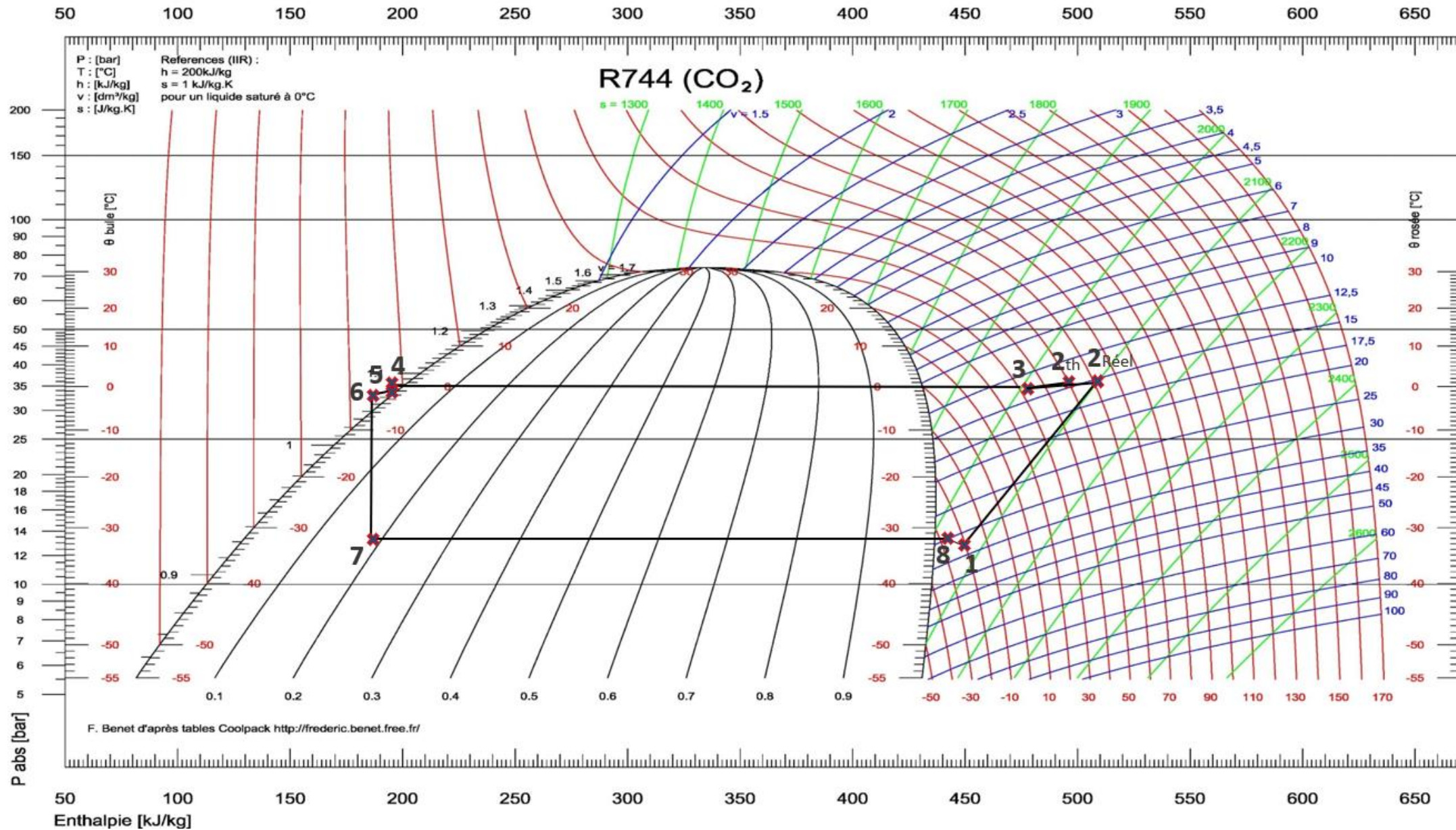
## Suite 2, schéma CO2 / CO2 pompé / R134a :



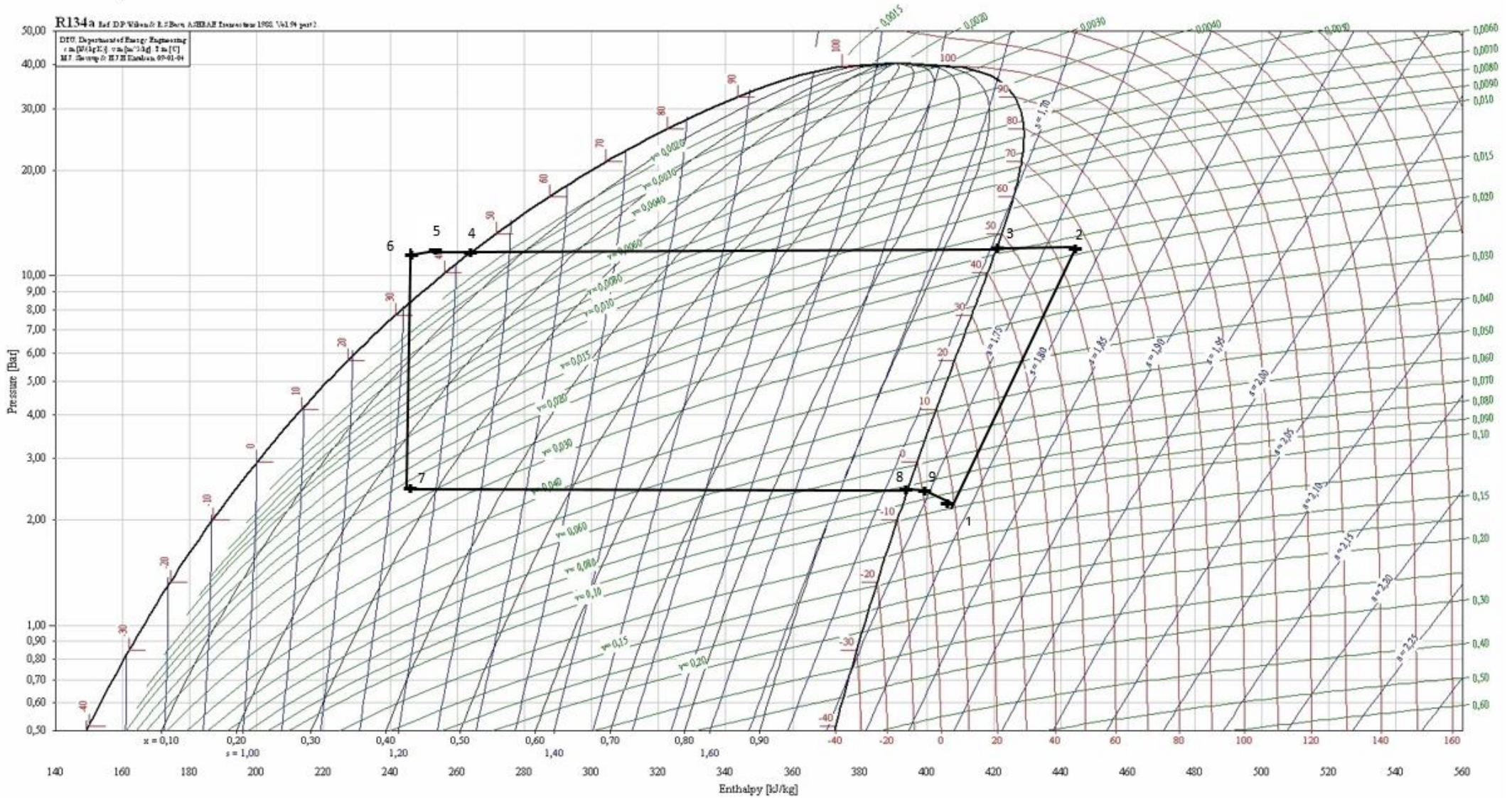
# Suite 3, schéma CO2 / CO2 pompé / R134a :



# Diagramme centrale négative :

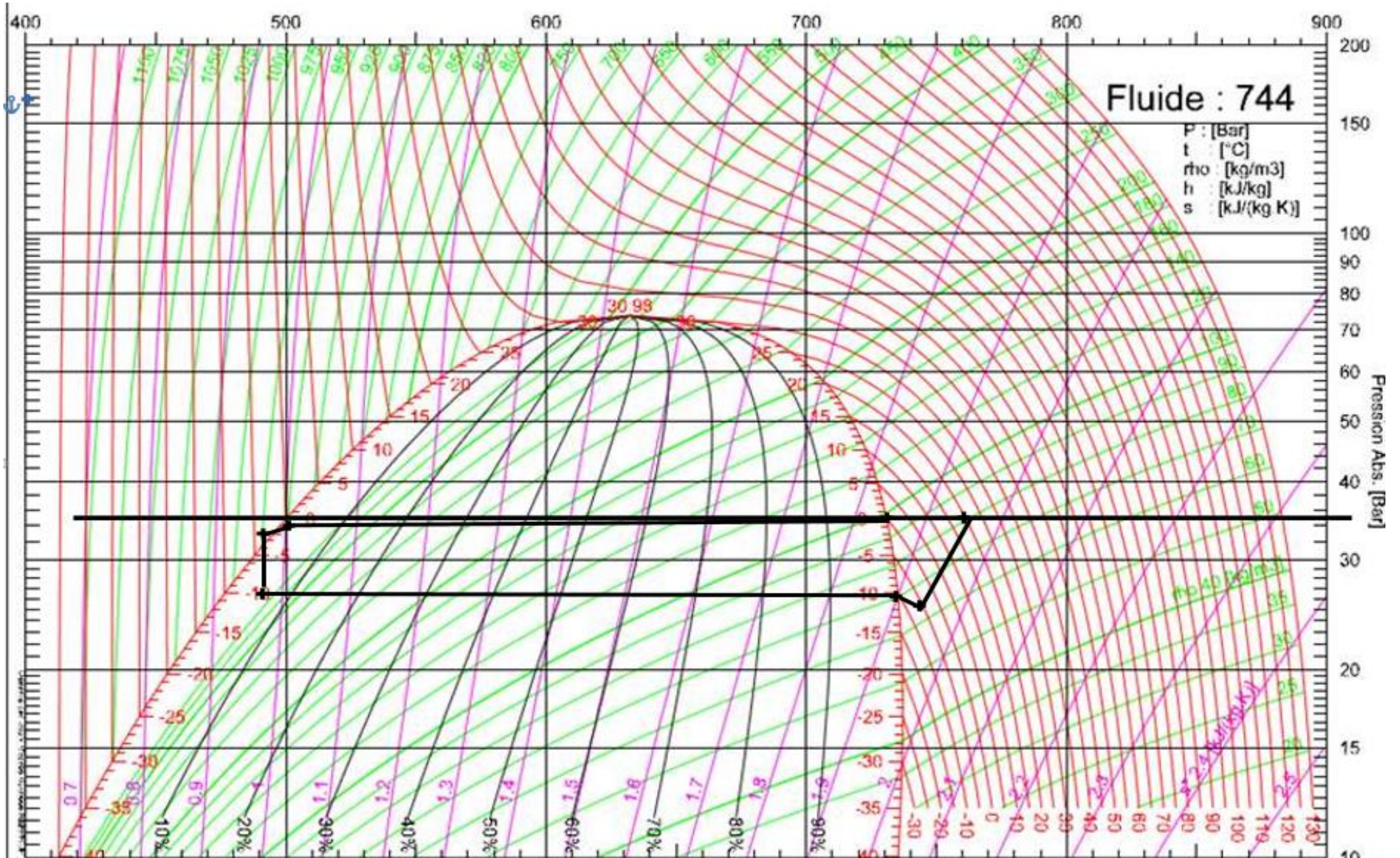


# Diagramme centrale positive :





# Diagramme CO2/CO2 pompé :



## Tableau comparatif des deux solutions proposées :

	<u>Solution n°1 :</u> <u>Installation en cascade R134a/CO<sub>2</sub></u> <u>pompé/ CO<sub>2</sub></u>	<u>Solution n°2 :</u> <u>Installation en booster CO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub></u>
<u>Avantage :</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuit CO<sub>2</sub> <u>sub</u>-critique</li> <li>• Pas de raccord ou soudure spécifique à utiliser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un seul fluide frigorigène utilisé</li> <li>• Aucun impact sur l'effet de serre</li> <li>• Volume des compresseurs réduit</li> <li>• Intéressant lorsque puissance centrale négative &lt; 20% puissance centrale positive</li> </ul>
<u>Energétique</u>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un seul fluide frigorigène utilisé (CO<sub>2</sub>)</li> <li>• Compresseur moins volumineux</li> </ul>
<u>Economique</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucun raccord ou soudure spécifique à effectuer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluide frigorigène moins chère</li> <li>• Compresseur centrale positive moins chère</li> <li>• Moins d'éléments spécifiques à acheter</li> </ul>

<u>Environnementale</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GWP R134a &gt; GWP CO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GWP CO<sub>2</sub> &lt; GWP R 134a</li> </ul>
<u>Inconvénients :</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation d'un système au R134a</li> <li>• Bouteille CO<sub>2</sub> à demander sur mesure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pression très haute en HP centrale positive (97 bar)</li> </ul>
<u>Energétique</u>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucun inconvénient par rapport au système en cascade</li> </ul>

On peut donc en conclure que le système CO<sub>2</sub> Booster est une solution intéressante car il n'y a besoin que d'un seul fluide frigorigène (Ici il s'agit du CO<sub>2</sub>).

<u>Economique</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bouteille CO<sub>2</sub> à demander sur mesure</li> <li>• R134a plus cher que CO<sub>2</sub></li> <li>• Plus grande consommation d'énergie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raccords et soudures faite par un spécialiste</li> </ul>
<u>Environnementale</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GWP R 134a &gt; GWP CO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucun inconvénient par rapport au système en cascade</li> </ul>

## Justification du choix de la solution retenue :

La solution retenue est celle du CO<sub>2</sub> / CO<sub>2</sub> pompé / R134a. Cette solution parait la meilleure, dans un premier temps par rapport aux pressions de refoulement qui seront moindres avec du R 134a. On travaillera en subcritique. Ce n'est pas un problème d'avoir du R134a sur cette installation sachant que celui-ci sera confiné dans la salle des machines. De ce fait, le poids de R134a dans les installations sera moindre.

Pour une installation bien régulée avec détendeur électronique et variateurs de vitesse sur les compresseurs, les performances des compresseurs sont meilleures que celles du cycle au CO<sub>2</sub>.

Cette solution est particulièrement adaptée sur les sites d'entreposage regroupant du stockage positif et négatif.

Les valeurs du COP varient entre les deux fluides, la valeur du COP pour le CO<sub>2</sub> sera toujours plus faible que celles du COP pour le R134a. Donc la solution d'avoir du R134a reste meilleure pour ce type d'installation avec des puissances conséquentes.



On parlera de fluide primaire pour le R134a et de fluide secondaire pour le CO<sub>2</sub>. Le problème au niveau du R134a est que le volume massique du fluide est plus important que celui du CO<sub>2</sub>, donc partir avec du CO<sub>2</sub> en fluide secondaire peut être intéressant pour le coup final de l'installation par rapport aux tuyauteries qui seront plus petite qu'avec du R134a.

## Par rapport aux normes en vigueur :

Même si le R134a n'est pas un fluide naturel comme le CO<sub>2</sub>, son GWP n'est pas très important, il sera de l'ordre de 1430. En 2020 les installations avec des fluides qui ont un GWP supérieur à 2500 seront arrêtées.

Pour les installations en Cascade CO<sub>2</sub> / R134a, en 2022 la réalisation de ces installations sera encore autorisés pour toutes les centrales frigorifique de plus de 40 KW fonctionnant au R134a. Donc pas de risque au niveau du R134a dans les années à venir.

<p>1<sup>er</sup> Janvier 2020</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>Meubles réfrigérés commerciaux GWP &gt; 2500</b> Exemple : Tout meuble réfrigéré fonctionnant au R404a/R422D ou R437a.</li><li>■ <b>Réfrigération fixe GWP &gt; 2500</b> Exemple : Toute installation fixe fonctionnant au R404a/R422D ou R437a.</li><li>■ <b>Clim mobile autonome GWP &gt; 150</b> Exemple : Climatiseur mobile fonctionnant au R410a ou R407C.</li></ul>	<p><b>Interdiction de recharger avec du fluide neuf les installations GWP &gt; 2500 et charge &gt; 40Teq.CO<sub>2</sub>.</b></p> <p>Exemple :</p> <p>Toute installation fonctionnant au :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ R404a avec charge &gt; 10.6kg</li><li>▪ R422d avec charge &gt; 14.6kg</li><li>▪ R437a avec charge &gt; 15.6kg</li></ul>
<p>1<sup>er</sup> Janvier 2022</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>Meubles réfrigérés commerciaux GWP &gt; 150</b> Exemple : Tout meuble réfrigéré fonctionnant au R134a ou R407F.</li><li>■ <b>Centrales multipostes &gt; 40kW GWP &gt; 150</b></li><li>■ <b>Saut circuit primaire avec GWP &lt; 1500 d'une installation en cascade</b> Exemple : Toute centrale frigorifique de plus de 40kW fonctionnant au R134a ou R407F. Seront autorisées les installations cascade CO<sub>2</sub> / R134a.</li></ul>	

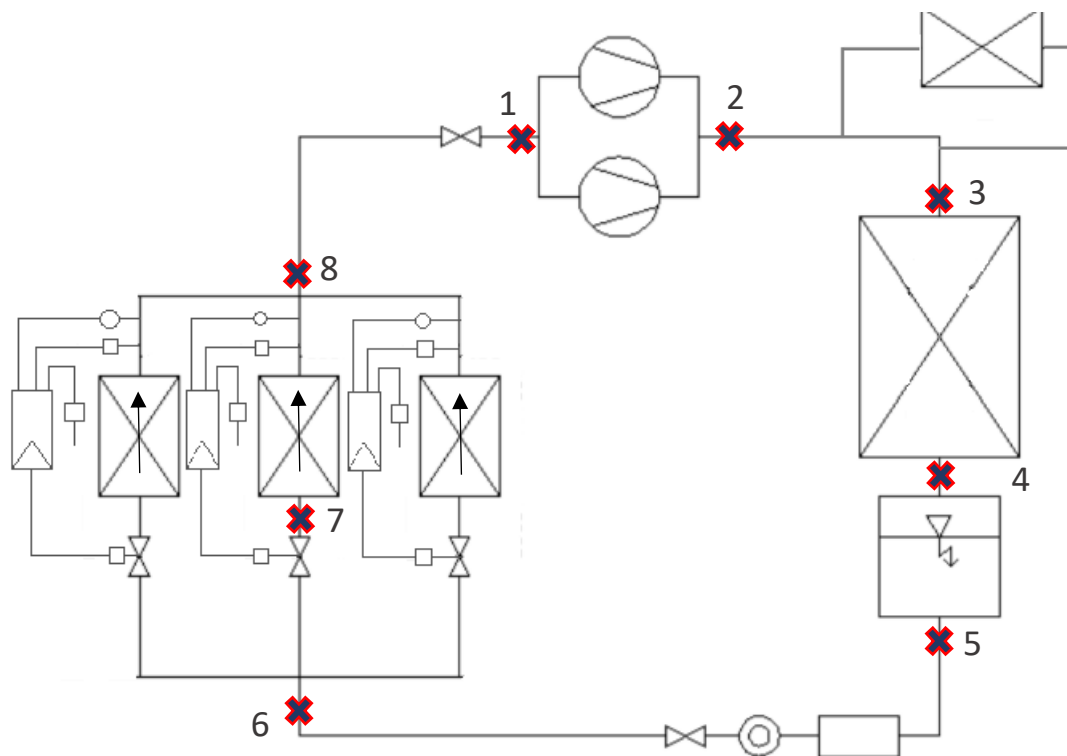
---

# LOT FROID NEGATIF

---

- I. Elaboration du cahier des charges avec bilan frigorifique
  - A. Dimensionnement des éléments d'émission de la cellule négative
  - B. Dimensionnement centrale négative
  - C. Dimensionnement du collecteur d'aspiration
  
- II. Sélection des éléments de la centrale négatives
  - A. Choix des composants
  - B. Devis quantitatif de la centrale et des éléments d'émission
  
- III. Elaboration des plans et du schéma
  - D. Réalisation du schéma de principe de la centrale négative
  - B. Schéma de principe détaillé de la centrale négative et des éléments d'émission
  - C. Implantation des appareils frigorifiques sur Autocad
  - D. Schéma d'implantation des évaporateurs négatifs
  - E. Production des plans d'implantation des réseaux fluidiques d'alimentation des évaporateurs de la cellule négative.  
  - A. Régulation des chambres froides négatives

En premier lieu je me suis d'abord mis à faire un schéma simplifié et le diagramme du R744 de la chambre froide négative, pour les produits La production étant négative, la sélection du fluide portera sur du R744 (CO<sub>2</sub>) car ce fluide a un cout moindre, il ne prend pas un grand volume et a un GWP de 1 par contre il pose un grand problème : il faut travailler avec de grosses pressions et il est très toxique, il faut donc être formé pour manipuler des installations au R744.



Pour la partie basse pression Les CF seront à  $-25^{\circ}\text{C}$  et auront un dt de 7/8 avec un sous refroidissement du liquide  $\text{CO}_2$  de  $2^{\circ}\text{C}$

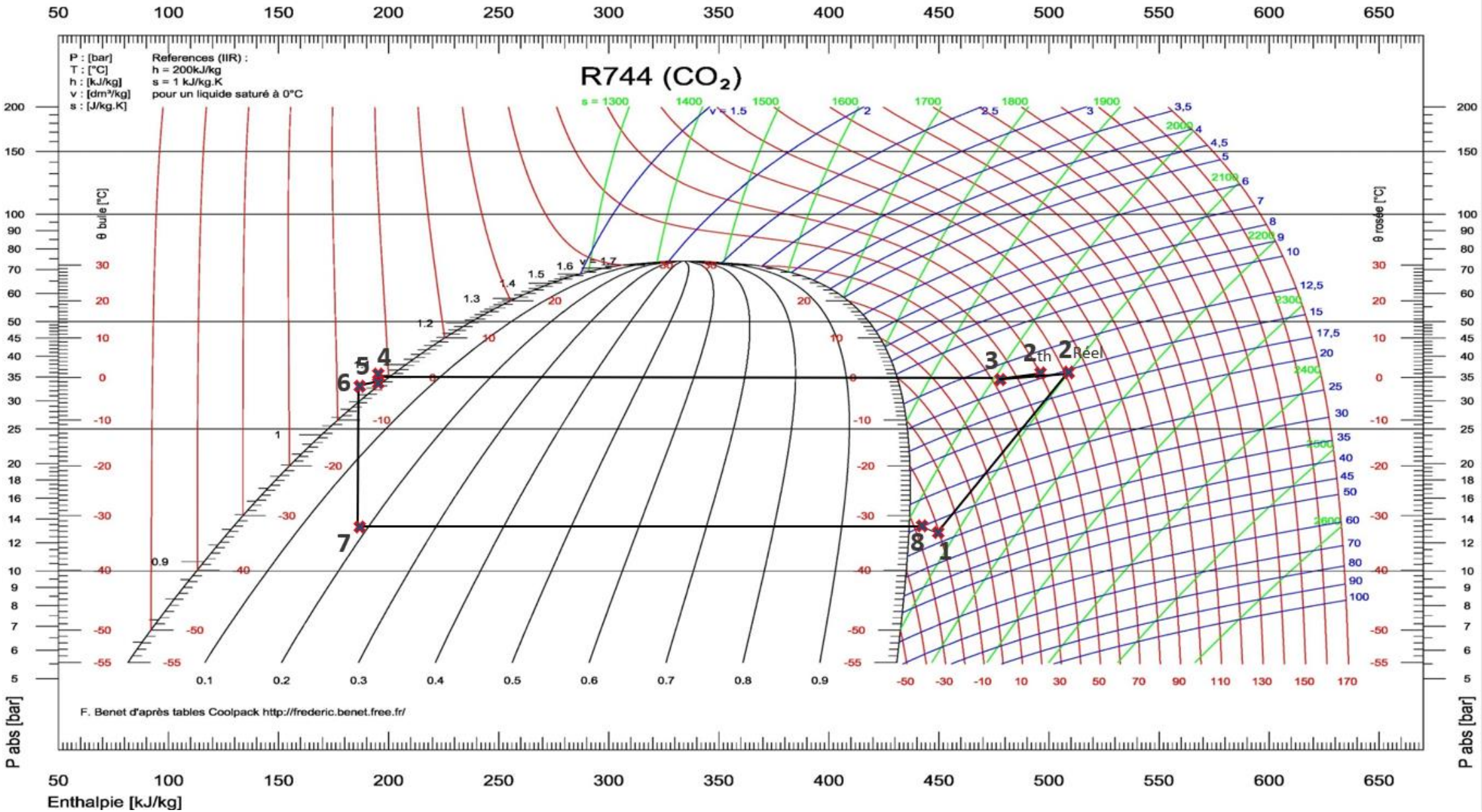
Pour la partie haute pression j'ai pris une condensation à  $0^{\circ}\text{C}$  car le fluide refroidisseur étant à  $-4^{\circ}\text{C}$  on aura en moyenne une différence de température de  $4^{\circ}\text{C}$  avec une surchauffe maxi des détendeurs de  $5^{\circ}\text{C}$

Pour les pertes de charges j'ai établi les hypothèses suivantes :

- $1.5^{\circ}\text{C}$  entre la sortie de l'évaporateur et le collecteur d'aspiration de la centrale.
- $-1^{\circ}\text{C}$  entre le collecteur de refoulement de la centrale et l'entrée du condenseur.
- $-1^{\circ}\text{C}$  entre la sortie du condenseur et le réservoir liquide. 1
- $-1^{\circ}\text{C}$  entre le départ liquide de la centrale et l'entrée au détendeur

Ce qui m'a permis de définir le diagramme théorique suivant :

# Diagramme de la centrale négative au R744



Après avoir réalisé le diagramme de la centrale la chambre froides négatives j'ai pu établir le tableau thermodynamique ce qui nous permettra d'obtenir différente base de calcul par la suite (débit volumique, volume balayé, COP de l'installation)

Point	P (bar)	$\theta_{sat}$ (°C)	$\theta$ (°C)	h (kJ/kg)	v (m <sup>3</sup> /kg)	S (kJ/kg.K)	X (%)
1	13	-33	-22	450	0.029	2,050	100
2 <sup>th</sup>	36	1	50	496	0.0147	2,050	100
2 <sup>réel</sup>	36	1	61	508,2	0,00016	2,100	100
3	35	0	37	476	0,014	2,030	100
4	35	0	-2	192	0,0001	1.214	0
5	34	-1	-6	185	0,0001	1.2	0
6	33	-2	-6	185	/	/	0
7	13,4	-32	-32	185	0,00584	/	17
8	13,4	-32	-27	440	0,033	1.75	100

Ici nous allons déterminer les différentes caractéristiques thermodynamiques du point 2 réel on commenceras d'abord par calculer l'enthalpie au point afin d'obtenir les autres caractéristiques du point grâce au diagramme pour ce faire on admettra un rendement mécanique de 0,9 qui est une moyenne, on obtiendra donc les calculs suivants :

$$\eta_m = 0.9$$

$$\eta_v = 0.94 - 0.02 \times \frac{P_{hp}}{P_{bp}}$$

$$\eta_v = 0.94 - 0.02 \times \frac{35}{13,4}$$

$$\eta_v = 0.88$$

$$\eta_g = \eta_m \times \eta_v$$

$$\eta_g = 0.9 \times 0.88$$

$$\eta_g = 0.79$$

$$h_{2r} = h_1 + \frac{(h_{2th} - h_1)}{\eta_g}$$

$$h_{2r} = 450 + \frac{(496 - 450)}{0.79}$$

$$h_{2r} = 508.2 \text{ kJ/kg}$$



Après avoir calculé les caractéristiques thermodynamiques au point 2 réel on pourra aussi calculer les caractéristiques thermodynamiques au point 7 qui se situe à l'état de liquide plus vapeur (dans la cloche du digramme) on calculeras d'abord le titre en vapeur et par la suite le volume du fluide au point 7, ce qui nous donne :

$$X7 = \frac{(h7 - hLIQSAT)}{(hVAPSAT - hLIQSAT)}$$

$$X7 = \frac{(185 - 130)}{(446 - 130)}$$

$$X7 = 0.17$$

$$v7 = (1 - X7) \times v LIQSAT + X7 \times v VAPSAT)$$

$$v7 = (1 - 0.17) \times 0.0009 + 0,17 \times 0.03$$

$$v7 = 0.00584 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Nous avons donc fini de remplir le tableau thermodynamique il nous servira par la suite à dimensionner le collecteur d'aspiration, mais pour le moment nous allons réaliser le dimensionnement des éléments d'émission de la chambre froide négative.

Pour ce faire, il m'a fallu définir les besoins énergétiques afin de connaître la puissance frigorifique à respecter, c'est le rôle du bilan frigorifique.

J'ai donc utilisé un fichier Excel crée lors de mon deuxième stage dans le bureau d'études CETEFF il me permet de rentrer des valeurs changeantes pour avoir les besoins énergétiques de chaque chambre froide.

J'ai donc fait un bilan de façon puriste (apports par les parois, apports dus à l'éclairage, aux ventilateurs, aux ouvertures de portes, à la chaleur des produits...) et j'ai pris les dimensions grâce au plan qui nous a été fournis sur Autocad de la chambre froide négative, chaque apport me donneras un résultat en Kilojoule ce qui me permettra de faire la somme et de le transformer en Kilowatt.

Je réaliserais par la suite un résumer des différentes hypothèses que j'ai établie et réaliser dans mon bilan frigorifique afin d'établir le dimensionnement des éléments d'émission de la cellule négative et obtenir la puissance dont j'aurais besoin pour maintenir la chambre froide négative à température on appelleras cette puissance-là  $\phi_0$ .

# Excel créer lors de mon stage dans l'entreprise CETEFF

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	
1	type	température	entrée produit	charge	entrée journalière	m	C	Q													R mur	U mur		R plafond	U plafond		R sol		
2	CF surgelés	-25 C	-18 C	300 kg/m <sup>3</sup>	100 kg/m <sup>3</sup>	38881 kg	1,50 KJ/Kg C	408246 kJ													5,91 m <sup>2</sup> K/W	0,163 m <sup>2</sup> K/W		6,054 m <sup>2</sup> K/W	0,165 m <sup>2</sup> K/W		5,954 m <sup>2</sup> K/W	0	
3																													
4																													
5	Parois	U	Δθ	Surface	P						hauteur	volume	portes	mur a	mur b	mur c	mur d												
6	Portes	30 W/m <sup>2</sup>		6,60 m <sup>2</sup>	0,198 kW						5,50 m	2138 m <sup>3</sup>	6,60 m <sup>2</sup>	195,11 m <sup>2</sup>	60,28 m <sup>2</sup>	195,11 m <sup>2</sup>	60,28 m <sup>2</sup>												
7	Pa	0,165 W/m <sup>2</sup> K	60 C	195,11 m <sup>2</sup>	1,930 kW						surface																		
8	Pb	0,169 W/m <sup>2</sup> K	25 C	60,28 m <sup>2</sup>	0,255 kW						369 m <sup>2</sup>										1/hi								
9	Pc	0,169 W/m <sup>2</sup> K	25 C	195,11 m <sup>2</sup>	0,825 kW																0,10 m <sup>2</sup> K/W								
10	Pd	0,169 W/m <sup>2</sup> K	45 C	60,28 m <sup>2</sup>	0,459 kW																	0,25 m <sup>2</sup> K/W							
11	Plafond	0,165 W/m <sup>2</sup> K	60 C	368,81 m <sup>2</sup>	3,853 kW																								
12	Sol	8 W/m <sup>2</sup>		368,81 m <sup>2</sup>	3,110 kW																								
13	Total				10,630 kW																								
14																													
15			T cycle	86400 s	918458 kJ																								
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22	Q Produits:	408 246 kJ	14%																										
23	Q Surfaceutiques	918 458 kJ	33%																										
24	Q Linéiques	91 846 kJ	3%																										
25	Q air	121 465 kJ	4%																										
26	Q éclairage	89 581 kJ	3%																										
27	Q Personne	241 920 kJ	9%																										
28	Q Appareils	576 000 kJ	20%																										
29	Q Ventilateurs	226 800 kJ	8%																										
30	Q inchiffrables	146 882 kJ	5%																										
31																													
32	Q global	2 821 198 kJ																											
33		52,24 kW																											
34		24,43 W/m <sup>2</sup>																											
35																													
36																													
37																													
38																													
39																													
40																													
41																													
42																													
43																													
44																													
45																													
46																													
47																													
48																													
49																													
50																													
51																													
52																													
53																													

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>N=</td><td>1,21 m<sup>2</sup></td><td>Alitude=</td><td>80 m</td></tr> <tr> <td>air entrant</td><td>0 C</td><td>60%</td><td>8,57 KJ/Kg</td></tr> <tr> <td>air intérieur</td><td>-25 C</td><td>90%</td><td>-24,29 KJ/Kg</td></tr> <tr> <td>Q renouvellement d'air</td><td></td><td></td><td>121465 kJ</td></tr> </table>	N=	1,21 m <sup>2</sup>	Alitude=	80 m	air entrant	0 C	60%	8,57 KJ/Kg	air intérieur	-25 C	90%	-24,29 KJ/Kg	Q renouvellement d'air			121465 kJ	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Eclairage:</td><td>P unitaire pour les labos:</td><td>12 W/m<sup>2</sup> à</td><td>15 W/m<sup>2</sup></td></tr> <tr> <td></td><td>P unitaire pour chambre froide:</td><td>8 W/m<sup>2</sup></td><td></td></tr> <tr> <td></td><td>hypothèse temps:</td><td>8 H</td><td></td></tr> <tr> <td></td><td>NB de lampes:</td><td>≈1 pour 15 m<sup>2</sup></td><td></td></tr> <tr> <td></td><td>Q éclairages:</td><td></td><td>89581 kJ</td></tr> </table>	Eclairage:	P unitaire pour les labos:	12 W/m <sup>2</sup> à	15 W/m <sup>2</sup>		P unitaire pour chambre froide:	8 W/m <sup>2</sup>			hypothèse temps:	8 H			NB de lampes:	≈1 pour 15 m <sup>2</sup>			Q éclairages:		89581 kJ	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Personnes:</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Puissance:</td><td>température ambiante de la CF</td><td>-25 C</td><td>420 W</td></tr> <tr> <td></td><td>Hypothèse temps:</td><td>8 H</td><td></td></tr> <tr> <td></td><td>nombre personnes:</td><td>20</td><td></td></tr> <tr> <td></td><td>Q Personnes:</td><td></td><td>241920 kJ</td></tr> </table>	Personnes:				Puissance:	température ambiante de la CF	-25 C	420 W		Hypothèse temps:	8 H			nombre personnes:	20			Q Personnes:		241920 kJ
N=	1,21 m <sup>2</sup>	Alitude=	80 m																																																							
air entrant	0 C	60%	8,57 KJ/Kg																																																							
air intérieur	-25 C	90%	-24,29 KJ/Kg																																																							
Q renouvellement d'air			121465 kJ																																																							
Eclairage:	P unitaire pour les labos:	12 W/m <sup>2</sup> à	15 W/m <sup>2</sup>																																																							
	P unitaire pour chambre froide:	8 W/m <sup>2</sup>																																																								
	hypothèse temps:	8 H																																																								
	NB de lampes:	≈1 pour 15 m <sup>2</sup>																																																								
	Q éclairages:		89581 kJ																																																							
Personnes:																																																										
Puissance:	température ambiante de la CF	-25 C	420 W																																																							
	Hypothèse temps:	8 H																																																								
	nombre personnes:	20																																																								
	Q Personnes:		241920 kJ																																																							

Laboratoires	Conditions intérieures			Ratios d'avant projet	
	θ int. [°C]	HR int. [%]	Δθ dep. [°C]	Eclairage et machines	Occupation
Découpe	+ 8 / 10	60 / 70	12	60 wh et m <sup>2</sup>	1 personne / 10 m <sup>2</sup>
Emballage	+ 8 / 10	60 / 70	12	120 wh et m <sup>2</sup>	1 personne / 8 m <sup>2</sup>
Découpe / Emballage	+ 8 / 10	60 / 70	12	200 à 300 wh et m <sup>2</sup>	1 personne / 6 m <sup>2</sup>
Steack haché	0 / + 2	80	8	3 à 5 kWh et par local	1 personne / 8 à 10 m <sup>2</sup>

Activités	Puissance dégagée par une personne [W]	Température ambiante de la chambre froide [°C]	Puissance dégagée par une personne [W]
Couché	70	10	210
Assis au repos	104	5	240
Assis travail léger	139	0	270
Debout travail léger	174	-5	300
Marche lente	232	-10	330
Travail moyen	290	-15	360
Marche rapide	348	-20	390
Course rapide	638	-25	420
Travail très intense	696	-30	450

Volume de la chambre froide V <sub>CF</sub> [m <sup>3</sup> ]	Renouvellement par en m <sup>3</sup> /24 h N service normal	Volume de la chambre froide V <sub>CF</sub> [m <sup>3</sup> ]	Renouvellement par m <sup>3</sup> /24 h N service normal
5	44,4	170	8,5
8,5	34,5	220	6,5
10	29,5	260	4,9
14	26	420	3,9
17	23	570	3,5
28	17,5	700	3
42	14	850	2,7
56	12	1 100	2,3
85	9,5	1 400	2
110	8,8	2 100	1,6
140	7,2	2 800	1,4

V chambre froide	Renouvellement	V chambre froide	Renouvellement

Ces puissances représentent les besoins maximums en été de la base en activité

## Détails du bilan frigorifique :

### 1) Apport d'énergie par les produits :

L'apport d'énergie par les produits se fera en fonction des paramètres suivant :

- Température d'entrée du produit	-18°C
- Température de la chambre froide	-25°C
- Masse d'entrée journalière des produits	100 Kg/m <sup>2</sup>
- Masse de produits	39 Tonnes
- Chaleur spécifique des produits	1,5 Kj/Kg°C

Les justificatifs des différentes hypothèses sont :

-J'ai choisi une température d'entrée du produit de -18°C car selon l'Arrêté du 9 mai 1995 pour toutes les denrées surgelées la température minimum est de -18°C.

- Afin que les produits surgelés soient à bonne température il nous faut une température d'évaporation du fluide devant être située à -25°C, avec un dt de 7/8, l'ambiance de la chambre froide se situe sur une plage -25/-23°C.

-Pour la masse d'entrée journalière des produits j'ai sélectionné 100 Kg/m<sup>2</sup>, j'ai trouvé cette masse dans des tableaux de mes cours de 1<sup>ère</sup> année de BTS.

-La masse de produit a été établie avec la surface de la chambre froide lorsqu'on la multiplie par la masse d'entrée journalière des produits ce qui donne.

$$m = 100 \times 389 = 39T$$

-Enfin pour trouver la chaleur spécifique des produits j'ai utilisé un tableau de données de mes cours de 1<sup>ère</sup> année de BTS ou il y a recensé toutes les chaleurs spécifiques de chaque produit surgelé j'ai donc fait une moyenne ce qui me donne 1,5 Kj/Kg°C.

$$Q_{produits} = m \times c \times (\theta_e - \theta_{CF})$$

type	température	entrée produit	charge	entrée journalière	m	C	Q
CF surgelés	-25°C	-18°C	300 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>	38881 kg	1,50 Kj/Kg°C	408246 kj

## 2) Apport d'énergie par les parois :

L'apports d'énergie par les parois est la plupart du temps le plus gros apport d'Energie surtout dans les chambres froides négatives car l'écart de température entre les deux côtés de la paroi occasionne une grande perte d'énergie.

Il faut dans un premier temps relever sur le schéma Autocad de la chambre froide toute les surfaces je les ais donc répertorier dans mon excel avec la température la plus haute que l'on pourra retrouvé en été.

hauteur	volume	portes	mur a	mur b	mur c	mur d
5,50 m	2138 m <sup>3</sup>	6,60 m <sup>2</sup>	195,11 m <sup>2</sup>	60,28 m <sup>2</sup>	195,11 m <sup>2</sup>	60,28 m <sup>2</sup>
	surface					
	389 m <sup>2</sup>					
			35°C			
			a			
			35,48 m			
0°C	b	10,96 m	-25°C	10,96 m	d	20
	porte	1,20 m	35,48 m			
			c			
			0°C			
			plafond:		35°C	

Maintenant que l'on possède toute les surface de chaque parois et la température sur la surface extérieur de la chambre froide, nous allons rechercher les caractéristiques de la parois pour cela je me suis rendu sur le site internet Isocab qui est une marque de panneaux isotherme j'ai donc pu trouver les données suivante :

# Panneaux isothermes

*Epaisseurs chambres froides négatives: 120mm*

$1/h_i = 10 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

$1/h_e = 25 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

$\lambda = 0.021 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

}

$U = 0,169 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

$sol = 8 \text{ W/m}^2$

*Porte = 30 W/m<sup>2</sup>*

Une fois toutes ces données recueillies nous pouvons passer au calcul de l'apport d'énergie par les parois on utilisera la formule :

$$Q_{produits} = U \times (\theta_{\text{extérieur}} - \theta_{CF}) \times S$$

Parois	U	$\Delta\theta$	Surface	P
Portes	30 W/m <sup>2</sup>		6,60 m <sup>2</sup>	0,198 kW
Pa	0,165 W/m <sup>2</sup> K	60°C	195,11 m <sup>2</sup>	1,930 kW
Pb	0,169 W/m <sup>2</sup> K	25°C	60,28 m <sup>2</sup>	0,255 kW
Pc	0,169 W/m <sup>2</sup> K	25°C	195,11 m <sup>2</sup>	0,825 kW
Pd	0,169 W/m <sup>2</sup> K	45°C	60,28 m <sup>2</sup>	0,459 kW
Plafond	0,165 W/m <sup>2</sup> K	60°C	388,81 m <sup>2</sup>	3,853 kW
Sol	8 W/m <sup>2</sup>		388,81 m <sup>2</sup>	3,110 kW
Total				10,630 kW
		T cycle	86400 s	918458 kJ

### 3) Apport d'énergie par le renouvellement d'air :

Pour calculer l'apport d'énergie par le renouvellement d'air on se basera sur la formule suivante :

Tableaux d'enseignement technique de 1<sup>re</sup> année en (m<sup>3</sup>/24H) →

Volume chambre froide en (m<sup>3</sup>) →

$$Q_{\text{renouvellement d'air}} = \frac{N \times V_{CF}}{v_{\text{air intérieur}}} \times (h_{\text{air}E} - h_{\text{air}I})$$

→ Enthalpie air intérieur (Kj/kg)

→ Enthalpie air entrant (Kj/kg)

→ Volume air CF sur digramme de l'air humide en (m<sup>3</sup>/kg)

**Tableau 02 : Pour des chambres froides négatives valeurs de renouvellement d'air du volume de la chambre froide en 24h pour un service normal N**

V chambre froide négative V <sub>CF=0°C</sub> [m <sup>3</sup> ]	Renouvellement par m <sup>3</sup> /24 h N	V chambre froide négative V <sub>CF=0°C</sub> [m <sup>3</sup> ]	Renouvellement par m <sup>3</sup> /24 h N
2,5	52	100	6,8
3	47	150	5,4
4	40	200	4,6
5	35	250	4,1
7,5	28	300	3,7
10	24	400	3,1
15	19	500	2,8
20	16,5	600	2,5
25	14,5	800	2,1
30	13	1 000	1,9
40	11,5	1 500	1,5
50	10	2 000	1,3
60	9	2 500	1,1
80	7,7	> 3 000	1,05

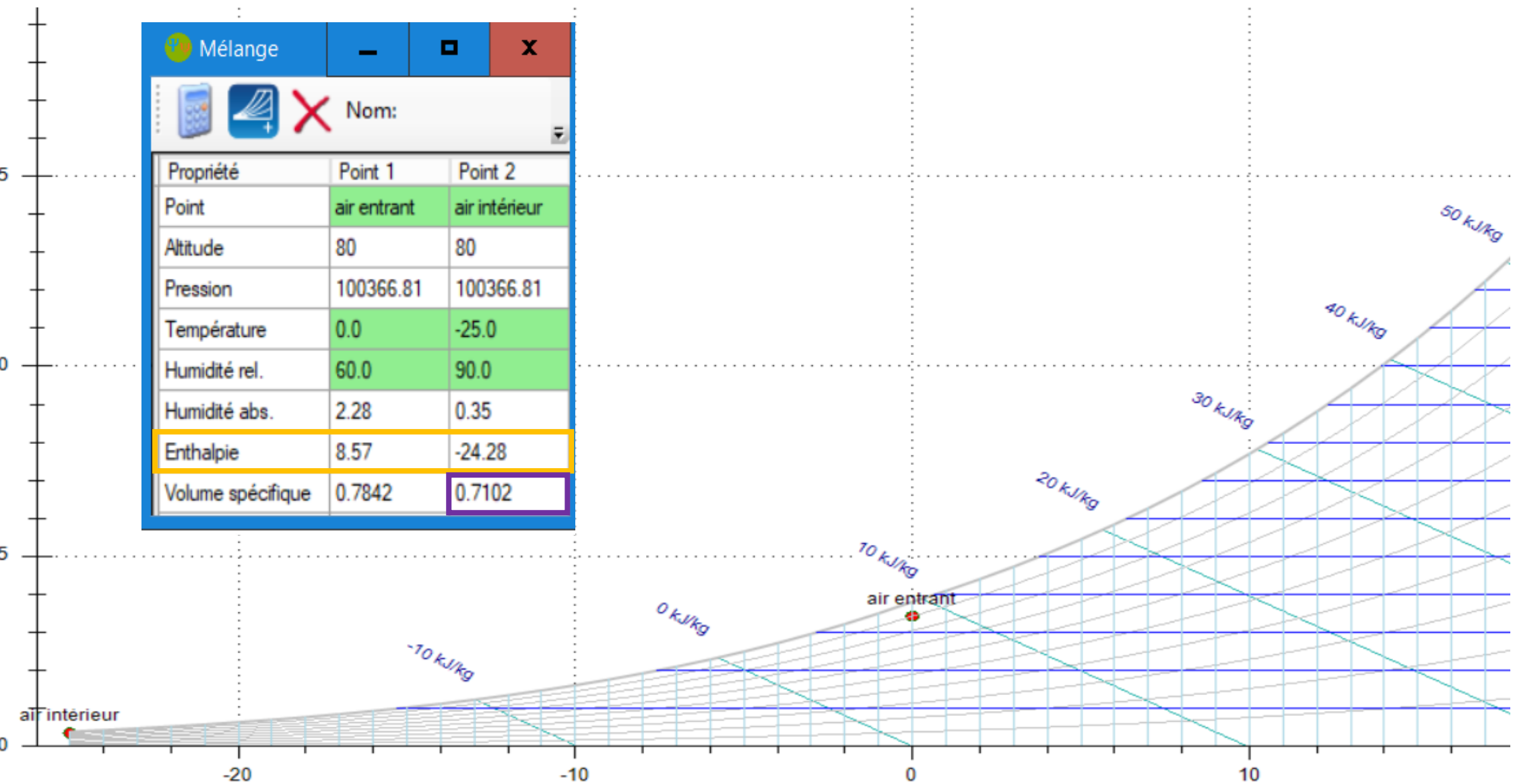
$$N = 1,22 \text{ m}^3/24\text{h}$$

Pour 2138 m<sup>3</sup>

Mélange

Nom:

Propriété	Point 1	Point 2
Point	air entrant	air intérieur
Altitude	80	80
Pression	100366.81	100366.81
Température	0.0	-25.0
Humidité rel.	60.0	90.0
Humidité abs.	2.28	0.35
Enthalpie	8.57	-24.28
Volume spécifique	0.7842	0.7102



Une fois toutes les données recueillies nous obtenons donc ce résultat :

N=	1,21 m <sup>3</sup>		Altitude=	80 m
air entrant	0°C	60%	8,57 Kj/Kg	
air intérieur	-25°C	90%	-24,29 Kj/Kg	0,7 m <sup>3</sup> /Kg
Q renouvellement d'air		121465 kj		

4) Apport d'énergie par l'éclairage :

L'apport d'énergie par l'éclairage est assez faible car de nos jours on installe des LED dans les chambres froides nous prendrons donc l'hypothèse qu'elles ont une puissance unitaire de 8 W/m<sup>2</sup> et on estime qu'elles seront allumées tout au long d'une journée de travail soit 8h ce qui nous donne la formule suivante :

$$Q \text{ éclairage} = \frac{PU}{1000} \times \frac{T}{3600} \times \text{SurfaceCF}$$



Eclairage:	
P unitaire pour les labos:	12 W/m <sup>2</sup> à 15 W/m <sup>2</sup>
P unitaire pour chambre froide	8 W/m <sup>2</sup>
hypothèse temps:	8 H
Q éclairages:	89581 kj

5) Apport d'énergie par les moteurs des ventilateurs :

Avec le logiciel et le bilan frigorifique que j'ai pu trouver dans le CCTP fourni par l'entreprise CTEFF il nous faudrait 6 ventilateurs j'ai regardé via le logiciel HK Réfrigération la puissance que dégage un moteur de ventilateur et à ça nous avons le temps de fonctionnement qui est de 16 H/j.

On obtient la formule suivante :

$$Q \text{ éclairage} = \frac{PU}{1000} \times \frac{T}{3600}$$

Ventilateur	
hypothèse	6 Ventilateurs
	500 W
	21 H
Q ventilateurs:	226800 kj



6) Apport d'énergie par les personnes :

Pour l'apport par les personnes j'ai émis l'hypothèse qu'il y avait 20 personnes travaillant pendant 8 H/j car après un entretien avec le bureau d'études CETEFF qui a pu avoir un contact avec le client m'a informé qu'il y avait beaucoup de personne dans la chambre froides négative. On retrouvera aussi un apport d'énergie suivant la température j'ai établi qu'il dégagé environ 420 W de chaleur grâce au tableau ci-dessous de mes cours de 1<sup>ère</sup> année de BTS :

Température ambiante de la chambre froide [°C]	Puissance dégagée par une personne [w]
10	210
5	240
0	270
- 5	300
- 10	330
- 15	360
- 20	390
- 25	420
- 30	450

$$Q \text{ éclairage} = \frac{W \theta}{1000} \times NbP \times \frac{T}{3600}$$



Personnes:		
Puissance:	Température ambiante de la CF=	-25°C 420 W
	Hypothèse temps:	8 H
	nombres personnes:	20
	Q Personnes	241920 k



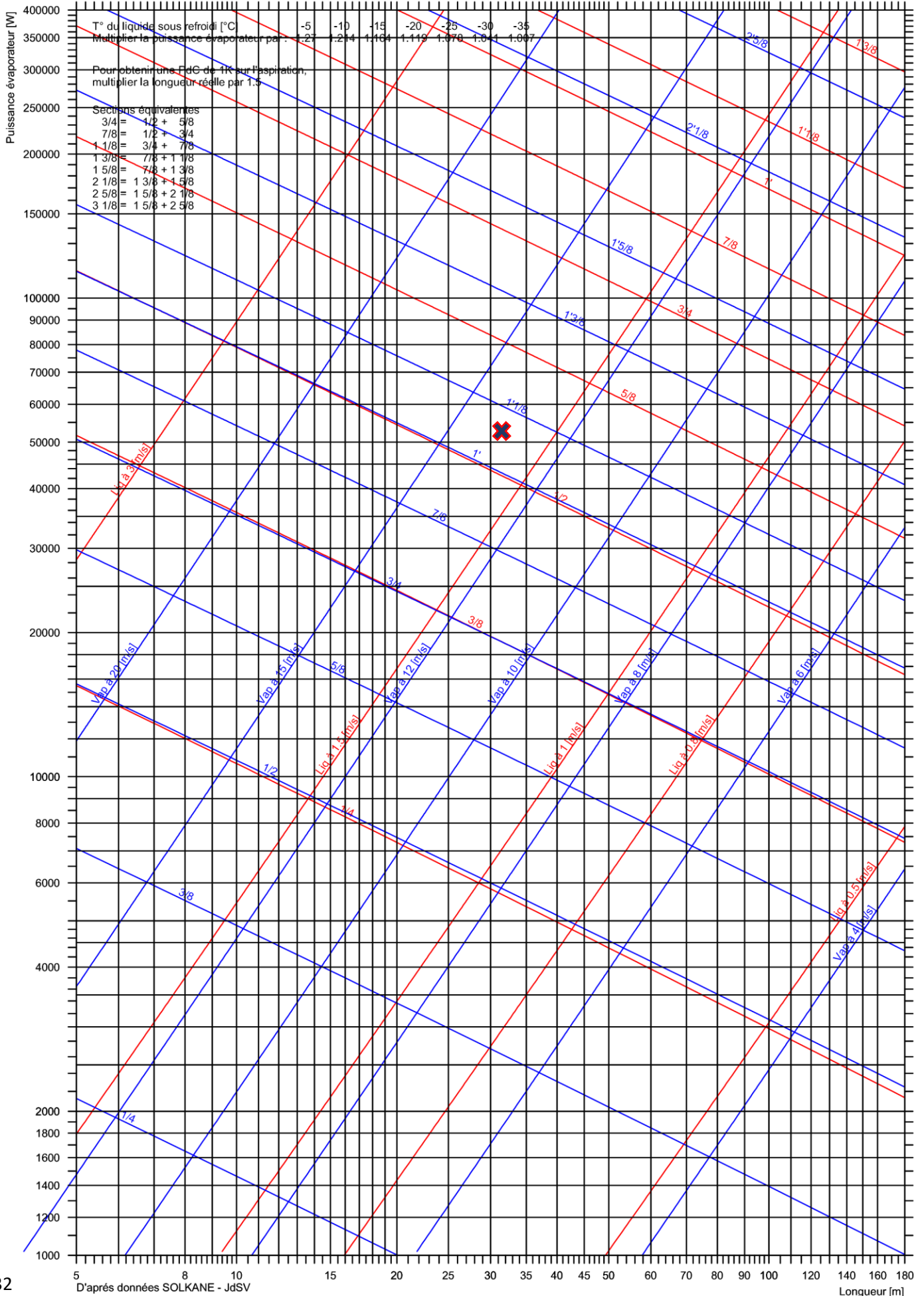
# BILAN:

	Q Produits:	408 246 kj	14%
<u>10%</u>	Q Surfamiques	918 458 kj	32%
	Q Linéiques	91 846 kj	3%
	Q air	121 465 kj	4%
	Q éclairage	89 581 kj	3%
	Q Personne	306 720 kj	11%
<u>Donnée CETEFF</u>	Q Appareils	518 400 kj	18%
	Q Ventilateurs	226 800 kj	8%
	Q inchiffrables	151 418 kj	5%
	Q global	2 832 934 kj	
		52,46 kW	

### Aspiration et Liquide HP : CO2

T° aspiration : -18°C - T° liquide : -2°C  
 T° condensation : -2°C - T° évaporation : -36°C

PdC aspiration (1.5K) : 60.5 [kPa]  
 PdC liquide (1K) : 87.8 [kPa]



Aspiration :

Avec le schéma juste au-dessus on doit prendre du 1 pouce pour le collecteur d'aspiration

$$Q_{mBP} = \frac{\phi_0}{\Delta H_{ON}} = \frac{\phi_0}{h_8 - h_7}$$

$$Q_{mBP} = \frac{52}{440 - 185}$$

$$Q_{mBP} = 0,20 \text{ Kg/s}$$

$$qv = V_{asp} \times Q_{mBP}$$

$$qv = 0,20 \times 0,029$$

$$qv = 5,8 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

## Sélection des évaporateurs :

Nous disposons maintenant de la puissance à apporter pour refroidir la chambre froide soit environ 52 Kw afin d'avoir une bonne diffusion de l'air dans les chambres froide négatives et avoir un évaporateur entre chaque rangé j'ai sélectionné 3 évaporateurs et comme nous sommes en froid industriel je suis parti sur des évaporateurs cubique avec au moins 2 ventilateurs pour éviter l'arrêt de l'évaporateur en cas de panne d'un ventilateur. Je m'oriente sur la gamme 3C-A de Friga-Bohn.

J'ai utilisé le logiciel de sélection d'évaporateur HK Refrigeration qui permet le choix rapide de l'équipement adéquat. Cependant, afin d'éviter les raccourcis et le manque d'approfondissement, j'ai au préalable regardé la sélection sur le catalogue avec les caractères suivants :

- Température de la chambre froide	-25°C
-Fluide	CO2
-Delta téta	8°C
- Type	Cubique
- Puissance froid été	52 Kw
-Puissance froid unitaire	17,3 Kw
- Dégivrage	Electrique
-Option	Avec chaussettes


Ce qui nous donne sur le logiciel Hk Refrigeration :


Mode  
 Selection  Calculation  
 Customer :  Proposal ref. :  Item :

Selection criteria  
 Capacity :  (kW) +/-  %  
 Room temperature :  (°C)    
 (=Air inlet temperature)    
 Delta T1 (Dew) :  K Average Delta T :  K  
 (DTI Eurovent according to EN)  
 Fluid :   
 Number of units :

Range  
 Ceiling unit – Wall unit :  MR  MH  
 Dual discharge :  TA  GTI  GTA  
 3C-A  
 Commercial cubic :  3C-A  
 Industrial cubic :  NK  
 Tunnels :  NF  NW  
 Centrifugal :  NC  
 Old range (For consultation) :  MUC-LUC  SKB  SD  
 Show negative Units (In positive application) - 3C range

Optional criteria  
 Rotation speed :  (tr/mn)  
 Fin spacing :  (mm)  
 EC motor Option  
 Option BIN (Stainless steel)  
 Results :  Variable Delta T1 - Fixed capacity  
 Variable capacity - Fixed Delta T1



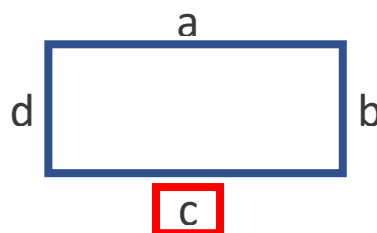




Model	Unit Capacity	DTI (Dew) / DTM (Mean)	Nb. x Diam. Fan/Unit	Motor coupling	Air flow (m3/h)	Air throw (m)	Tot. max. input power	Unit price (€)
3C-A 4266 L	17,6	8,2 / 8,2	2 x 450	Delta	10580	31	1000	5255,85
3C-A 4364 L	17,6	7,8 / 7,8	3 x 450	Star *	13620	32	1110	6751,93
3C-A 4364 L	17,6	6,9 / 6,9	3 x 450	Delta	17540	36	1500	6751,93
3C-A 4366 L	17,6	6,3 / 6,3	3 x 450	Star *	12100	30	1110	7901,51

Après avoir validé sur le logiciel je suis tombé avec l'évaporateur sélectionné lors de ma recherche sur le catalogue le

**3C-A-4266 L** j'ai choisi celui-ci car c'est celui qui coute le moins cher et étant donné que les 3 évaporateurs sont situés sur le mur le plus long ( C ) on aura pas besoins d'une grande projection d'air.



Marque	Modèle	Puissance	Nombre	Prix Unitaire	$\Delta\theta$
Friga-Bohn	3C-A 4266 L	17,6 Kw	3	5 255 €	8,2°C



## Sélection des compresseurs:

Après avoir fixé mes puissances, je vais calculer le volume balayé que devrait avoir le compresseur. Ceci afin d'assurer le choix de mon compresseur.

$$vb = 5,8 \times 10^{-3} \times 3600$$

$$vb = 20,88 \text{ m}^3/\text{h}$$

Cela m'a donné un volume balayé minimum de **20,88 m<sup>3</sup>/h** pour les compresseurs négatifs (CO2).

Pour choisir le compresseur j'ai effectué ma sélection avec le catalogue puis je suis allé sur le logiciel Bitzer afin de confirmer cette sélection et d'avoir toutes les caractéristiques du compresseur.



J'ai sélectionné 2 compresseurs à piston car il faut que ci un compresseur casse l'installation puisse fonctionner mais aussi des compresseurs à pistons coute beaucoup moins chère que des pistons à vis.

J'ai sélectionné les compresseurs avec les caractères suivants :

- Température évaporation -35°C
- Température condensation 0°C
- Fluide CO2
- Puissance frigorifique 26,5 Kw
- Puissance froid été 52 Kw
- Fluide sous refroidi 2°C
- Surchauffe à l'aspiration 10°C
- Surchauffe utilisable 5°C
- Volume balayé minimum 10,44 m<sup>3</sup>/h

**Résultats** | Limites | Données techniques | Dimensions | Informations | Documentation | Formations

Valeurs provisoires  
 \*Données de performance du compresseur sont certifiées ASERCOM (voir Données T./ Recommanda.)  
 \*d'après EN12900 (surchauffe des gaz aspirés de 10K, 0K sous-refroidissement liquide)

↑ Compresseur	4DSL-10K-40S
↓ Etages de puissance	100%
Puiss. frigorifique	30,1 kW
Puiss. frigorifique *	29,5 kW
Puiss. évaporateur	29,4 kW
Puiss. absorbée	8,84 kW
Intensité (400V)	15,21 A
Plage des tensions	380-420V
Puissance de condensation	38,9 kW
Facteur de puiss.	3,33
Facteur de puiss. *	3,34
Débit masse	430 kg/h
Température gaz refoulement non refroidi	70,9 °C

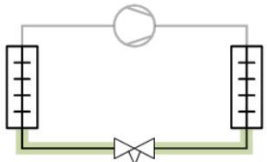
Mon choix est donc porté sur le compresseur **4DSL -10K**

Pour les condenseurs la puissance de rejet de la centrale négative est estimée à **55 kW** sur 2 échangeurs à plaque avec 2 x 29 des compresseur et 5kw des évaporateurs

En rentrant les mêmes caractéristiques que le compresseur on peut obtenir le détendeur électronique ci-dessous avec le logiciel Danfoss:

Système : Détente directe

**Conduite sélectionnée: Ligne liquide**



Conditions de fonctionnement :

Puissance :  
 Puissance frigorifique : 52,86 kW  
 Débit massique dans la conduite 737,5 kg/h  
 Puissance calorifique : 64,61 kW

Évaporation :  
 Température : -33,2 °C  
 Surchauffe utile : 5,0 K  
 Surchauffe additionnelle : 5,0 K

Condensation :  
 Température : 0,0 °C  
 Sous-refroidissement : 2,0 K  
 Sous-refroidissement additionnel : 3,0 K

Charge : 80 %  
 Chute de pression du distributeur : 0 bar


Ligne liquide (Système à détente directe. R744. Détendeur électronique)  
**Sélection : CCM 10 Selected code number: 027H188**

Sélectionné	Type	DN	Puissance max. [kW]	Puissance min. [kW]	Charge [%]	DP [bar]	Vitesse, entrée [m/s]	Résultat
<input checked="" type="radio"/>	CCM 10	15	190,0	3,343	28	22,03	0,97	✓
<input type="radio"/>	CCM 20	20	403,3	8,252	13	22,03	0,54	✓
<input type="radio"/>	CCM 30	25	593,5	24,56	9	22,03	0,33	✓
<input type="radio"/>	CCM 40	25	994,0	41,57	5	22,03	0,33	✓

Fluide frigorigène : R744 (CO2)  
 Raccordements : Tous


Familles de produits

- ETS
- CCM**
- CCMT
- AKV
- AKVH
- ICM
- ICMTS
- AKVA




La CCM est une vanne à commande électrique spécialement conçue pour les systèmes au CO2. Elle peut fonctionner comme détendeur et comme vanne de bypass gaz avec régulation de contre-pression dans les applications subcritiques.  
 Pression max. de service (PS/PMS) : 90 bar (1 305 psi).

**CCM 10**  
**Ligne liquide (Système à détente directe. R744. Détendeur électronique)**



Avec son régulateur électronique

**Product details**



**EKC 302D**

**Application(s):** 1,2,3  
**Expansion Valve Type:** TXV  
**Refrigeration System:** Single evaporator  
**Number of Compressors:** No compressor control, Single compressors  
**Control Features:** Electrical defrost, Fan on/off, Alarm, Light, Rail heat  
**Digital Inputs:** Retransmission of contacts position, Door contact function with alarm, Starting a defrost, Main switch - start/stop of cooling, Night setback, Ther  
**Communication:** MOD bus: Built-in, LON bus: Card  
**Mounting:** DIN Rail  
**External Display:** External Display  
**Software Functionality:**  
**Temperature Sensor Support:** Pt1000, PTC 1000, NTC 5000

OK

## Sélection Complète avec prix et modèles :

### Production de froid négatif :

#### Une armoire électrique pour la centrale négative :

Modèle : 2500-50A    Marque : Totaline    Protection principale : 100A    Compresseur  
Imax : 40-50 A    Code : FGPG 2120 A    Prix : 4 624€

#### Une bouteille anti-coup de liquide en acier avec réintégration automatique :

Modèle : LCY 47 S    Marque : Carly    Raccord : 7/8 "    Volume : 3.2 dm<sup>3</sup>  
P service : 47 bars    Code : JACL 0740 A    Prix : 172.20€

#### Un régulateur d'huile électrique par compresseur :

Modèle : OM4-CBB    Marque : Alco contrôle    Référence : 805 062    Code : JEAL 0090 A  
Prix : 758.40€

#### Sachant qu'il y a deux compresseurs, alors :

$758.40 \times 2 = \mathbf{1\ 516.80€}$

#### Un boîtier filtre à cartouches feutre remplaçables par compresseur :

Modèle : BCY 4878    Marque : Carly    Code : 1401407    Puissance frigo. CO<sub>2</sub> : 102 kW  
Tarif : 270.30 €

#### Sachant qu'il y a 2 compresseurs alors :

$270.30 \times 2 = \mathbf{540.60 €}$

#### Un séparateur d'huile à flotteur, démontable avec vannes d'isolement et voyants :

Marque : Carly    Modèle : TURBOIL 3007 S/MMS    Raccord : 7/8 "    Volume : 2.33dm<sup>3</sup>  
Puissance pour le R744 : 54 kW    P max : 46 bars    Code : JBCL 2030 A    Prix : **487.80€**

#### Un réservoir d'huile avec clapet de dégazage taré à 1.4Bar et purge :

Modèle : HCYR 40    Marque : Carly    Code : 0553 597    Raccord entrée/sortie : 3/8"  
Volume mb : 4-20    Pression : 46 bars    Prix : **636.00€**

Il faudra donc une réduction 3/8" / 1/4"



Il faut également un clapet taré à 1.4 bar :

Modèle : HCY CT3      Marque : Carly      Code : 0 553 812      Tarage : 1.40 bar  
Tarif : **87.40 €**

Des soupapes de sécurité double sur vanne 3 voies sur chaque partie isolable :

Modèle :

Un circuit d'huile par compresseur :

Electrovanne réinjection d'huile :

Modèle : E3S 120      Marque : US RECO      Raccord : ¼''      Pression max : 21 bars  
Type de bobine : MKC1      Code :      Prix :

Filtre à huile :

Modèle : SCY-P6 60 S      Marque : Carly      Raccord : ¾''      Longueur : 171 mm  
Code : GHCL 0050 H      Prix : 223.30€

Vanne d'isolement :

Modèle : GBC 18s H      Marque : Danfoss      Raccord : ¾''      Référence : 009G 7419  
PMS : 90 bar      KV : 15.45 m<sup>3</sup>/h      Code : GADA 3049B      Prix : 66.26€

Sachant qu'il faut plusieurs vannes d'isolement, alors :

5 × 66.26 =

Modèle : GBC 22s H      Marque : Danfoss      Raccord : 7/8''      Référence : 009G 7420  
PMS : 90 bar      KV : 21.30 m<sup>3</sup>/h      Code : GADA 3051 B      Prix : 72.30€

Sachant qu'il faut plusieurs vannes d'isolement, alors :

5 × 72.30 =

Filtre déshydrateur :

Modèle : DCY-P6 305 S/MMS      Marque : Carly      Diamètre : 5/8 ''      Capacité : 42.5kg  
Code : GDCL 2221 H      Prix : 85.70€

Voyant liquide :

Modèle : 3747 E/5      Marque : Castel      Diamètre : 5/8 ''      Code : GJCS 7323 A  
Prix : 73.42 €

Electrovanne qui sera normalement fermé (NF) :

Modèle : AKVH 10-6      Référence : 068 F 4084      Capacité nominale : 10.7 kW

- Flotteur mécanique type ACR.  
Le collecteur d'aspiration sera en inox et équipé de :

Une vanne à main.

Le collecteur de refoulement sera en inox et équipé de :

Une vanne à main.

Appareils de sécurité raccordés par des flexibles répondants à la PNS :

- Un pressostat BP par compresseur.
- Un pressostat HP par compresseur.
- Un pressostat BP d'encadrement.
- Un pressostat HP d'encadrement.

Appareils de régulation et de contrôle raccordés par des flexibles répondants à la PNS :

- Un manomètre BP isolable diamètre 100.
- Un manomètre HP isolable diamètre 100.
- Un capteur de pression électronique BP (4-20mA) isolable
- Un capteur de pression électronique HP (4-20mA) isolable
- Prise de pression BP isolable.
- Prise de pression HP isolable.

Appareils de régulation et de contrôle :

- Une sonde PT1000 sur la tuyauterie de refoulement.
- Une sonde PT1000 sur la tuyauterie d'aspiration.

# DEVIS QUANTITATIF

Bonjour dans le cadre d'une étude pour une chambre froide négative d'un Auchan e-commerce je chercherai à avoir les prix des éléments suivants merci de votre considération vous pouvez me contacter à l'adresse mail suivante :

[Pierre.kihel@g-mail.fr](mailto:Pierre.kihel@g-mail.fr)

06 79 23 46 30

Désignation du produit	QTE
Armoire électrique	1
Bouteille anti-coup de liquide en acier avec réintégration automatique	1
Régulateur d'huile électrique par compresseur	2
Boîtier filtre à cartouches feutre remplaçables	2
Séparateur d'huile à flotteur, démontable avec vannes d'isolement et voyants	2
Un réservoir d'huile avec clapet de dégazage taré à 1.4Bar et purge	1
Des soupapes de sécurité double sur vanne 3 voies sur chaque partie isolable	2
Vanne d'isolement	5
Filtre déshydrateur	2
Voyant	1
Electrovanne (NF)	6
Flotteur mécanique type ACR	2
Vanne à main	3
Détendeur électronique	3
Filtre avant détendeur	3
Sonde de température PT1000	1
Echangeur à plaque	3
Désurchauffer	1
Compresseur 4 DSL-10K-40S	2
Bouteille anti-coup de liquide	1
Filtre	1

## Réalisation du projet sur Autocad

Après avoir sélectionné les éléments principaux du circuit frigorifique on passe donc sur le logiciel Autocad. Au préalable nous avons eu un plan de l'entrepôt fourni par le maître d'œuvre en charge du projet, tout d'abord il m'a fallu épurer le plan

J'ai donc placé tous les évaporateurs et les attentes pour condensat, ce sont des tuyaux qui permettent d'évacuer l'eau qui est dans l'évaporateur après un dégivrage. Comme vous pouvez le constater ci-dessous il faut les décaler du mur d'une distance de 30 cm c'est une distance qui est obligatoire pour une reprise d'air correct. On peut voir que l'attente pour condensat de la chambre froide surgelée se situe dans la chambre froide positive la plus proche.

On fait cela pour les chambres négatives afin d'éviter que l'eau qui se retrouve dans le tuyau ne gèle et casse le tuyau.

Après avoir réalisé la centrale dans le local technique il faut donc la relier à chaque évaporateur tout en évitant de faire trop d'angles droits avec les réseaux car cela signifierait qu'il faut mettre beaucoup de coudes et les coudes causeraient des pertes de charge ce qui ferait baisser le rendement de l'installation j'ai donc mis le réseau de froid négatif (R744) en bleu foncé

