



# Groupe froid négatif

Système de conservation de produits à température négative (A assembler ou Clé-en-main)

## Le Groupe froid négatif en un clin d'œil



### ➤ Sections

- ✓ Energétique.

### ➤ Points Forts & Activités Clés :

- ✓ Installation frigorifique instrumentée permettant l'acquisition des concepts thermodynamiques liés à l'industrie du froid
- ✓ Activités d'installation, mise en service, paramétrage et maintenance
- ✓ Etude des circuits frigorifiques et électriques
- ✓ Identification et relevé des caractéristiques du matériel
- ✓ Tracé du cycle sur le diagramme enthalpique: bilan énergétique de l'installation (Échangeurs, Chambre froide) et détermination des coefficients de performance
- ✓ Prévion des régimes de fonctionnement
- ✓ Support de formation à l'habilitation électrique
- ✓ Instrumentation de débit (Avec option FN18), pressions et températures
- ✓ Facilité de mise en oeuvre des TP (descente en température rapidement)

### ➤ Composants Particuliers :

- ✓ Coffret regroupant tous les composants électriques, boutons et voyants de commande
- ✓ Châssis en profil aluminium spécialement étudié pour cette application
- ✓ Groupe frigorifique au R 404A
- ✓ Filtre déshydrateur
- ✓ Détendeur thermostatique
- ✓ Système de gestion avec contrôle du dégivrage
- ✓ Résistance permettant de simuler des variations de températures dans la chambre (Option FN17)
- ✓ Évaporateur de plafonnier avec deux ventilateurs électriques et une résistance de dégivrage
- ✓ Système de dégivrage de la porte, évacuation des condensats et de la soupape de la chambre froide
- ✓ Chambre froide (Épaisseur isolation 80mm et 100mm porte)

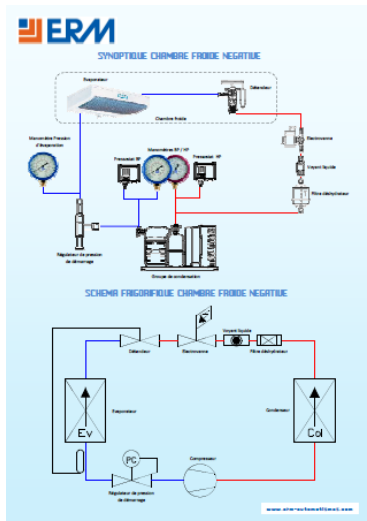
### ➤ Références :

- ✓ FN15+FP16-k: Groupe froid négatif (A assembler - Consommables fournis)
- ✓ FN15+FP16: Groupe froid négatif (Clé en main)
- ✓ FP17: Option Radiateur 500W dans chambre froide
- ✓ FN18: Option Débitmètre à aiguille pour fluide frigorigène
- ✓ FP19: Outillage de base du frigoriste
- ✓ PC22: Thermomètre 4 voies avec affichage et acquisition PC (Livré avec 8 sondes thermocouples et logiciel d'acquisition PC)
- ✓ FP11: Option Centrale d'acquisition et télégestion pour groupes froids

### ➤ Ce système est accompagné d'un dossier technique et pédagogique (sur DVD)

- ✓ Dossier technique et notices des différents matériels
- ✓ Cours de production du froid et de tracé du cycle sur le diagramme enthalpique
- ✓ Travaux dirigés et leurs corrigés
- ✓ Travaux pratiques et leurs fiches d'évaluation

Synoptique & schémas de la chambre froide



### PC22 « Thermomètre 4 voies avec affichage et acquisition PC »

- ✓ Thermomètre 4 voies permettant avec affichage instantané des 4 voies et récupération des données (8000 points) sur PC pour analyse avec logiciel dédié
- ✓ Livré avec 8 sondes filaires de température (Thermocouple)
- ✓ Cet outil permet de réaliser des mesures de température en des points spécifiques choisis par l'apprenant.





## Architecture du système Clé-en-main (FN15+FP16)

### ➤ Caractéristiques fonctionnelles :

- ✓ Température de la chambre froide : de -18 à -23°C (Applications typiques de conservation de produits congelés)

### ➤ Caractéristiques techniques :

- ✓ Dimensions L / l / H : 1400x900x2000mm
- ✓ Energies : Electrique : 230V monophasé. Puissance absorbée : 1500W
- ✓ Masse : 200 kg

### ➤ Composants du « Groupe froid négatif (Clé-en-main) » :

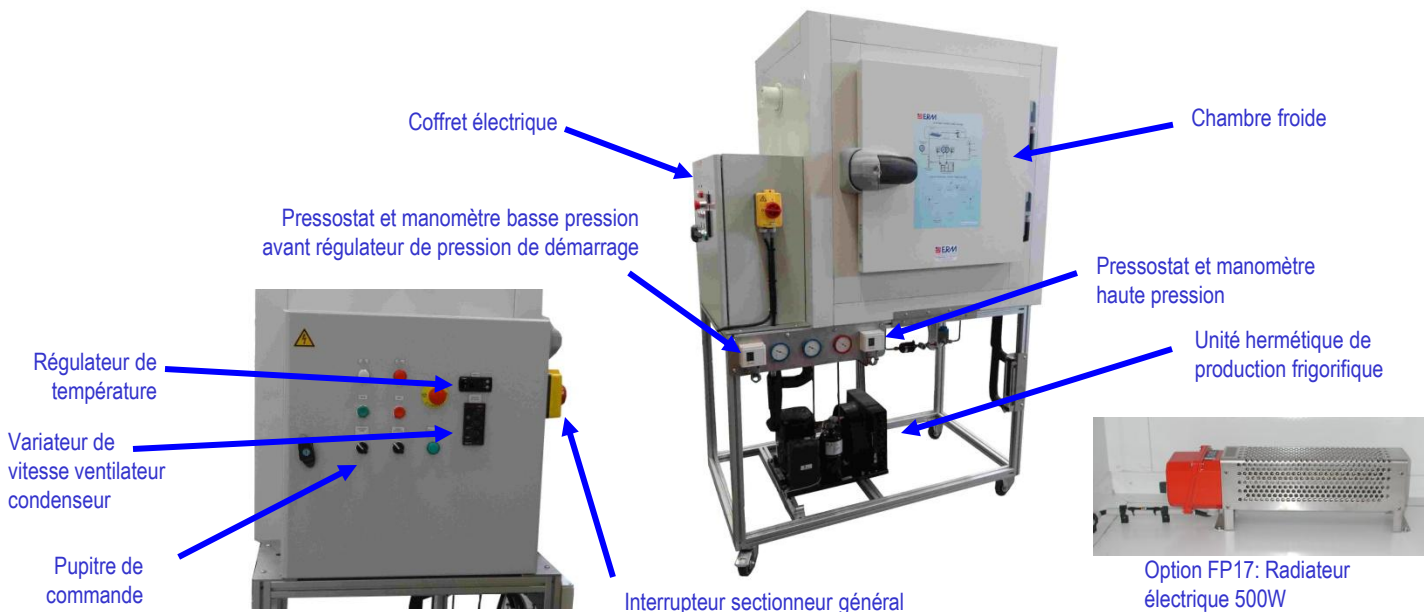
- ✓ Chambre froide négative :
  - Un caisson isolant d'épaisseur 80mm, LxPxH=1060x760x1060mm, laqué blanc (Marque Isocab)
  - Une soupape d'équilibrage de pression avec joint chauffant
  - Une porte avec serrure frigorifique équipée d'une décondamnation intérieure par coup de poing
    - Le cadre de porte possède une résistance de dégivrage sous le joint de porte.
  - **Avec Option FP17:** Un radiateur électrique de 500W inclus dans la chambre froide pour générer des perturbations thermiques dans le cadre des exploitations pédagogiques
- ✓ Composants frigorifiques
  - Un groupe frigorifique au R 404A de puissance frigorifique 550W
  - Un pressostat et un manomètre HP
  - Un pressostat et un manomètre BP
  - Un manomètre BP avant régulateur de pression de démarrage
  - Un filtre déshydrateur
  - Un voyant liquide
  - Un détendeur thermostatique
  - Un électrovanne en amont du détendeur thermostatique
  - Un évaporateur de plafonnier avec deux ventilateurs électriques, une résistance de dégivrage et une canalisation d'évacuation des condensats avec cordon de dégivrage
  - Un réseau cuivre ¼ - 3/8
  - Un régulateur de démarrage KVL
  - Un régulateur de fonctionnement avec contrôle du dégivrage
  - Un variateur de vitesse du moteur du ventilateur du condenseur
  - **Avec option FN18:** Un débitmètre à flotteur pour fluide frigorifique
- ✓ Coffret électrique métallique (LxPxH=600x300x600mm)
  - Contacteur général : assure la coupure des alimentations électriques en cas d'arrêt d'urgence.
  - Disjoncteur magnéto-thermique monophasé : assure la protection de l'unité hermétique
  - Porte fusible unipolaire + neutre : assure la protection du primaire du

transformateur.

- Transformateur : alimente le circuit de commande en 12V et 24V alternatif.
- Porte fusible : protection des secondaires du transformateur.
- Contacteur bipolaire : mise en fonctionnement du compresseur.
- Disjoncteur magnéto-thermique monophasé : protection du ventilateur du condenseur.
- Contacteur bipolaire : mise en fonctionnement du ventilateur du condenseur.
- Disjoncteur magnéto-thermique monophasé : protection des ventilateurs de l'évaporateur.
- Contacteur bipolaire : mise en fonctionnement des ventilateurs de l'évaporateur.
- Porte fusible unipolaire + neutre : assure la protection de la résistance de dégivrage de l'évaporateur.
- Contacteur bipolaire : mise en fonctionnement de la résistance de dégivrage de l'évaporateur.
- Porte fusible unipolaire + neutre : assure la protection de la résistance de simulation de charge thermique.
- Contacteur bipolaire : mise en fonctionnement de la résistance de simulation de charge thermique.
- Porte fusible unipolaire + neutre : assure la protection de la résistance de dégivrage de la porte.
- Porte fusible unipolaire + neutre : assure la protection de la résistance de dégivrage de la soupape.
- Porte du coffret contenant la boutonerie et l'accès au régulateur frigorifique et au variateur de vitesse du ventilateur condenseur
- Sectionneur situé sur un côté de l'armoire
- ✓ Mise en œuvre d'une régulation thermostatique avec vidange de l'évaporateur (Pump Down) et dégivrage par résistance de dégivrage.

### ➤ Jeu de pièces pannées pour les activités de diagnostic et maintenance

- ✓ Composants frigorifiques :
  - Détendeur avec orifice bouché ou mal calibré
  - Déshydrateur défectueux
  - Electrovanne bloquée
  - Sonde de température mal calibrée
- ✓ Composants électriques
  - Fusible défectueux (permet de simuler un problème d'alimentation du circuit de commande)
  - Contacteur monophasé défaillant (permet de simuler un dysfonctionnement sur la puissance du condenseur, de l'évaporateur ou du dégivrage)



## Architecture du système « A assembler » (FN15+FP16-k)

### ➤ **Caractéristiques fonctionnelles :**

- ✓ Température de la chambre froide : de -18 à -23°C (Applications typiques de conservation de produits congelés)

### ➤ **Point fort du « Groupe froid négatif A assembler - Consommables fournis »**

- ✓ C'est un système à périmètre pédagogique très ouvert. Plusieurs orientations sont possibles pour les enseignants et les apprenants :
  - Assemblage intégral du sous-système (Montage de la chambre froide, Montage des composants frigorifiques, Tuyautage frigorifique, Câblage du coffret électrique, Raccordements électriques)
  - Chambre froide montée, assemblage de tout le reste (Montage des composants frigorifiques, Tuyautage frigorifique, Câblage du coffret électrique, Raccordements électriques)
  - Chambre froide et composants frigorifiques montés, assemblage de tout le reste (Tuyautage frigorifique, Câblage du coffret électrique, Raccordements électriques)
  - Autres possibilités en fonction des objectifs pédagogiques des enseignants
  - La possibilité d'assembler le système de A à Z (Tel que les apprenants devront le faire dans le monde professionnel) ou seulement une partie est un point fort de notre offre.

### ➤ **Caractéristiques techniques:**

- ✓ Dimensions L / l / H : 1400x900x2000mm
- ✓ Energies : Electrique : 230V monophasé. Puissance absorbée : 1500W
- ✓ Masse : 200 kg

Evaporateur avec  
résistance de dégivrage

Sonde de température  
ambiante



Détendeur

Canalisation d'évacuation des  
condensats avec cordon de  
dégivrage



Soupape d'équilibrage de pression  
avec cordon chauffant

Canalisation de  
refoulement

Compresseur  
hermétique

Boîtier de raccordement

Bouteille liquide



Condenseur



Electrovanne de régulation



## Architecture du système « A assembler » (FN15k)

### ➤ Composants du « Groupe froid négatif (A assembler - Consommables fournis) » :

- ✓ Chambre froide négative:
  - Un caisson isolant d'épaisseur 80mm, LxPxH=1060x760x1060mm, laqué blanc (Marque Isocab)
    - Les parois du caisson s'assemblent et se désassemblent avec l'outil de montage fourni
    - Cela permet ainsi de réaliser des activités sur le montage de parois de chambres froides
  - Une soupape d'équilibrage de pression avec joint chauffant
  - Une porte avec serrure frigorifique équipée d'une décondamnation intérieure par coup de point.
    - Le cadre de porte possède une résistance de dégivrage sous le joint de porte.
- ✓ Composants frigorifiques
  - Un groupe frigorifique au R 404A de puissance frigorifique 550W
  - Un pressostat et un manomètre HP
  - Un pressostat et un manomètre BP
  - Un manomètre BP avant régulateur de pression de démarrage
  - Un filtre déshydrateur
  - Un voyant liquide
  - Un détendeur thermostatique
  - Un électrovanne en amont du détendeur thermostatique
  - Un évaporateur de plafonnier avec deux ventilateurs électriques, une résistance de dégivrage et une canalisation d'évacuation des condensats avec cordon de dégivrage
  - Un régulateur de démarrage KVL
  - Un régulateur de fonctionnement avec contrôle du dégivrage
  - Un variateur de vitesse du moteur du ventilateur du condenseur
  - **Avec option FN18:** Un débitmètre à flotteur pour fluide frigorifique
- ✓ Coffret électrique métallique (LxPxH=600x300x600mm) → Alimentation monophasée, variateur de vitesse sur le compresseur
  - Contacteur général : assure la coupure des alimentations électriques en cas d'arrêt d'urgence.
  - Disjoncteur magnéto-thermique monophasé : assure la protection de l'unité hermétique
  - Porte fusible unipolaire + neutre : assure la protection du primaire du transformateur.
  - Transformateur : alimente le circuit de commande en 12V et 24V alternatif.
  - Porte fusible : protection des secondaires du transformateur.
  - Contacteur bipolaire : mise en fonctionnement du compresseur.
  - Disjoncteur magnéto-thermique monophasé : protection du ventilateur du condenseur.
  - Contacteur bipolaire : mise en fonctionnement du ventilateur du condenseur.
  - Disjoncteur magnéto-thermique monophasé : protection des ventilateurs de l'évaporateur.
  - Contacteur bipolaire : mise en fonctionnement des ventilateurs de l'évaporateur.
  - Porte fusible unipolaire + neutre : assure la protection de la résistance de dégivrage de l'évaporateur.
  - Contacteur bipolaire : mise en fonctionnement de la résistance de dégivrage de l'évaporateur.
  - Porte fusible unipolaire + neutre : assure la protection de la résistance de dégivrage de la porte.
  - Porte fusible unipolaire + neutre : assure la protection de la résistance de dégivrage de la soupape.
  - Porte du coffret contenant la boutonnerie et l'accès au régulateur frigorifique et au variateur de vitesse du ventilateur condenseur
  - Sectionneur situé sur un côté de l'armoie
- ✓ Mise en œuvre d'une régulation thermostatique avec vidange de l'évaporateur (Pump Down) et dégivrage par résistance de dégivrage



Principe de montage de la chambre froide

### ➤ Outillage spécifique de mise en œuvre

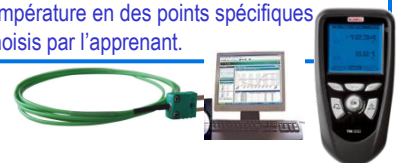
- ✓ Clef à cliquet frigoriste 1/4" x 3/8"
- ✓ Dudgeonnière
- ✓ Cintreuse
- ✓ Coupe tubes
- ✓ Ebavureur
- ✓ Clé de montage des parois de la chambre froide

### ➤ Jeu de pièces pannées pour les activités de diagnostic et maintenance

- ✓ Composants frigorifiques:
  - Détendeur avec orifice bouché ou mal calibré
  - Déshydrateur défectueux
  - Electrovanne bloqué
  - Sonde de température mal calibrée
- ✓ Composants électriques
  - Fusible défectueux (permet de simuler un problème d'alimentation du circuit de commande)
  - Contacteur monophasé défaillant (permet de simuler un dysfonctionnement sur la puissance du condenseur, de l'évaporateur ou du dégivrage)

### PC22 « Thermomètre 4 voies avec affichage et acquisition PC »

- ✓ **Thermomètre 4 voies** permettant avec affichage instantané des 4 voies et **récupération des données** (8000 points) **sur PC pour analyse avec logiciel dédié**
- ✓ Livré avec 8 sondes filaires de température (Thermocouple)
- ✓ Cet outil permet de réaliser des mesures de température en des points spécifiques choisis par l'apprenant.



### FP19 « Outillage de base du frigoriste »

- ✓ Clef à cliquet frigoriste 1/4" x 3/8"
- ✓ Dudgeonnière
- ✓ Cintreuse
- ✓ Coupe tubes
- ✓ Ebavureur
- ✓ Clé de montage des parois de la chambre froide



## Centrale d'acquisition et télégestion pour groupes froids (FP11)

### ➤ Description fonctionnelle

- ✓ L'ensemble des informations de mesures est récupéré par une centrale de commande, acquisition et communication qui en assure le traitement et les rend accessibles en local (port USB série ou ethernet) ou à distance via un réseau Internet
- ✓ Elle enregistre l'évolution des différentes mesures. Les élèves peuvent alors faire des travaux pratiques avec des mesures instantanées et en interprétant les enregistrements des jours précédents.

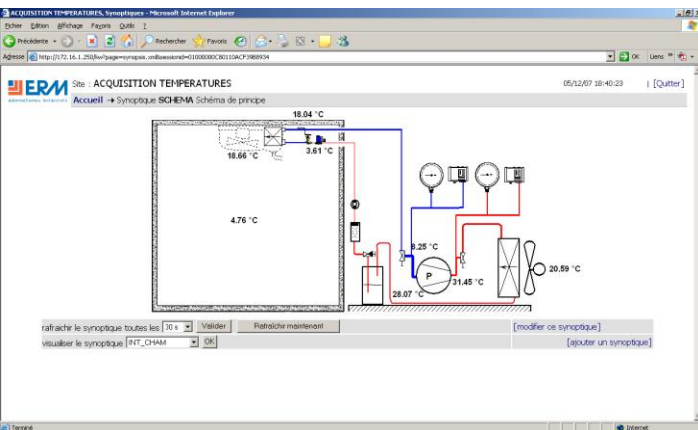
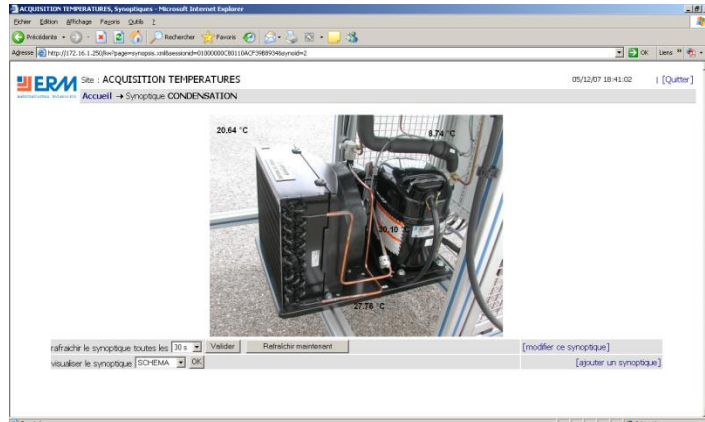
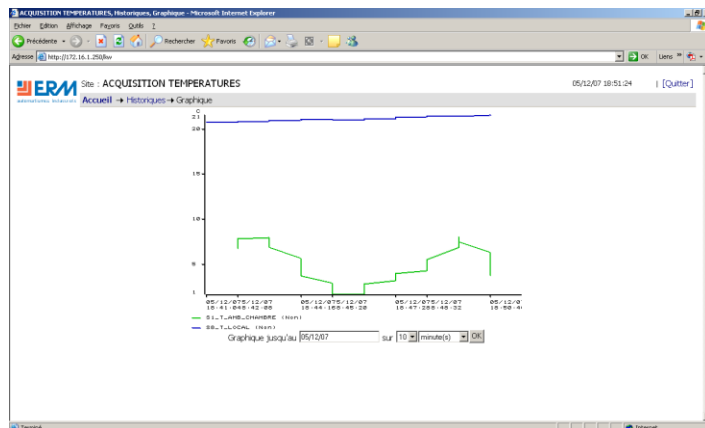


Schéma de principe : données en temps réel (température de évaporateur, chambre froide, entrée détenteur, sortie évaporateur)



Synoptique de l'installation : données en temps réel (température entrée et sortie condenseur, aspiration compresseur et température ambiante)



Historique des mesures sous forme graphique



## Approche pédagogique

### ➤ **Activités pédagogiques autour du Groupe Froid Négatif:**

- ✓ Étude des circuits frigorifiques et électriques
- ✓ Identification et relevé des caractéristiques du matériel
- ✓ Tracé du cycle sur le diagramme enthalpique : Bilan énergétique de l'installation (échangeurs, chambres froides) et détermination des coefficients de performance
- ✓ Mise en service et paramétrage de fonctionnement
- ✓ Prévion des régimes de fonctionnement
- ✓ Support de formation à l'habilitation électrique et intervention de maintenance
- ✓ Mesure de descente en température et influence du réglage de la vanne de démarrage

### ➤ **Travaux Pratiques disponibles:**

#### TP1 : Tracé du schéma fluide de l'installation, relevés d'informations techniques sur les plaques signalétiques et relevés de fonctionnement

- ✓ Dessin du schéma de l'installation frigorifique
- ✓ Relevé d'informations techniques sur les plaques signalétiques
- ✓ Vérification du réglage / Réglage des disjoncteurs moteurs
- ✓ Mesures de tension d'alimentation et d'intensités absorbées
- ✓ Mesures frigorifiques (Condenseur et Evaporateur) et vérifications des réglages (Pressostats, Thermostats, Dégivrage)

#### TP2 : Bilan thermique

- ✓ Calculs du volume et de la surface externe totale de l'enceinte frigorifique
- ✓ Calcul de l'écart de température entre l'ambiance intérieure et extérieure
- ✓ Calcul du flux surfacique unitaire de la paroi
- ✓ Calcul de la puissance frigorifique introduite par les parois
- ✓ Définition du point de fonctionnement théorique de l'installation
- ✓ Mise en route et comparaison du point de fonctionnement réel et théorique

#### TP3 : Mise en service et réglages

- ✓ Réglage des sécurités électriques (Identifier sur le schéma électrique du système les appareillages de sécurité électriques à régler, Effectuer le réglage de ces appareils et Raccorder l'installation au réseau électrique puis la mettre sous tension)
- ✓ Relever les valeurs de réglage du matériel
- ✓ Régler les appareillages de sécurités et de régulation frigorifiques
- ✓ Réaliser les pré-réglages des appareillages de régulation/sécurité frigorifiques de l'installation afin de lui permettre de démarrer (Pressostat BP et HP) procéder à la configuration du thermostat électronique installé
- ✓ Réaliser la mise en route de l'installation
- ✓ Relever en régime établi les températures d'évaporation et de condensation normale de fonctionnement

- ✓ Procéder au réglage du pressostat haute pression et basse pression
- ✓ Relever les paramètres de fonctionnement de l'installation
- ✓ Procéder aux essais de l'installation en relevant les variations de températures de l'ambiance de la chambre froide et d'évaporation sur deux cycles de fonctionnement puis tracer l'évolution de ces deux grandeurs en fonction du temps

#### TP4 : Mise en service et réglages

- ✓ Analyse préalable du système
- ✓ Réglage des sécurités électriques
- ✓ Réglage des appareillages de sécurités et de régulation frigorifiques (Pressostat, Thermostat, Régulateur)

#### TP5 : Relevés et exploitation de mesures

- ✓ Relevé de mesures de températures et pression à différentes températures de consigne
- ✓ Tracé des diagrammes enthalpiques correspondants
- ✓ Evaluation de la production frigorifique volumique
- ✓ Conclusion quant à l'influence de la température de la chambre froide sur l'efficacité du système frigorifique

#### TP6 : Influence du réglage du régulateur de démarrage

- ✓ Vérification des réglages des appareils frigorifiques
- ✓ Relevé de la valeur de la pression d'aspiration réglée sur le robinet de démarrage au début de la phase de descente en température de l'enceinte réfrigérée
- ✓ Déclenchement d'un dégivrage forcé et relevé de l'évolution des températures et des pressions induite
- ✓ Tracé de l'évolution des pressions d'aspiration et d'évaporation dans le temps

#### TP7 : Étude du dégivrage par résistance électrique

- ✓ Identification du type de dégivrage utilisé
- ✓ Calcul de la puissance spécifique de dégivrage en utilisant la documentation de l'évaporateur
- ✓ Relevé des valeurs de réglage du thermostat électronique en utilisant le dossier du thermostat installé
- ✓ Déclenchement d'un dégivrage forcé en agissant sur le thermostat d'ambiance et relevé de l'évolution des températures mesurées sur les sondes d'ambiance et de dégivrage à partir de l'arrêt du groupe de condensation jusqu'à son démarrage
- ✓ Tracé de l'évolution de ces deux grandeurs en fonction du temps