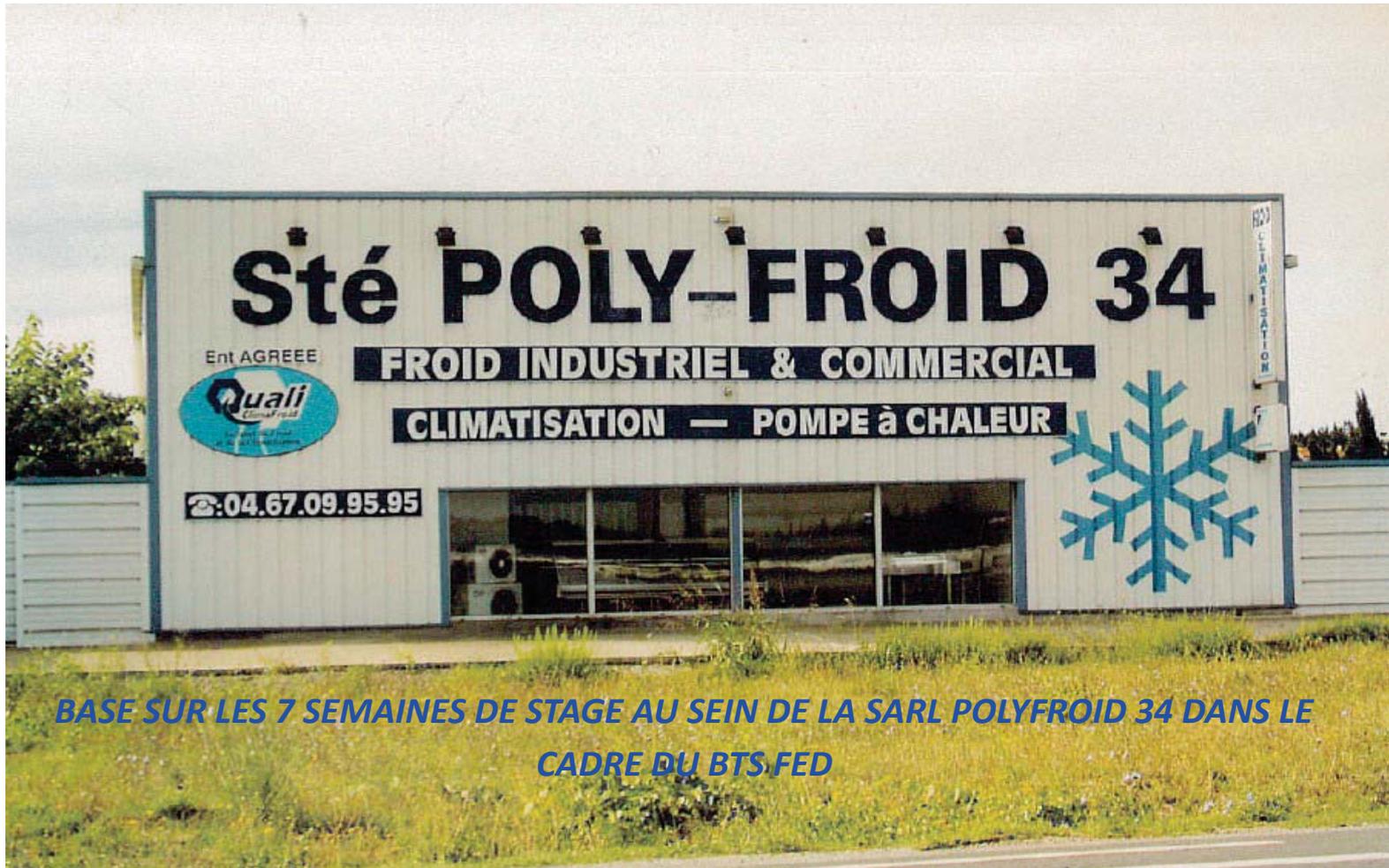
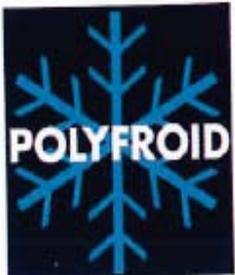


# RAPPORT D'ACTIVITÉ EN MILIEU PROFESSIONNEL



*BASE SUR LES 7 SEMAINES DE STAGE AU SEIN DE LA SARL POLYFROID 34 DANS LE CADRE DU BTS.FED*

## Société **POLYFROID 34**



**FROID COMMERCIAL & INDUSTRIEL**  
Climatisation - Pompes à chaleur - Véhicules réfrigérés  
Isolation chambres froides Vitrines frigorifiques

Entreprise Qualifiée Quali Clima-Froid

R. CHIAVASSA

ZAE LE PUECH - RN 112 - 34420 PORTIRAGNES  
TÉL. 04 67 09 95 95 FAX : 04 67 09 95 16  
E-mail : polyfroid34@wanadoo.fr



# Introduction et remerciements

Ce rapport d'activité va retranscrire une partie des compétences que j'ai pu acquérir en entreprise, au cours de mes 35 semaines de formation en milieu professionnel que j'ai pu effectuer au cours de mon BEP TFCA, BAC TFCA et BTS FED option TFC. J'ai eu la chance de pouvoir installer, maintenir, dépanner et étudier des installations frigorifiques et climatiques dans quatre entreprises différentes ce qui a confirmé la vocation que j'ai choisi de suivre. Ainsi je tiens à remercier:

Monsieur Bernard Cahuzac, Monsieur Torres, Monsieur Carpentier ainsi que Monsieur Chiabassa, respectivement gérants des entreprises SARL Cahuzac, Clim et Froid 34, FroiNord et Polyfroid 34 pour m'avoir accepté en tant que stagiaire dans leur entreprise pendant ces périodes et pour avoir pris le temps de m'enseigner les spécificités du métier.

Remerciements particuliers à Monsieur Chiabassa, gérant de Polyfroid 34. Il a su me m'aider à avancer, m'a fait confiance lors de mon stage dans le cadre du BTS FED et surtout m'a permis d'acquérir une réelle expérience professionnelle en m'engageant en CDD deux mois suite au stage en entreprise.

Je remercie aussi les différents techniciens des entreprises qui m'ont accueilli, particulièrement Steven, Stephen, Yves, Teddy, Fred, Fabrice, Fabien, André, Jérôme, Christophe, Frédéric, Bruno ainsi que Yannick pour leur sympathie et leurs enseignements tout au long de mes stages qui m'ont permis de mieux comprendre le métier de frigoriste.

Et je remercie toute l'équipe pédagogique du lycée Jean Mermoz, en particulier les professeurs des matières professionnelles : Madame Verdu, Madame Glaize, Monsieur Blot, Monsieur Chapiron ainsi que Monsieur Salvat pour m'avoir permis d'acquérir d'importantes connaissances théoriques que j'ai pu mettre en pratique lors de mon stage et qui me serviront tout le long de ma vie professionnelle.

J'adresse par ailleurs une pensée aux professeurs des matières professionnelles du lycée Frédéric Mistral, un lycée où j'ai pu passer quatre années à préparer mon BEP et mon Baccalauréat professionnel TFCA. Ainsi, je remercie Monsieur Gébelin, Hugué, Mayenobe, Tirel, Johnson, et Franscechinni pour leurs enseignements théoriques et pratiques qui m'ont guidé et qui me guident encore dans ma préparation du BTS ainsi que dans la future vie professionnelle.

Ce mémoire d'entreprise va donc retranscrire les différentes activités que j'ai pu réaliser en entreprise, je présenterai la SARL Polyfroid 34 qui m'a accueilli en tant que stagiaire du 18 Mai au 3 Juillet 2015 dans le cadre de ce BTS FED, plusieurs activités seront détaillées dans le but de faire preuve de mes connaissances et de ma capacité à analyser mon vécu professionnel.

de Jouvancourt de Channes Cyril

189 rue Tiberette

34290 Espondeilhan

04 67 39 19 73 - 06 84 36 82 98

[cyrildejouvancourt@yahoo.fr](mailto:cyrildejouvancourt@yahoo.fr)

## CURRICULUM VITAE

### DIPLOMES

Baccalauréat professionnel Technicien Froid et Climatisation, Mention Bien, juin 2014

Titulaire du permis B depuis Avril 2014

Brevet d'études professionnelles (BEP), TFCA, juin 2012

Brevet des collèges en 2010

### FORMATION ACTUELLE

Actuellement en seconde année du BTS FED ( Fluide Énergie Domotique ) option froid et climatisation au lycée Jean Mermoz de Montpellier

### EXPERIENCE

#### Stages en entreprise :

- Cahuzac à Thézan lès Béziers du 16 Mai 2011 au 24 Juin 2011
- Froinord à Beziers du 07 Novembre 2011 au 09 Décembre 2011
- Cahuzac à Thézan lès Béziers du 05 Mars 2012 au 06 Avril 2012
- Clim et Froid 34 à Villeneuve lès Béziers du 14 Janvier 2013 au 22 Février 2013
- Cahuzac à Thézan lès Beziers du 12 Novembre 2013 au 20 Décembre 2013
- Polyfroid 34 à Portiragnes du 18 Mai 2015 au 3 Juillet 2015

#### Emplois saisonniers:

- Agent saisonnier à la récolte des melons au Rouge Gorge, SCA Saint Bauzille du 30 Juin 2012 au 24 Juillet 2012 ainsi que du 27 Juin 2013 au 12 Aout 2013 et juillet 2014
- Agent saisonnier à la mairie d'Espondeilhan du 07 Aout 2012 au 09 Aout 2012
- Aide monteur/dépanneur à Polyfroid 34 Portiragnes du 6 Juillet au 28 Aout 2015

### LOISIRS

Mécanique/préparation auto/moto

Enduro (moto)

Course à pied

Musculation

# Sommaire

- Introduction et remerciements
- Curriculum vitae
- Présentation de l'entreprise .....1
  - A- Présentation générale*
  - B- Situation géographique et zone de chalandise*
  - C- Organigramme et organisation*
  - D- Partenariats et concurrence*
- Analyse de situations professionnelles vues en entreprise.....7
  - a- L'installation d'un climatiseur monosplit*
  - b- Le dépannage frigorifique*
  - c- Le retour de dépannage frigorifique*
- Activité professionnelle: La boucherie Boutonnier ..... 10
  - a- Présentation du chantier*
  - b- Mise en place des panneaux et du contexte*
  - c- Détermination des conditions de fonctionnement*
  - d- Configuration frigorifique*
  - e- Mise en service de l'installation*
  - f- Audit de conception*
- Conclusion .....27

\* Les titres en bleu sont des hyperliens interactifs. (dans le cas de la version PDF)

# Présentation de l'entreprise

## A- Présentation générale

La SARL Polyfroid 34 est une entreprise en activité depuis plus de 22 ans ayant pour secteur d'activité la vente/réparation d'équipements frigorifiques et climatiques. Elle est située à Portiragnes dans la zone d'activité du Puech, le long de la route nationale 112.

L'entreprise, qui a été créée le 2 Juin 1993, par Roger Chivassa a connu des locaux sur la commune de Cers le long de la RN112, proche de Portiragnes mais suite à un incendie survenu en 1994, de nouveaux locaux ont été emménagés sur la commune de Portiragnes, là où l'entreprise se trouve encore aujourd'hui, toujours le long de la RN112.

L'entreprise est une SARL ( Société à Responsabilité Limitée ) qui emploie entre un nombre d'employé variant généralement de 5 à 8 salariés selon les périodes et selon les années.

Les principaux secteurs d'activité de l'entreprise sont:

- Froid commercial pour tous les professionnels de l'hôtellerie, traiteur, boucherie, poissonnerie, supérette, épicerie, bar, restaurant...
- Froid industriel pour tous les propriétaires d'équipements frigorifiques spécifiques à leurs profession.
- Pompe à chaleur de forte puissance
- Climatisation et pompe à chaleur de faible puissance Air / Air ou Air / Eau

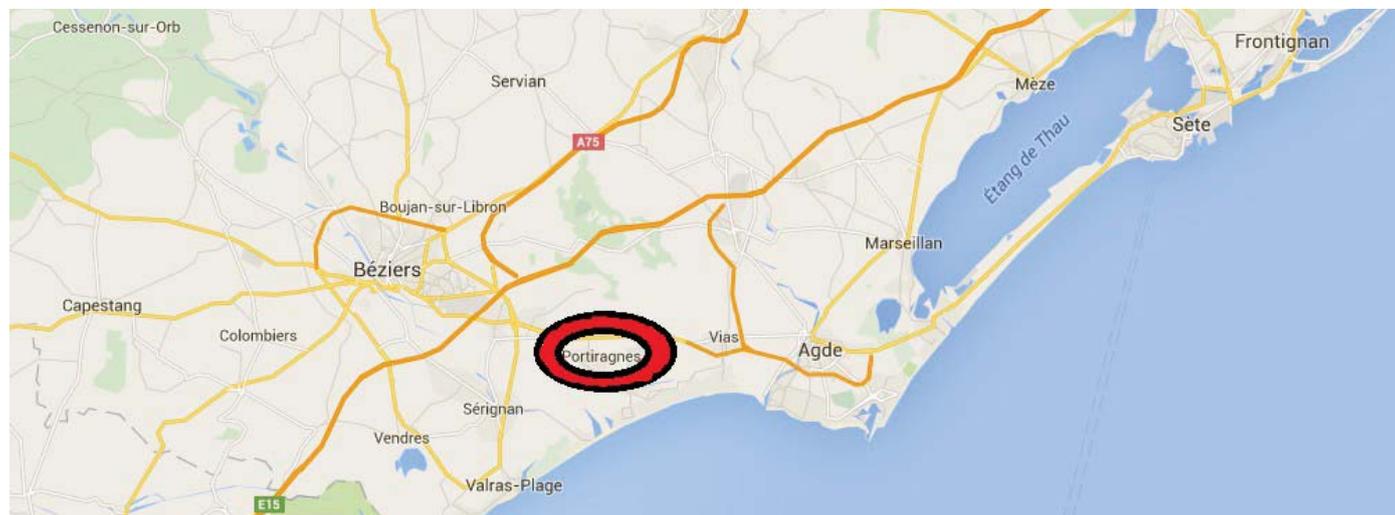
Polyfroid 34 se distingue des autres entreprises locales de froid et climatisation car elle est la seule SARL du département à proposer un service d'astreinte 7J/7 24h/24 pour les installations frigorifiques commerciales ou industrielles

Polyfroid 34 est donc une société à responsabilité limitée dotée d'un capital social de 30 490€, Mr Roger Chiavassa en est l'unique gérant et associé. Voici quelques chiffres clés sur l'activité récente de l'entreprise et sa santé financière:

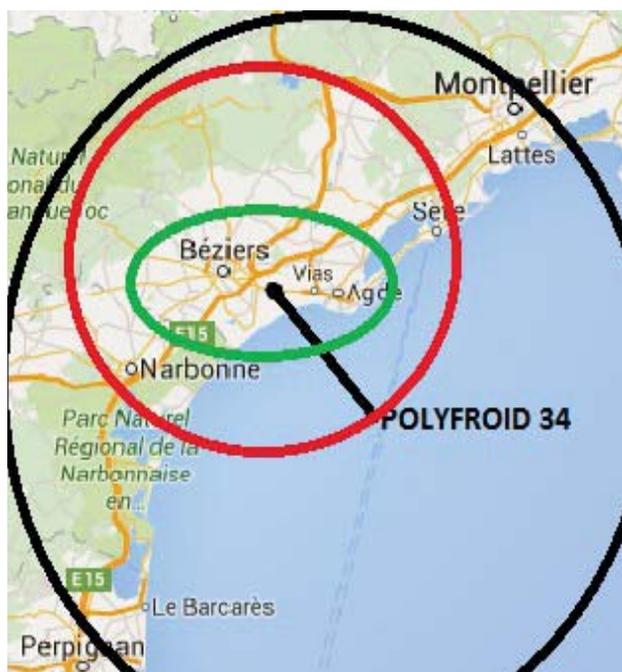
	<b>ANNÉE 2013</b>	<b>ANNÉE 2014</b>
<b>CHIFFRE D'AFFAIRES</b>	<b>1 196 200,00 €</b>	<b>1 207 600,00 €</b>
<b>RÉSULTAT NET</b>	<b>109 600,00 €</b>	<b>123 000,00 €</b>

On se rends ainsi compte que la société Polyfroid 34 se porte plutôt bien puisque sur les années 2013 et 2014 elle réalise un bénéfice moyen équivalent à 10% du chiffre d'affaires annuel. On constate aussi une légère évolution positive du chiffre d'affaires ainsi que du résultat de l'année 2013 à l'année 2014, cela est sans compter du fait qu'en 2013 l'entreprise a embauché un salarié de plus qu'en 2014.

## B- Situation géographique et zone de chalandise



Adresse: ZAE Le Puech, rue Georges Charpak, 34420 Portiragnes



D'une façon générale, l'entreprise détermine la zone de chalandise en fonction de l'importance du client.

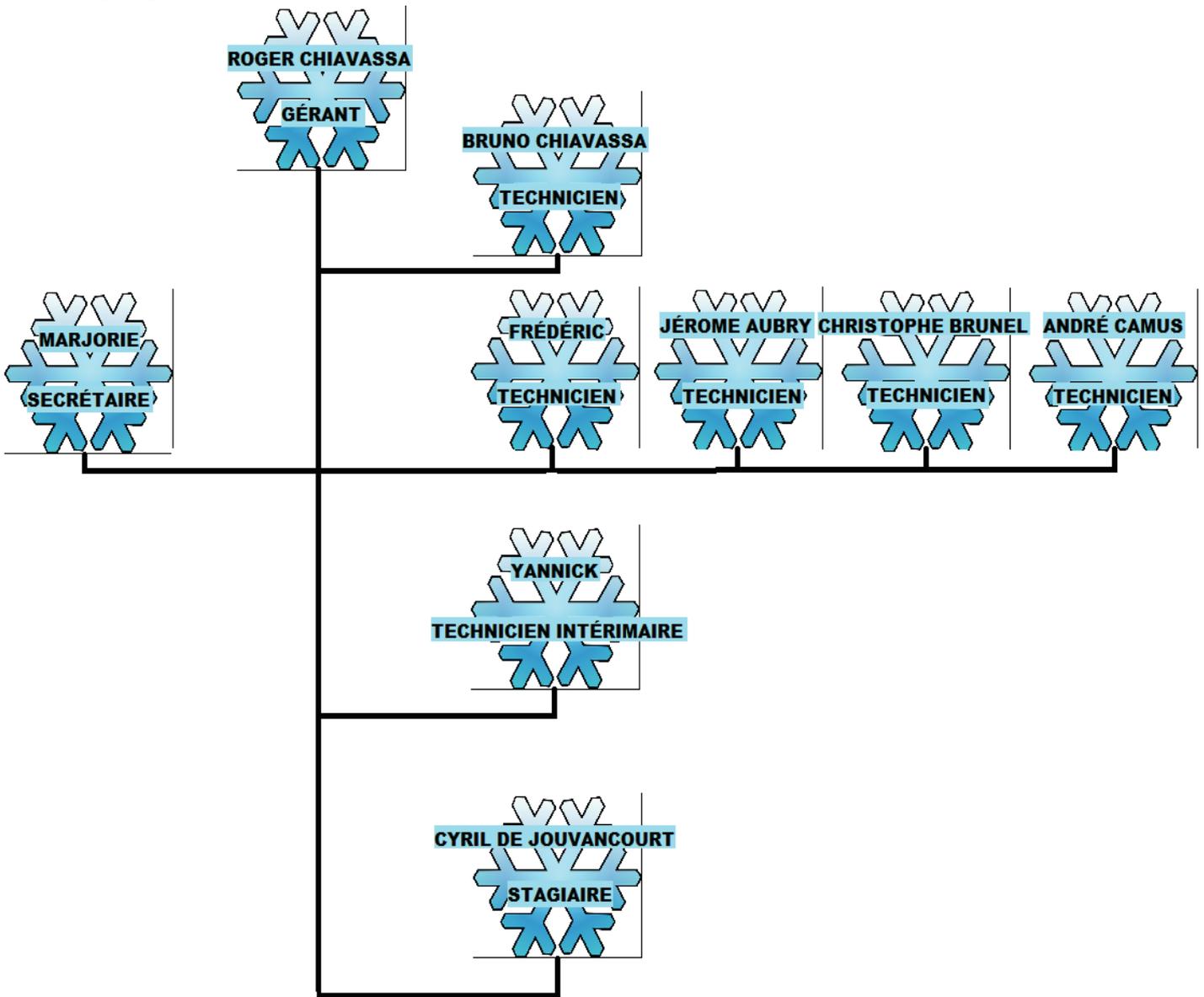
La zone **verte** représente la limite géographique pour les interventions dans le domaine de la climatisation pour particuliers et petits professionnels.

La zone **rouge** représente la limite géographique pour les interventions dans le domaine du froid commercial de faible puissance.

La zone **noire** représente la limite géographique pour les interventions dans le domaine du froid commercial de forte puissance, dans presque tous les cas cela représente des supermarchés ou des hypermarchés

## C- Organigramme et organisation

Voici l'organigramme de l'entreprise:

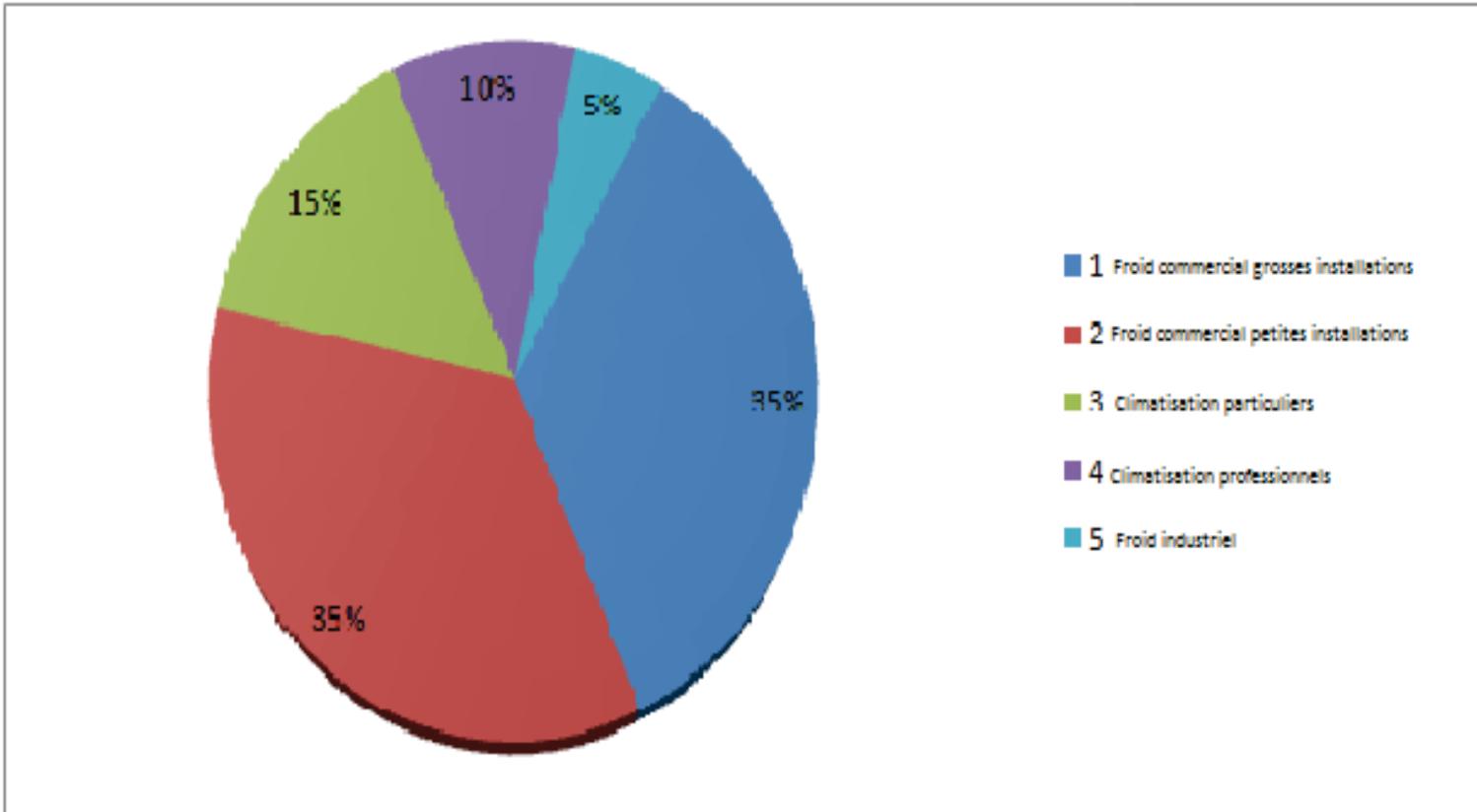


Chaque technicien peut se voir effectuer n'importe quelle tâche mais tous possèdent leur domaine de prédilection:

TECHNICIEN	CHRISTOPHE BRUNEL	JÉROME AUBRY	ANDRÉ CAMUS	FRÉDÉRIC	YANNICK	BRUNO CHIAVASSA
ACTIVITÉ #1	DÉPANNAGE	INSTALLATION CLIMATISATION	INSTALLATION FROID	DÉPANNAGE	INSTALLATION EN GÉNÉRAL	DÉPANNAGE
ACTIVITÉ #2	INSTALLATION CLIMATISATION	MAINTENANCE FROID	DÉPANNAGE	/	MAINTENANCE EN GÉNÉRAL	INSTALLATION CLIMATISATION

En tant que stagiaire, j'ai eu la chance de pouvoir passer à peu près autant de temps avec chaque technicien. J'ai ainsi put me familiariser avec toutes les activités.

Voici un diagramme représentant en proportion les différentes activités de l'entreprise:



Les chiffres proposés dans ce diagramme ne sont pas les chiffres officiels (il n'y en a pas) mais ils représentent bien les activités de l'entreprise. Dans chacun de ces domaines sont compris les activités de dépannage, d'installation et d'entretien.

Moyens logistiques et techniques: l'entreprise possède un grand atelier et un grand espace de stock ainsi qu'un espace personnel fonctionnel. De plus, tout le matériel d'outillage et de sécurité, un téléphone de travail de type smartphone et une camionnette se voit attribué à chaque technicien. Les équipements se montrent nombreux et pointus pour une entreprise de cette taille.



## D- Partenariats et concurrence

La SARL Polyfroid 34 est adhérente au GICAF (Groupement d'Installateurs en Conditionnement d'Air et froid) qui est un groupement d'achat qui associe 38 entreprises soit 69 agences dans le but d'améliorer les conditions d'entente avec les fournisseurs et d'inciter à la collaboration entre adhérent. L'adhésion au GICAF permet à l'entreprise d'être très concurrentielle grâce à des prix d'achats de matériels inférieurs à ceux de la concurrence locale.



Venons-en aux concurrents, Polyfroid subit deux type de concurrence dû à ses activités variées:

- Les concurrents qui opèrent sur des gros équipements en maintenance ou en installation sont des entreprises bien plus importantes que le SARL Polyfroid 34 et se situent assez loin du siège de Polyfroid 34. En effet: la SARL Polyfroid 34 est la seule entreprise du Bitérois (secteur comprenant Béziers et ses alentours) à exercer ce type d'activité et à assurer un service d'astreinte. Les entreprises concurrentes peuvent être des entreprises avec une seule agence comme *FCS 84* ou bien des groupes nationaux ayant une agence par département (pour l'Hérault généralement sur Montpellier) comme *Cofely Axima* (appartenant au groupe *GDF Suez*) ou bien *Johnson Controls*. Les groupes nationaux ont l'avantage d'avoir un bureau d'études d'équipements frigorifiques très performant ce qui les rends généralement plus concurrentiels pour les travaux d'installation d'équipements tandis que Polyfroid 34 possède l'avantage de la proximité ce qui le rends très concurrentiel pour les contrats de maintenance.
- Les concurrents qui installent ou dépannent sur de petits équipements de froid ou de climatisation se montrent bien plus nombreux et de taille variable. De très nombreuses entreprises proposent leur service en installation de climatisation, généralement des climatiseurs simples en split system bas de gamme mais n'assurent pas toujours la maintenance ainsi ils ne sont pas des concurrents directs à Polyfroid 34 car l'entreprise ne propose que des climatisations haut de gamme tout en étant en capacité d'en assurer l'entretien et le dépannage. Les principaux concurrents locaux de l'entreprise dans le domaine de la climatisation sont *Clim et Froid 34*, *Jean et Barthes* et *FroiNord*, les principaux concurrents locaux dans le domaine du froid commercial sont *GuyFroid* et *Cahuzac*.

Voici un tableau récapitulatif en fonction des deux principaux secteurs d'activité de l'entreprise et de la région.

<b>CONCURRENCE EN FROID COMMERCIAL</b>	<b>CONCURRENCE EN CLIMATISATION</b>
  <p><i>La maîtrise des températures</i></p>  	   

Les trois principaux fournisseurs de la SARL Polyfroid 34 sont la Générale frigorifique de France (GFF), Fritec (anciennement disco France) et Rexel, à ceux là viennent s'ajouter les très nombreux fournisseurs occasionnels.



LA MARQUE DES GRANDES MARQUES



# Analyse de situations professionnelles

*Ce court chapitre de transition décrira les aspects économiques et techniques des trois situations de travail que j'ai le plus souvent rencontrées en entreprise.*

## 1- l'installation d'un climatiseur monosplit:

L'installation d'un climatiseur monosplit est sûrement l'activité que j'ai le plus pratiquée lors de mes différents stages, et de loin. J'ai bien moins pratiqué cette activité lors de mon stage dans le cadre du BTS FED mais lorsque je la pratiquait j'ai pu apprendre à être complètement autonome dans ce travail; c'est pourquoi cette activité, bien que très simple, m'a apporté beaucoup de connaissances pratiques.

Un climatiseur monosplit possède deux unités à échange de chaleur par air, il est destiné principalement aux particuliers mais il séduit aussi les locaux d'entreprises dans le secteur tertiaire ou autres petits locaux professionnels. Ses principaux atouts sont qu'il est la solution technologique la plus simple et qu'il est complètement indépendant. Cette technologie n'est cependant pas adaptée à la grande échelle en raison d'un problème de coût et de consommation.



Et le marché est important: D'après *PAC&Clim'info*, en 2013 on dénombrait près de 857 000 climatiseurs de type air/air à usage domestique en France. Toujours d'après la même source, en 2012 la vente d'unités extérieures dédiées aux climatiseurs monosplit représentait environs 76,5% du total des ventes d'unités extérieures dédiées aux pompes à chaleur air/air. Ainsi, nous pouvons mieux nous rendre compte de la place que prends la pompe à chaleur air/air monosplit dans le marché de la climatisation pour particuliers.

Pour le côté pratique, il n'y a rien de complexe, l'outillage nécessaire en général ressemble deux gouttes d'eau à la panoplie classique du frigoriste, il faut aussi apporter quelques fournitures comme les deux unités du monosplit, les cuivres de liaison, les câbles d'alimentation et de liaison, un support pour l'unité extérieure, un interrupteur de proximité pour les lieux publics...

Les compétences nécessaires à la réalisation des travaux ne sont pas importantes mais il faut tout de même acquérir une certaine expérience avant de pouvoir exercer une installation complète en autonomie. Des projets de loi sont en cours d'étude sur la possibilité de réserver la pose de pompe à chaleur aux personnes certifiées aptes à la manipulation des fluides frigorigènes, une personne titulaire du BTS FED ne pourrait donc pas effectuer ce travail sans ce certificat.

## 2- Le dépannage frigorifique:

Le dépannage frigorifique est la principale activité de Polyfroid 34, de plus, mon stage s'étant déroulé en pleine période estivale, j'ai pu voir encore plus de dépannages car en période estivale, il n'est pas rare de voir tous les employés occupés toute la journée à faire la tournée des dépannages, parfois jusqu'à tard le soir. C'est une activité qui demande de la réflexion et de solides connaissances, cela me plaît beaucoup car l'activité est différente chaque jour.

J'ai pu travailler sur de très nombreux équipements frigorifiques et climatiques mais le domaine où j'ai acquis le plus d'expérience est sans aucun doute le domaine du froid commercial et du matériel hôtelier, cette situation traitera donc principalement de ce domaine.

Un dépanneur frigorifique doit avoir de bonnes notions en mécanique des fluides et en électrotechnique, il doit aussi avoir une parfaite connaissance du matériel qui équipe les circuits frigorifiques ainsi que des circuits électriques et électronique, il doit surtout avoir une bonne logique technique. Un bon dépanneur a toujours une solide expérience derrière lui mais n'aura jamais fini d'en apprendre sur les équipements sur lesquels il intervient.



La principale difficulté que rencontre un dépanneur en froid commercial est l'obligation de résultat. En effet, en froid commercial il y a souvent des denrées présentes dans l'équipement en panne et le client n'a pas toujours la possibilité de stocker indéfiniment dans un autre espace réfrigéré. Malgré ces difficultés, la satisfaction du client est primordiale.

L'équipement du dépanneur frigorifique doit être en permanence rangé dans sa camionnette de fonction pour être accessible à tout moment, il est constitué de l'outillage classique du frigoriste et d'une grande quantité de fournitures et équipements de rechange usuels afin de pouvoir faire face rapidement au plus grand nombre de panne possible. Tout est fait pour que le client soit dépanné sur place même si l'on ne connaît pas à l'avance la panne que l'on rencontrera.

La panne que j'ai le plus souvent rencontrée lors de mon stage est le problème de rejet de chaleur par le condenseur sur les équipements dotés d'un ou plusieurs condenseur(s) à air. Cela a pour effet de réduire considérablement la puissance frigorifique de l'équipement ou bien de faire déclencher un élément de sécurité à cause de la hausse de pression et de température (souvent un pressostat HP sécurité). La cause de la panne est la combinaison entre de fortes chaleurs et l'encrassement avancé de l'échangeur. C'est une panne relativement facile à résoudre que l'on rencontre très souvent en début de saison estivale, dès les premières chaleurs; on rencontre généralement cette panne sur des installations à la proie de la poussière volatile et/ou mal entretenues. Pour corriger le problème il suffit souvent de simplement nettoyer l'échangeur encrassé et de contrôler le fonctionnement à nouveau. Les deux pannes les plus classiques sont la fuite de fluide frigorigène et la panne d'un élément de sécurité électrique.

### 3- Le retour du dépannage:

En général un dépannage aboutit à deux possibilités: la correction immédiate du défaut ou bien la situation va imposer un délai pour une intervention en retour de dépannage, bien souvent pour changer une pièce importante voire toute l'installation. C'est cette deuxième possibilité que l'on va traiter ici.

Dans environ 40% des cas, le dépanneur ne résoudra pas le problème immédiatement, il manquera quelque chose, quelques fois ce sera une pièce dérisoire mais bien souvent la pièce incriminée est assez onéreuse et il faudra demander l'accord du propriétaire pour finir l'intervention, généralement l'accord est réalisé par le biais d'un devis.

Lors de l'élaboration du devis il peut y avoir une question de choix qui revient au client, par exemple il peut avoir à choisir entre deux pièces de qualité et de prix différents ou deux solutions technologiques différentes ou même parfois le choix entre réparer son installation ou bien repartir sur une installation neuve. Tous ces choix reviennent au client mais le dépanneur ou la personne qui aura réalisé le devis se devra de lui exposer les propositions et lui donner son point de vue.



Une fois le devis accepté, le gérant effectue les commandes nécessaires auprès des fournisseurs et l'intervention finale sera réalisée généralement dans les meilleurs délais.

Voici quelques pannes qui vont devoir nécessiter un retour de dépannage:

- Le compresseur frigorifique est bloqué mécaniquement, il faut le commander.
- Un composant électronique est hors service, il faut le commander auprès du fabricant.
- Un corps de vanne non disponible en stock est fuyard, il faut l'acheter auprès du fournisseur.
- Un moteur-agitateur d'une machine à glaçon est HS, il faut le commander auprès du fabricant

# Activité professionnelle

L'activité présentée à présent est réelle et se base sur mon vécu en entreprise. Avec la SARL Polyfroid 34 j'ai pu participer au chantier de la nouvelle boucherie de Monsieur Boutonnier situé à Lignan s/Orb, le rôle de l'entreprise était d'aménager complètement le laboratoire situé en arrière boutique d'une surface de 175 m<sup>2</sup> en panneaux frigorifiques et installer du nouveau matériel frigorifique pour celui ci.

Il a été décidé que l'installation frigorifique sera composée d'un seul groupe frigorifique positif et de 8 évaporateurs en fonctionnement "détente directe" avec des températures de consigne différentes, l'installation devra donc être régulée efficacement. Une chambre froide négative indépendante viendra compléter le tout.

Du côté des panneaux, l'installation devra respecter les normes anti-incendie, respectera le plan des architectes et se pliera aux contraintes des autres corps de métier présents sur le chantier ( électricien, plombier, décorateurs, menuisiers ... ). Toutes les cloisons intérieures de l'arrière boutique sont en panneau de 60mm d'épaisseur.

Une bonne partie de ce chantier sera réalisée en après-saison, j'ai put assister à la pose des panneaux frigorifiques et au commencement de l'installation des équipements frigorifiques.

Voici le bâtiment tout juste sorti de ses fondations, l'étage sera une habitation, la boucherie représente tout le rez de chaussé:



# 1- la mise en place des panneaux et du contexte

Avant de parler de l'installation frigorifique en elle même il est important de décrire cette étape qui a nécessité plus d'un mois de travail. Ceci est la première étape du chantier, cela donnera le point de départ aux autres corps de métier opérant sur les lieux, notamment les électriciens, le plombier, le menuisier, des décorateurs et de l'entreprise qui s'occupe du revêtement au sol.

Le bureau d'architectes fournit les plans détaillés à l'entreprise et le cahier des charges, un architecte passe une à deux fois par semaine pour une réunion de chantier avec tous les autres corps de métier ainsi que le client, l'entente entre les corps de métier doit être parfaite faute de quoi, une erreur pourrait apparaître et le chantier prendra du retard.

Il existe bien évidemment sur la bâtisse de vrais murs en parpaings de 300mm d'épaisseur avec 6mm d'enduit extérieur, à cela s'ajoute un espace d'air semi-ventilé de 10cm de moyenne entre le mur maçonné et les parois de panneau sandwich. Le plafond est constitué de béton armé de 300mm d'épaisseur avec 2mm de revêtement de sol au premier étage et 450mm d'espace entre le plafond maçonné et le plafond de panneaux sandwich, ce espace représente le faux plafond d'accès, l'air y est semi-ventilé.

Une fois que les panneaux/murs sont placés, les liaisons en cuivre de l'installation frigorifique seront tirés jusqu'au niveau de l'emplacement de chaque évaporateur afin de faciliter le travail pour la mise en place de la tuyauterie, deux trappes d'accès seront créées afin de terminer le travail de fixation des échangeurs et de raccordement fluidiques. Les trappes seront aussi bien utiles aux autres corps de métier.

Les panneaux frigorifiques seront des panneaux emboîtables type sandwich de 60mm d'épaisseur, d'une dimension de 4 mètres sur 2 mètres. Certains panneaux frigorifiques auront aussi pour vocation de limiter la propagation d'un éventuel incendie, c'est le cas pour les panneaux entourant la salle de cuisson qui sera équipée de panneaux de type coupe feu de 100 mm d'épaisseur, 4 mètres sur 2 mètres. Les panneaux de toit seront identiques aux panneaux des murs.

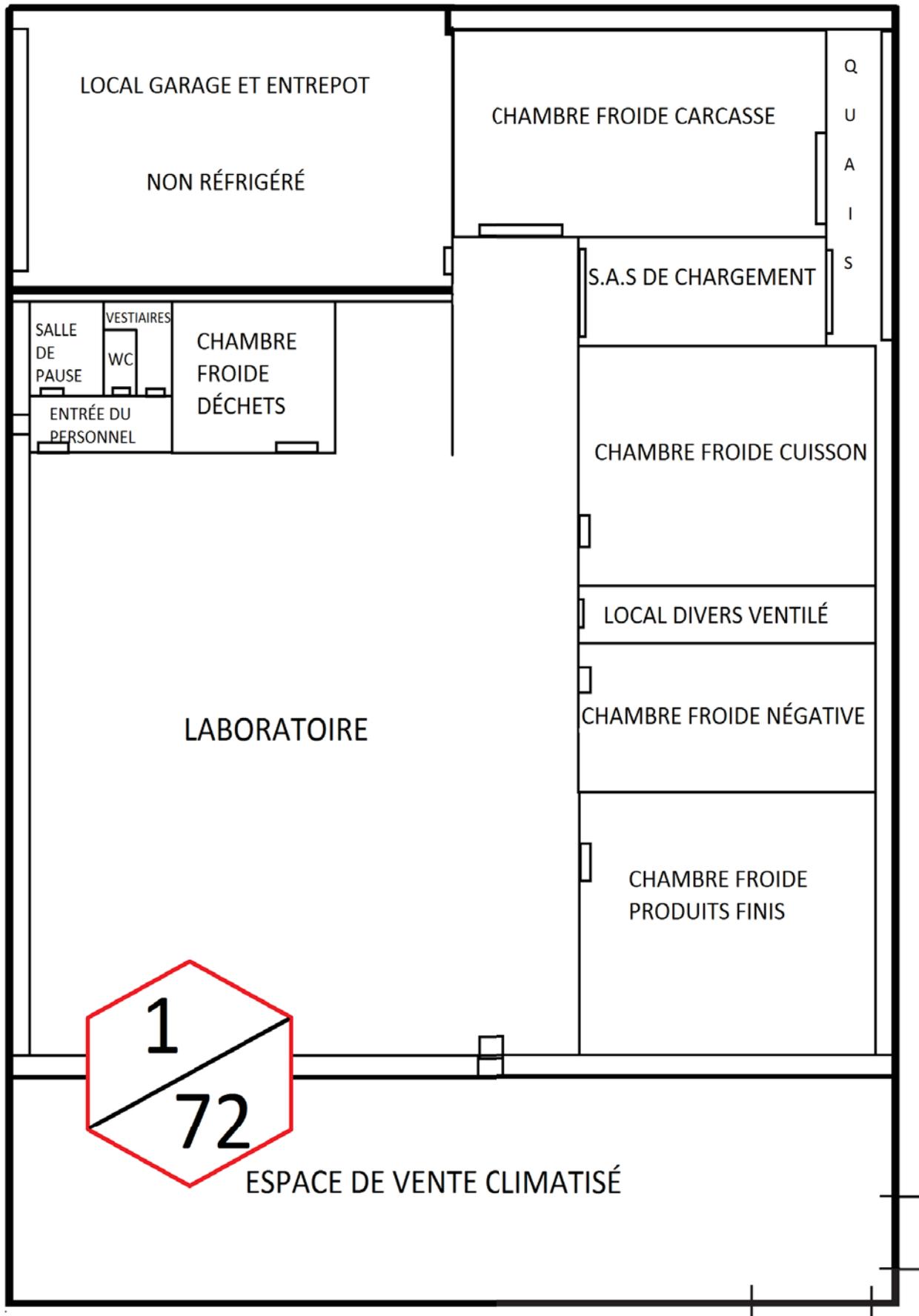
Avec cela sera livré 5 portes frigorifiques type classiques aux normes, 3 portes frigorifiques type coulissantes et une porte frigorifique type coupe feu avec leurs matériels de montage. Chaque porte sera installée avec un contact d'ouverture de porte afin de contrôler l'éclairage.

- La chambre négative sera pourvue de panneaux et portes de 100mm d'épaisseur, une attention spécifique sera portée à l'isolation de cette chambre en raison de son régime de température.

- Pour installer tout cela il faudra du matériel tel que des congés d'angles, des rails/baguettes de type "U" de sol, des baguettes/équerre, visserie auto-foreuse, tiges filetées, boulonnerie etc...

- Le travail demandera de l'outillage spécifique: l'entreprise s'équippa donc de tréteaux, d'une scie circulaire sur rail, d'un élévateur de plaques, d'un contrôleur de niveau, perceuse, visseuse, embouts scie-cloche, disceuse, scie à métaux, échelle, escabeau ...

Ayant cherché, en vain, un plan des lieux assez simplifié pour pouvoir l'inclure dans ce rapport, j'ai décidé de créer moi même un plan très simplifié des locaux à l'échelle 1/72 ème.



Les traits épais présents sur le plan indiquent les murs du bâtiment, les traits plus fins indiquent toutes les parois en panneau sandwich. Les portes sont symbolisées par des rectangles. Le garage, l'espace de vente et le quai ne seront pas réfrigérés. La surface de réfrigération positive est de 135 m<sup>2</sup>, la surface de congélation est de 5m<sup>2</sup>.

Le petit local d'entreposage ventilé dépend frigorifiquement du laboratoire, un évaporateur placé dans le hall d'entrée du personnel assurera l'alimentation en froid de l'ensemble des locaux du personnel (entrée, salle de pause, vestiaires, et WC). Toutes les autres pièces recevront chacune un évaporateur.

Voici les dimensions des pièces à refroidir avec le groupe positif:

Laboratoire + local d'entreposage: 95,8 m<sup>2</sup>

Chambre froide cuisson: 9 m<sup>2</sup>

Chambre froide produits finis: 10,5 m<sup>2</sup>

Locaux du personnel: 4,6 m<sup>2</sup>

Chambre froide déchets: 4,6 m<sup>2</sup>

Chambre froide carcasse: 7,5 m<sup>2</sup>

SAS de chargement: 3 m<sup>2</sup>

Voici quelques photos illustrant les travaux sur la mise en place des panneaux et l'aménagement des locaux. Les photos ont été prises avant les finitions d'angle et la pose du revêtement de sol.





Toutes ces photos ont été prises à partir du laboratoire central, on peut voir sur la gauche de la première photo (page précédente) la porte du local personnel, sur la droite de la seconde photo on aperçoit l'espace de vente.

Après la pose du plafond, les évaporateurs ont été posés et raccordés. Voici l'évaporateur du SAS d'approvisionnement, ici les finitions ont été réalisées:



Cette activité m'a beaucoup apporté sur le plan pratique, j'ai pu apprendre à mes dépens que la pose de panneaux frigorifiques était une tâche plus complexe que ce que j'imaginai avant cela. Ce travail m'a demandé beaucoup de minuties, d'attention et de précision et je suis prêt à réitérer cette expérience dans ma future vie professionnelle.

## 2- Détermination des conditions de fonctionnement

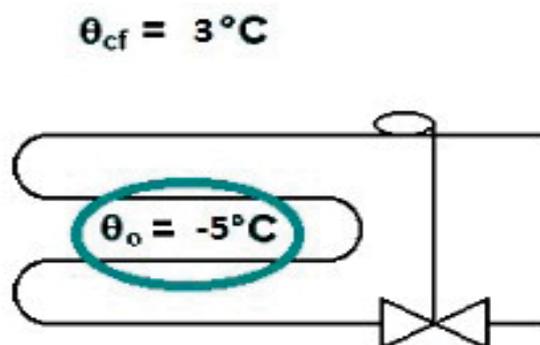
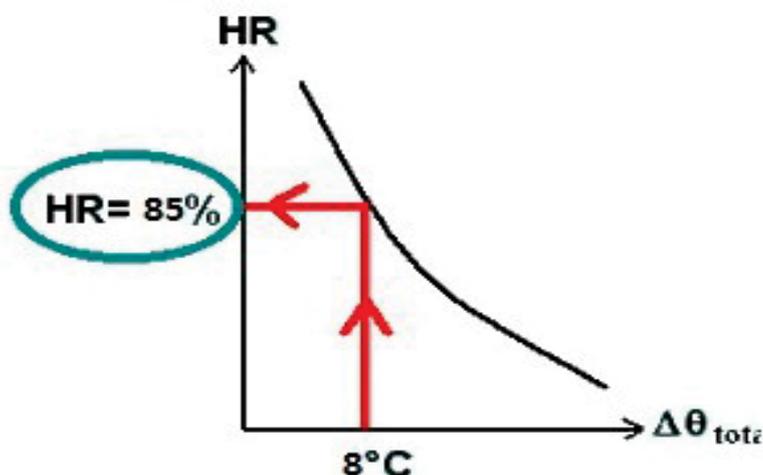
Bien que cette étape passe en général avant de commencer du chantier, je la place en second car elle concerne presque intégralement l'installation frigorifique en elle même et non le contexte.

Nous allons étudier toute l'installation frigorifique positive, en commençant par définir les conditions idéales de fonctionnement, réaliser un calcul des charges, sélectionner le matériel frigorifique et pour finir nous analyserons les conditions de fonctionnement de l'installation une fois en service.

Dans un premier temps voici les conditions de fonctionnement proposées par le client:

- Température intérieure laboratoire = 7°C
- Température intérieure chambre carcasse = 3°C
- Température chambre déchets = 5°C
- Température chambre cuisson = 10°C
- Température chambre produits finis = 2°C
- Température locaux du personnel = 10°C
- Température SAS= 7°C
- Hygrométrie globale: 85 % à l'exception de la salle de cuisson, des locaux du personnel qui se contentera d'une hygrométrie aux alentours de 70% et de la chambre des produits finis qui aura une hygrométrie de 90/95 %

Nous allons déterminer le pincement à l'évaporateur ( $\Delta\theta$ ) ce qui correspond à la différence entre la température ambiante et la température d'évaporation et cela grâce à l'hygrométrie relative de chaque pièce, grâce au pincement nous pourrons facilement déterminer la température d'évaporation pour chaque évaporateur. Cette fonction nous y aidera:



Cela nous permet de déterminer nos conditions de fonctionnement plus techniques:

Température d'évaporation laboratoire = 7-8 = -1°c

Température d'évaporation chambre carcasse = 3-8 = -5°c

Température d'évaporation chambre déchets = Peu importe son hygrométrie donc = -5°c

Température d'évaporation SAS = Peu importe son hygrométrie donc = -5°c

Température d'évaporation chambre cuisson = 2°c

Température d'évaporation chambre produits finis = -5°c

Locaux du personnel et entrée = 3°c

Le laboratoire, la chambre cuisson ainsi les locaux du personnel seront régulées par une vanne à pression constante type KVP de chez Danfoss pour pouvoir maintenir une pression d'évaporation constante au réglage voulu, on pourra donc régler ce régulateur pour pouvoir évaporer à une pression supérieure à la pression de fonctionnement. Cela permettra de pouvoir régler la température désirée tout en gérant l'hygrométrie relative de la pièce grâce au contrôle du pincement de température à l'évaporateur.



A présent nous devons sélectionner le matériel frigorifique, avant cela il va falloir définir la configuration de la machine frigorifique en fonction des besoins du client. Il faut en effet tenir compte des nuisances sonores, de la consommation électrique, du type de régulation globale de l'installation etc.

### 3- Configuration frigorifique.

#### a- critère acoustique:

Il a été décidé d'exploiter le toit-terrasse avec les groupes frigorifiques ainsi que les unités extérieures de climatisation. Le lieu est idéal pour éviter les nuisances acoustiques vers le voisinage, par contre, l'habitation du bâtiment n'est pas épargnée. Le client a donc fait un choix pénalisant sa propre habitation mais exige un niveau acoustique relativement convenable, un écran acoustique pourra éventuellement être déployé plus tard mais pour l'heure, ce n'est pas prévu. On pourra en revanche jouer sur le niveau acoustique en orientant les unités de façon à émettre dans une direction où le niveau sonore perçu par le voisinage sera faible tout comme pour l'habitation du propriétaire, les unités et groupe frigorifiques seront donc orientés vers l'avenue principale du village, situé en bordure du bâtiment, à 10 mètres des premières unités.

Le choix du groupe frigorifique a son importance dans le niveau acoustique car la puissance de ce groupe est relativement forte. Il est donc décidé de choisir un seul et même groupe froid pour tout le froid positif de l'arrière boutique, le froid de la boutique (vitrines réfrigérées) sera fourni à 20% par deux petits groupes froids, les 80% restants viendront d'un groupe logé dans la façade du bâtiment, côté rue principale.

Pour ce qui est de l'intérieur,

Aucune valeur de niveau de pression acoustique n'a été fixée, nous nous contenterons donc de sélectionner le matériel adapté ayant le meilleur rapport acoustique/prix.

#### b- bilan thermique

Le bilan thermique a été réalisé par le cabinet d'architectes, il a simplement été confirmé par Polyfroid 34. Considérant un temps de fonctionnement de l'installation proche de 16 heures et des conditions relativement défavorables, le bilan thermique arrive à la conclusion que la puissance frigorifique à produire est de 20,5 KW. Cette puissance est répartie comme ceci:

- Laboratoire central = 8 KW
- Chambre froides produits finis = 3 KW
- Chambre froide cuisson = 4 KW
- Chambre froide acheminement denrées et chambre froide déchets = 1 KW
- Chambre froide carcasse = 4 KW
- Local personnel et entrée = 0,5 KW ( 500 W )

La puissance frigorifique de 20,5KW servira donc de base à la sélection du groupe frigorifique.

### c- Sélection du groupe frigorifique.

Avec l'aide des bureaux de chez GFF (un fournisseur de Polyfroid 34), la décision a été prise de choisir un groupe caréné de marque Copeland (emerson) modèle type "easy cool" OMTQ90DTFD développant une puissance frigorifique à -5° de 23,1 KW. Le voici en photo sur le chantier:



- La puissance donnée par le constructeur est donnée pour des conditions de fonctionnement relativement proches des nôtres, nos conditions de fonctionnement critiques étant même légèrement plus désavantageuses que celles du constructeur, on peut s'attendre à ce que l'installation fonctionne très convenablement avec ce groupe de condensation.

- Grâce à sa régulation de puissance efficace, ses ventilo-condenseurs basse vitesse (6 pôles), ses deux compresseurs scroll digitaux, son isolation phonique (housse isophoniques de compresseurs etc), le niveau sonore de l'installation fait partie des plus optimisés du marché pour cette gamme de produits.

- Le groupe possède des équipements efficaces et bien réglés: La vitesse des deux compresseurs variable en fonction de la pression d'évaporation, la vitesse des ventilo-condenseurs est variable en fonction de la pression de condensation, ce qui rends l'installation extrêmement efficace sur le plan énergétique, la consommation électrique est donc optimisée.

- Le fluide frigorigène utilisé (R407c) fait partie des fluides fluorés les plus respectueux de l'environnement (GWP= 1774) et est relativement facile à utiliser malgré son glissement de température pendant les changements d'état



#### d- Sélection des évaporateurs.

La sélection des différents évaporateurs se fera en fonction de la puissance frigorifique associée, la direction de la projection d'air (position dans la pièce), de la puissance du ventilateur (projection d'air) et de l'hygrométrie de la pièce. Les 8 évaporateurs seront tous de marque Friga Bohn. Les évaporateurs seront directement sélectionnés à l'aide du logiciel de sélection de la marque et avec l'approbation du fournisseur (fritec).

Exemple pour l'évaporateur de la chambre froide carcasse: température intérieure= 3°C, température d'évaporation= -5°C, puissance= 4KW

The screenshot shows the 'Selection results' window with the following details:

- Proposal references:** Client: [ ], Proposal reference: [ ], Item: **Item 16**
- Selection criteria:**
  - Room temperature: **3** °C
  - Capacity: **4** kW
  - Pressure available: **0** Pa
  - Delta T1: **8** K
  - Fluid: **R407C**
  - Number of units: **1**
- Table of models:**

Model	Unit Capacity	Delta T1	Nb. x Diam. Fan/Unit	Motor coupling	Air flow (m3/h)	Air throw (m)	Tot. max. input power	Unit price (€)
MR 270 R	3,6	8	4 x 200	-	1160	4.5	152	1211,37
MH 320 R	4,0	8	2 x 300	-	2290	16	234	1255,97
<b>3C-A 3155 R</b>	<b>4,2</b>	<b>8</b>	<b>1 x 300</b>	<b>-</b>	<b>1420</b>	<b>14</b>	<b>70</b>	<b>1342,00</b>
MH 310 L	3,9	8	2 x 300	-	2290	17	234	1361,41
3C-A 3155 L	3,8	8	1 x 300	-	1520	15	70	1463,68
TA 1L 4P	4,0	8	1 x 350	-	1980	2x11	220	1554,08
MUC 280 L	4,4	8	2 x 300	-	2270	12	290	1589,54

At the bottom, there is a 'FRIGA-BOHN' logo and a toolbar with buttons for Calculator, Details, Options, Print table, and Return.

J'ai donc pu aisément retrouver le modèle que l'on a effectivement installé dans la chambre froide, c'est un évaporateur de type cubique, modèle 3C-A 3155R (celui qui apparaît surligné sur la photo). La puissance frigorifique à nos conditions correspond bien à la puissance nécessaire, le ventilateur souffle suffisamment loin pour pouvoir placer l'évaporateur dans la largeur de la chambre (souffle dans la longueur), la consommation électrique fait partie des plus faibles disponibles et le tout pour un prix dans la moyenne des autres évaporateurs proposés (à noter que le prix n'est là qu'indicatif). Avoir placé cet évaporateur s'est donc avéré être un excellent choix.

La sélection pour les autres évaporateurs sera effectuée avec cette même méthode.

## e- Sélection des détendeurs

Les détendeurs seront tous thermostatiques à régulation externe, de marque danfoss. A noter que dans certains cas, le détendeur peut être directement livré avec l'évaporateur.

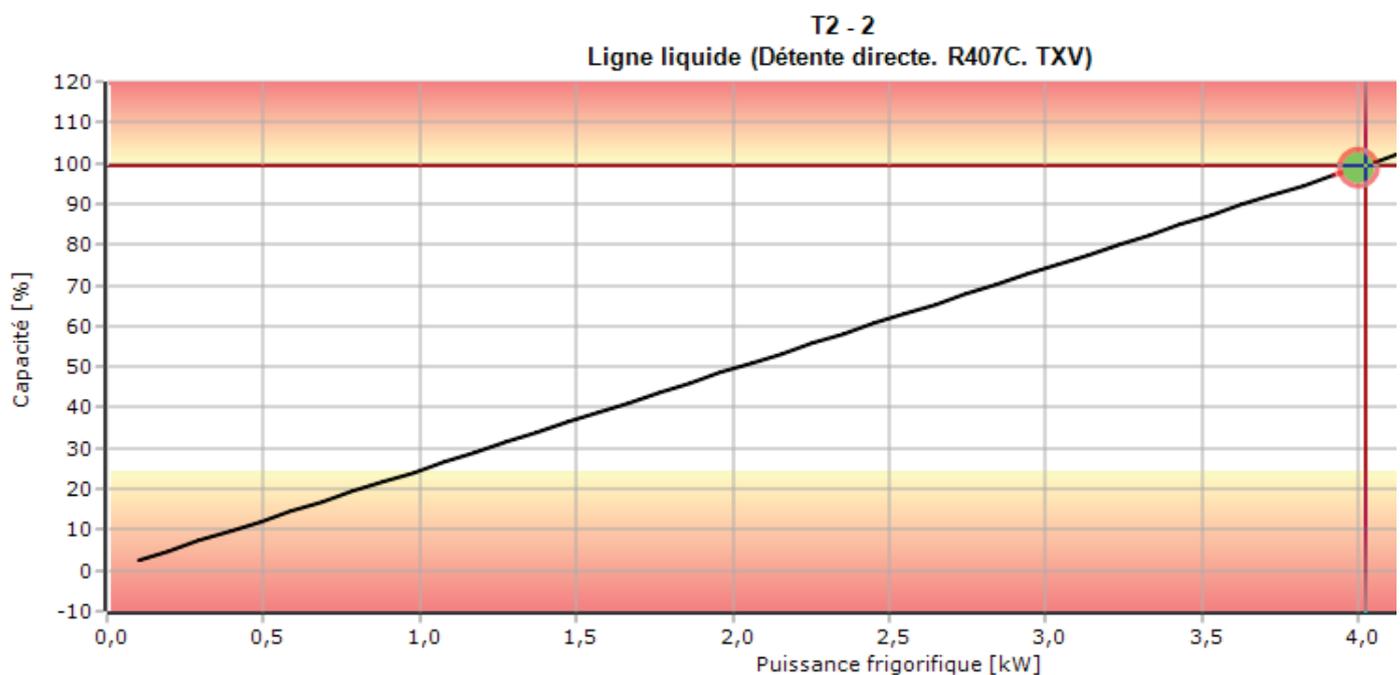
Le logiciel de danfoss coolselector nous permet de sélectionner notre détendeur avec sa buse associée, voici l'exemple pour la chambre carcasse:

### Sélection : T2 - 2

Sélectionné	Type	DN	Plage	Puissance max. [kW]	Puissance min. [kW]	Charge [%]	DP [bar]	Vitesse, entrée [m/s]	Résultat
<input type="radio"/>	T2 - X	10	N	0,957	0,239	418	15,82	0,51	⚠
<input type="radio"/>	T2 - 0	10	N	1,768	0,442	226	15,82	0,51	⚠
<input type="radio"/>	T2 - 1	10	N	3,199	0,800	125	15,82	0,51	⚠
<input checked="" type="radio"/>	T2 - 2	10	N	4,043	1,011	99	15,82	0,51	✓
<input type="radio"/>	T2 - 3	10	N	6,886	1,721	58	15,82	0,51	✓

Courbe de performances

Détails des performances



Le détendeur sélectionné est surligné en bleu, on voit que à pleine ouverture, il fournit tout juste la puissance maximale nécessaire à l'évaporateur, peut être aurait-il fallu prendre une buse plus grosse (proposition du dessous) ou un autre modèle plus performant... Malgré tout c'est bien le modèle T2 avec la buse n°2 qui a été sélectionné pour notre chambre carcasse.

## f- Sélection des autres accessoires de ligne:

Étant donné que la majeure partie des accessoires ainsi que les éléments de régulation se trouvent déjà dans le groupe de condensation copeland, il nous reste à sélectionner les dimensions des tuyauteries, les VEM et les vannes à pressions constante.

- Les diamètres des tuyauteries seront déterminés avec l'appui d'un fournisseur (fritec)
- Les vannes à pression constante seront sélectionnées à l'aide du logiciel coolselector.

## 4- Mise en service de l'installation.

Les éléments de l'installation ont été posés et raccordés fluidiquement et électriquement, les éléments de régulation ont été raccordés. Une attention particulière a été portée à la qualité et l'aptitude à fonctionner du matériel installé, visiblement il n'y a aucun problème à signaler, nous pouvons enfin mettre en service l'installation.

### a- Recherche de fuites

Compte tenu du nombre important de raccords brasés réalisés pour les jonctions vers les évaporateurs, il est important de vérifier l'étanchéité de l'installation, de plus, la réglementation sur les fluides frigorigènes impose une recherche de fuite avant la mise en service. Pour se faire, nous avons simplement effectué une charge de 15 bars en azote dans les canalisations via une vanne de service située sur le groupe de condensation, les raccords étant relativement accessibles grâce aux deux trappes d'accès que nous avons laissé sur les plafond de panneaux frigorifiques, nous sommes monté par cette trappe et avons vérifié tous les raccords brasés ainsi que les raccords des détendeurs dans les évaporateurs à l'aide de bombes de détecteur de fuite (prestobulle). Aucune fuite à signaler, nous pouvons effectuer le tirage au vide de l'installation.

### b- Paramétrages

Les chambres froides sont contrôlées par un régulateur par chambre, ce régulateur gère les dégivrages, alarmes et la régulation thermostatique. Il faut donc paramétrer ces régulateurs avec les valeurs de fonctionnement voulues pour chaque pièce.

### c- Charge en huile

Avant le premier démarrage, nous pouvons charger le récupérateur d'huile via sa vanne associée grâce au bidon d'huile frigorifique fournie avec le groupe (visible sur la photo page numérotée 18). Les compresseurs possèdent déjà une charge préalable en huile dans les carters mais le reste du circuit n'en possède pas, le niveau d'huile sera à surveiller après la mise en service afin de réaliser l'appoint si nécessaire.

### d- Charge en R407c

La charge en fluide frigorigène se fera en phase liquide en raison de la nature du fluide. Avant la mise en service de l'installation, remplir par la bouteille réservoir liquide grâce à la vanne rotalock associée, une fois l'installation en service, nous chargerons par l'aspiration des compresseurs via la vanne rotalock associée. Par chance, les compresseurs scroll peuvent supporter d'aspirer un petit peu de liquide contrairement aux compresseurs à piston, la charge sera tout de même réalisée très minutieusement par sécurité. La quantité de fluide frigorigène sera déterminée par les pressions dans le circuit, le voyant liquide en sortie réservoir, la température d'aspiration du compresseur et quelques autres paramètres qui nous permettent de définir une charge en fluide frigorigène.

## e- Mise en route

Nous pouvons mettre en route l'installation. Une fois l'installation en route, il faut contrôler le sens de rotation des compresseurs (cas d'inversion de phase), généralement on peut repérer le défaut en contrôlant les pressions d'aspiration et de refoulement. Il se trouve que nous avons eu cette anomalie, cela a été vite corrigé, à court terme, un fonctionnement inverse ne nuit pas au compresseur. Vérifier la charge en huile une seconde fois, terminer la charge en fluide frigorigène.

Un réglage minutieux des vannes à pression constantes s'impose, ensuite vient le réglage des détendeurs (réglage de la surchauffe), le tout à l'aide d'un manomètre électronique équipé de sondes de température.

Ensuite viennent les tests de fonctionnement: vérification de fonctionnement de la régulation, de toutes les parties mécaniques (compresseur, ventilateurs etc), effectuer une mesure d'intensité absorbée aux bornes du compresseur..

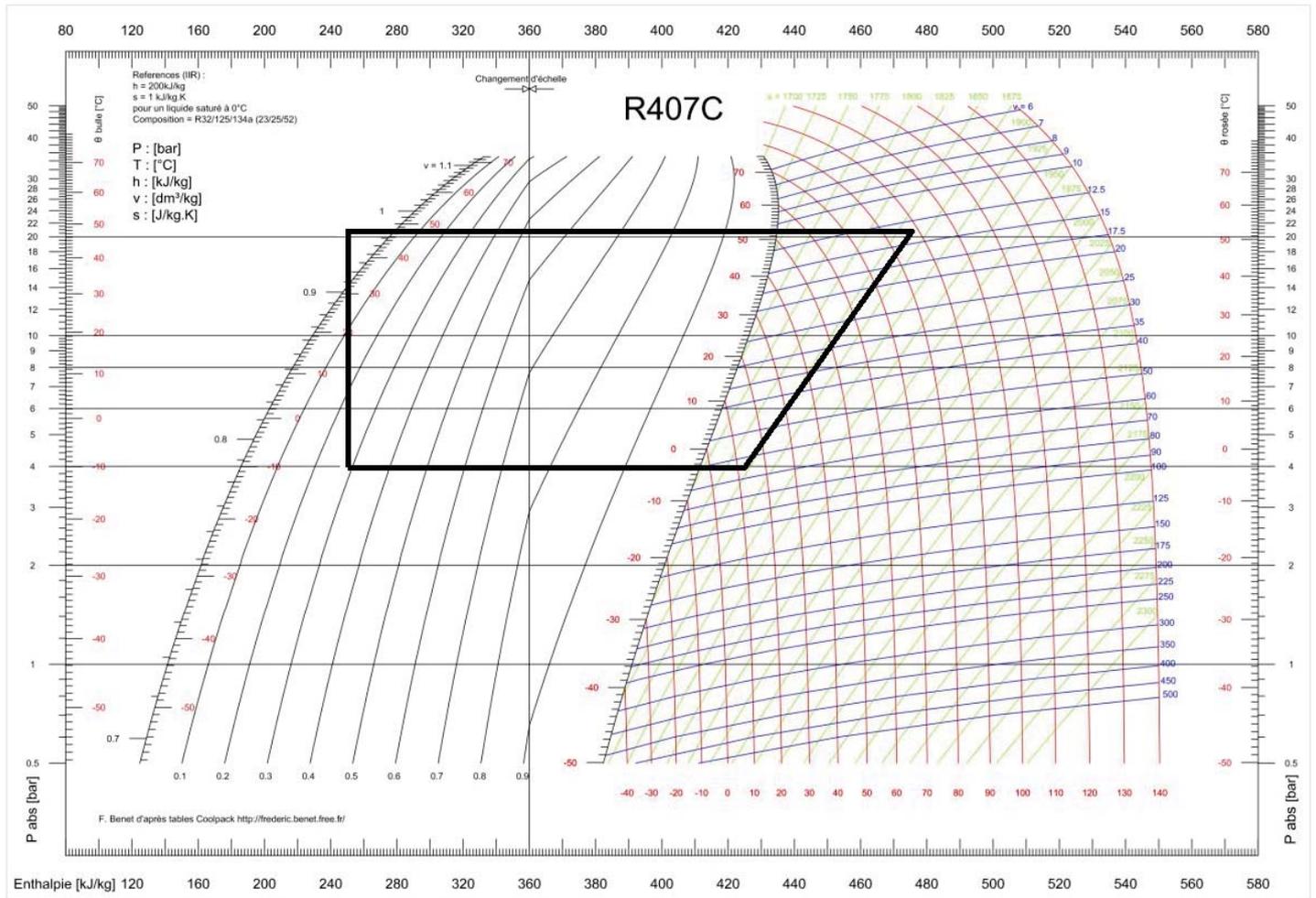
Une visite pour vérifier le fonctionnement s'impose après quelques jours de fonctionnement de l'installation afin de reconstrôler une bonne partie de ces paramètres. C'est à ce moment là que nous pouvons réaliser un audit de fonctionnement.

## 5- Audit de fonctionnement

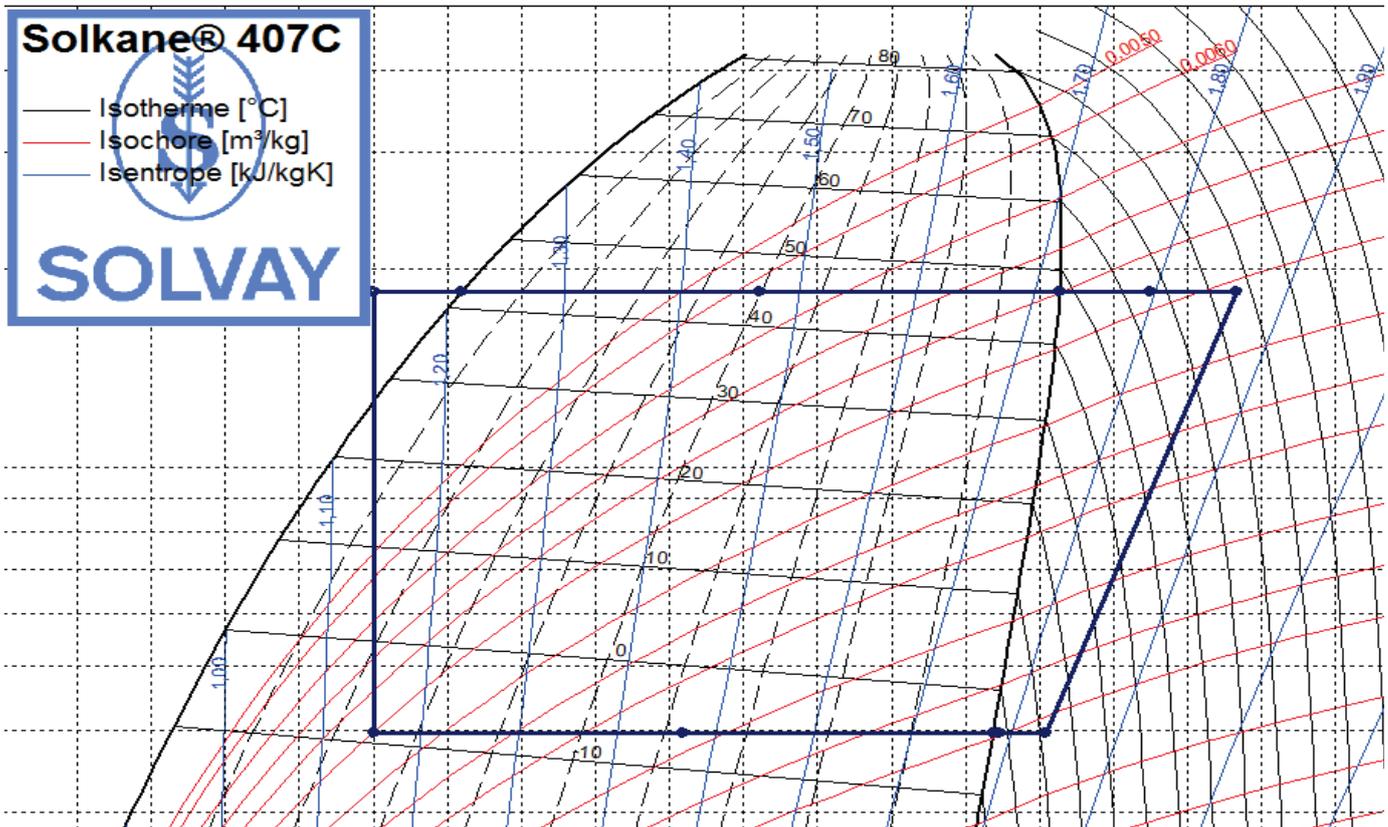
Le but de l'audit de fonctionnement est de déterminer si l'installation fonctionne comme elle devrait fonctionner, pour cela, nous allons déterminer la puissance frigorifique fournie par le groupe en fonctionnement lorsque tous les évaporateurs sont en demande de froid, nous ne réaliserons donc pas l'audit pour chaque évaporateur mais pour le groupe froid uniquement. Voici les valeurs relevées sur l'installation:

- Température d'aspiration = 11,8°C
- Température de refoulement = 87°C
- Température sortie condenseur = 43°C (en théorie, 47°C car il y a une bouteille réservoir)
- Température entrée détendeur = 31,8°C
- Température d'évaporation (relative à la pression d'aspiration du compresseur) = -4,2°C
- Température sortie évaporateur = 0,4°C
- Pression de condensation lue aux manomètres = 19,7 bars = 47°C au point de bulle
- Pression d'évaporation lue aux manomètres = 2,9 bars = -4,2°C au point de rosée

Voici donc le diagramme enthalpique format papier illustrant ce cycle:



On peut aussi faire ce cycle avec le logiciel solkane, cela nous permettra de réaliser des simulations et avoir des données supplémentaires sur le cycle:



On peut remarquer certaines différences entre les deux cycles, principalement pour les niveaux de pression, cela s'explique par le fait que Solkane considère la température de condensation à la pression de vapeur saturante alors que j'ai considéré la température de condensation au point de rosée (pression liquide saturé). Cela crée un écart d'environ deux bars.

D'après le logiciel Solkane, pour atteindre une puissance frigorifique de 22 KW, le débit massique circulant dans l'installation doit être de 130,09 g/s ce qui équivaut à 0,130 kg/s. Cette valeur est vérifiable par le calcul:  $QM = (\text{Puissance frigorifique}) / (\text{différence d'enthalpie à l'évaporateur})$

La différence d'enthalpie se trouve à l'aide du logiciel solkane.

Application numérique:  $22 / (407,47 - 240,16) = 0,131 \text{ kg/s}$ . La relation est donc vérifiée.

A présent, il faut prouver que le débit réel dans l'installation dans nos conditions de fonctionnement est égal (ou proche) de 0,131 kg/s. Pour cela nous utiliserons la formule:

$\text{Débit massique} = (\text{débit volumique balayé} * \text{rendement volumétrique}) / (\text{volume spécifique})$

Le débit volumique balayé se trouve dans le document constructeur =  $0,00952 \text{ m}^3/\text{s}$

Le rendement volumétrique se calcule grâce à:  $1 - (0,05 * (19/4)) = 0,77$

Le volume spécifique représente le volume massique à l'aspiration des compresseurs, il se trouve à l'aide du diagramme enthalpique ou du tableau du logiciel Solkane =  $0,063 \text{ m}^3/\text{kg}$

Application numérique:  $QM = (0,00952 * 0,77) / 0,063 = 0,116 \text{ kg/s}$

Le débit massique réel est donc à peine inférieur au débit massique prévu, ainsi, dans nos conditions, l'installation fournit une puissance frigorifique de 19,408 KW car:

$0,116 * (407,47 - 240,16) = 19,408 \text{ KW}$ .

La puissance frigorifique fournie est donc plus faible que prévu. Malgré cela, il faut compter que les conditions d'essai n'étaient pas vraiment favorables à l'installation car la température extérieure était relativement forte, la surchauffe utilisable était relativement faible... Dans ces conditions, l'installation frigorifique va fonctionner plus longtemps que les 16 heures initialement prévues (de toutes façons, au vu de la nature de la régulation ça aurait déjà été le cas) mais cela sera le cas que quelques heures sur seulement quelques jours de l'année. Le bilan de cet audit de fonctionnement reste donc relativement positif car l'installation fonctionne tout de même dans les conditions qui étaient initialement prévues.

Pour aller plus loin, nous aurions pu réaliser un audit pour tous les évaporateurs afin de déterminer si leur fonctionnement est correct, mais cela implique du temps et le calcul de la puissance sur l'air est relativement imprécis, cela n'a donc pas été effectué, je pense que nous pouvons considérer que l'installation fonctionne dans les conditions requises.

Une fois toutes les finitions et vérifications réalisées, le chantier est rendu au client, le travail à la boucherie Boutonnier est terminé.

Ce chantier a été pour moi une grande expérience, j'ai pu visualiser et réaliser tout un projet plutôt intéressant et varié. J'ai pu acquérir une certaine autonomie dans mon travail, j'ai découvert l'ambiance d'un chantier mêlé à plusieurs corps de métiers, ses avantages et ses difficultés...

En bref, j'ai découvert un aspect du métier qui je pensais connaître mais que finalement je ne le connaissait pas tant que ça. Je suis plutôt passionné par le dépannage, ce n'était donc pas quelque chose que j'avais l'habitude de faire mais j'espère bien avoir l'occasion de revivre cela car le chantier a aussi ses bons côtés.





# Conclusion

Cette période en milieu professionnel était très intéressante en terme de connaissances car j'ai pu y effectuer de nombreuses activités que je n'avais jamais pratiquées avant, J'ai eu l'occasion d'être complètement autonome dans le travail.

Le stage s'est extrêmement bien déroulé, j'ai découvert une multitude de systèmes de production de froid, j'ai pu me perfectionner dans tous les domaines qui touchent le métier de frigoriste. Travailler à Polyfroid 34 était très plaisant, j'ai apprécié l'ambiance de travail, le travail d'équipe...

Je remercie encore toutes les personnes ayant put m'aider pendant ma formation pour arriver au niveau de seconde année du BTS FED, j'ai pu faire le rapprochement entre le monde du travail et le contenu de mes cours professionnels ce qui m'aidera dans mes premier pas dans la vie active, cette expérience m'est donc complètement bénéfique.

Enfin, ce stage m'a permis de faire mes preuves dans une entreprise réputée dans le milieu, grâce à cela, Monsieur Chiavassa m'a engagé pour la saison dans la suite directe du stage en CDD pour deux mois, j'ai pu en apprendre encore plus sur le métier de frigoriste tout en vivant une expérience différente. C'est pour cela que je remercie infiniment Monsieur Chiavassa Roger, gérant de Polyfroid 34, aussi bien pour m'avoir permis d'effectuer ce stage de qualité au sein de son entreprise que pour la confiance qu'il m'a porté en m'engageant en CDD par la suite.

Mon projet après l'obtention du BTS FED est de rentrer dans la vie active en tant que technicien frigoriste. Je vais donc rechercher un emploi dès à présent pour pouvoir travailler dès le mois de Juillet, dans ma liste des entreprises ou je compte postuler, la société Polyfroid 34 est bien évidemment en tête de liste car c'est, à mon sens, l'entreprise idéale par chez moi, le travail y est intéressant, l'ambiance est très plaisante... J'ai aussi comme projet de passer au plus tôt le certificat d'aptitude à la manipulation des fluides frigorigènes, en passant la l'AFPA ou un autre organisme car ce certificat est essentiel au métier de frigoriste.

