



Nom :

Entreprise :

Stage de perfectionnement

**Fluide frigorigène : maîtriser le
principe de fonctionnement
d'un circuit frigorifique**

Durée : 2 jours

Date :

Lieu :

Nom du formateur :

Livret participant

SOMMAIRE

- Programme de la formation
- Contenu de la formation

➤ Programme de la formation

➤ Jour 1

Etape	Objectifs pédagogiques
Accueil	Connaître les attentes des participants et situer chacun Présenter la formation et positionner ce module dans l'offre « fluide frigorigène » AFPA
Introduction	Apprécier le niveau de réflexion des participants sur les enjeux et l'importance de la réglementation
Les caractéristiques de base	Rappeler les grandeurs physiques (P, T, M, H) Schématiser un circuit frigorifique et repérer les grandeurs T0, BP, TK, HP
Repérage des caractéristiques de base	Rechercher et mesurer des grandeurs T0, BP, TK, HP sur un circuit frigorifique en fonctionnement
Repérage des caractéristiques de base (suite)	Analyser les grandeurs mesurées en TP et approfondir vers la désurchauffe, le sous-refroidissement et la surchauffe avec schématisation du circuit
Repas	
Repérage des caractéristiques de base (suite)	Rechercher et mesurer des grandeurs T0, BP, SC, TK, HP, SR sur un circuit frigorifique en fonctionnement
Validation des caractéristiques de base	Analyser les grandeurs mesurées en TP et approfondir vers les valeurs usuelles de fonctionnement avec schématisation du circuit
Le diagramme enthalpique	Définir l'enthalpie Repérer les différents états physiques Repérer les grandeurs T0, BP, SC, Compression, désurchauffe, TK, HP, SR, détente
Les réglettes fluides	Utiliser une réglette pour avoir la relation pression température des fluides azéotropiques et non azéotropiques



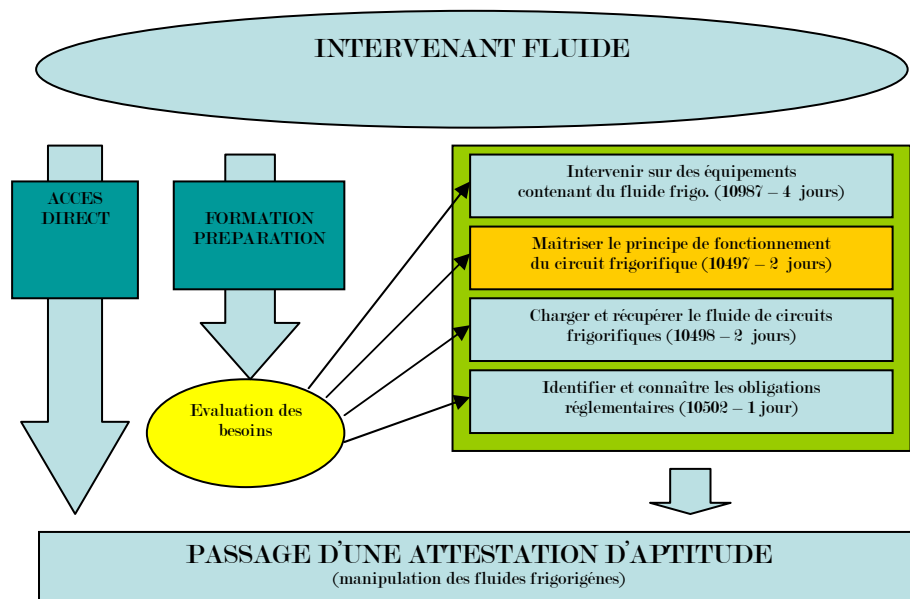
Jour 2

Programme de la formation

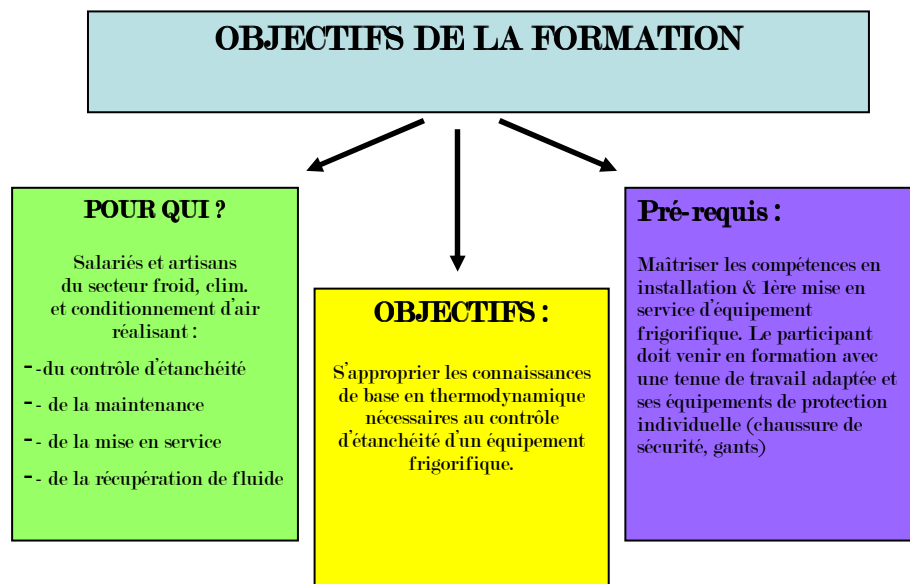
Etape	Objectifs pédagogiques
Présentation de la deuxième journée	Rappeler les acquisitions de la veille et faire le lien avec cette deuxième journée.
Fonctionnement d'un groupe de condensation	Analyser les technologies et le principe de fonctionnement des compresseurs Analyser les technologies et les principes de fonctionnement des condenseurs (air et eau)
Repérage des groupes de condensation	Repérer différentes technologies de compresseurs et condenseurs
Fonctionnement d'un ensemble détenteur / évaporateur	Analyser les technologies et principe de fonctionnement des détenteurs Analyser les technologies et principes de fonctionnement des évaporateurs (air et eau)
Repas	
Repérage des évaporateurs	Repérer différentes technologies de détenteurs et évaporateurs
Réglages	Régler un pressostat BP Régler un pressostat HP Régler un régulateur de pression de condensation Régler une vanne d'aspiration (KVP)
Synthèse	
Evaluation de la formation	Avoir une appréciation des participants sur cette action de formation

➤ Contenu de la formation

➤ Introduction & pré-requis

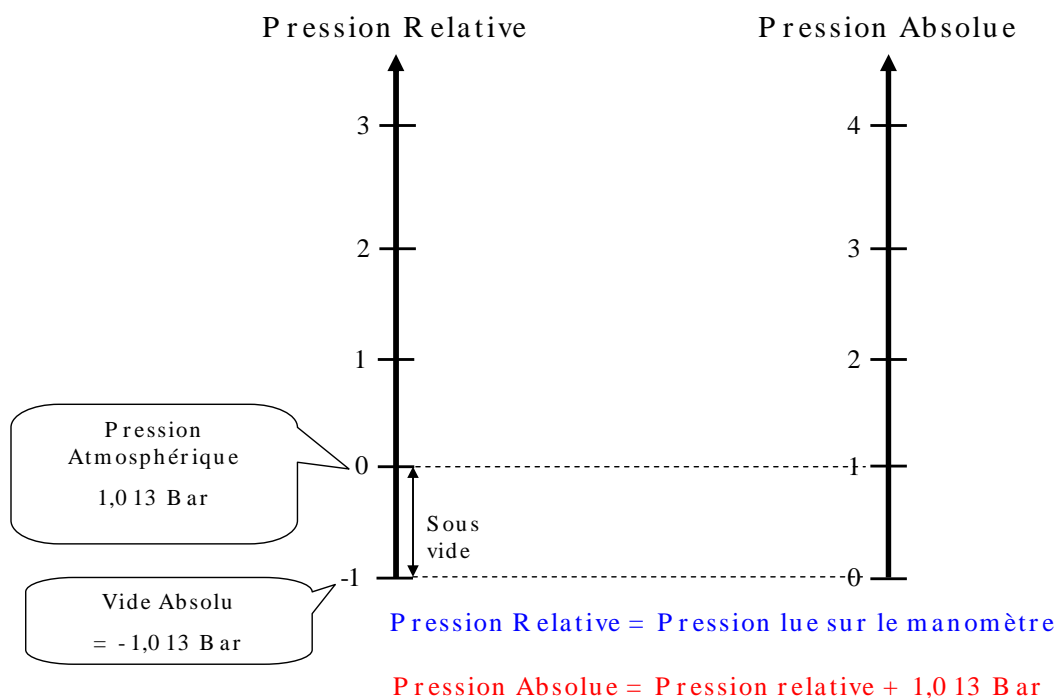


Commentaires :

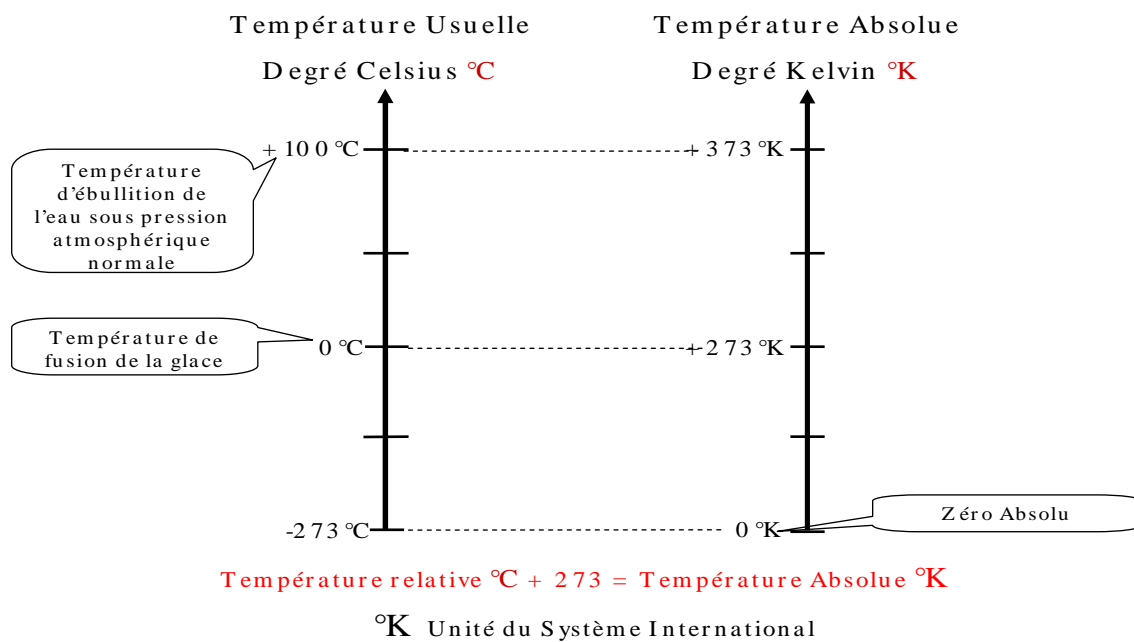


Commentaires :

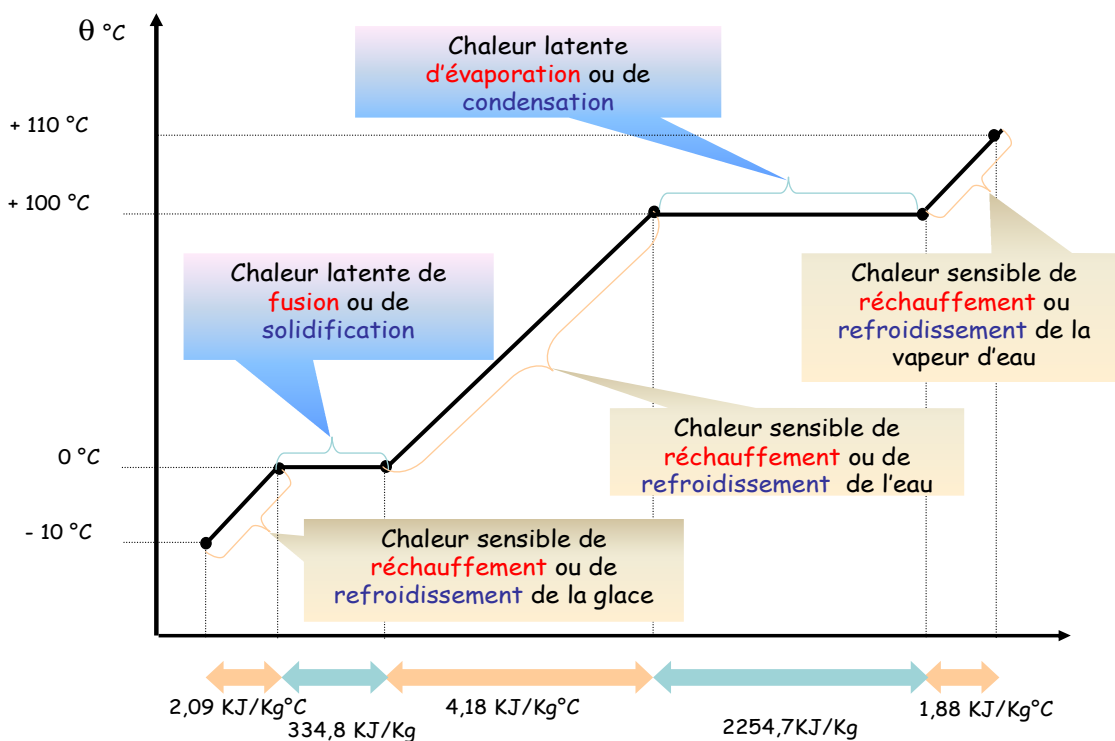
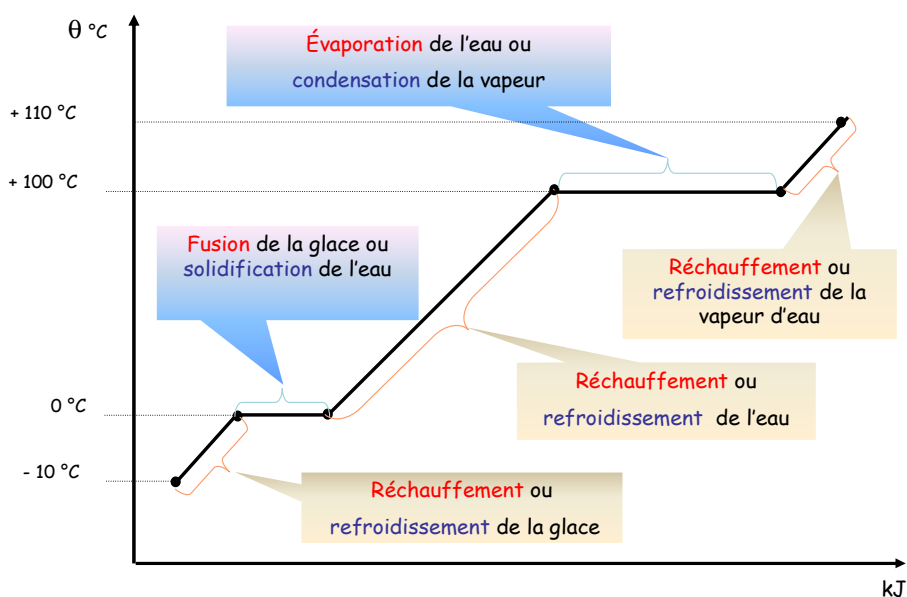
E chelles des pressions



E chelles des Températures



Changements d'états



Changements d'états

La chaleur latente est :

La quantité de chaleur nécessaire pour changer l'état d'un corps.

Cette quantité de chaleur n'entraîne pas une élévation ou un abaissement de la température du corps.

La chaleur sensible est :

La quantité de chaleur nécessaire pour élever ou abaisser la température d'un corps de 1 °C.

Cette quantité de chaleur n'entraîne pas un changement d'état du corps.

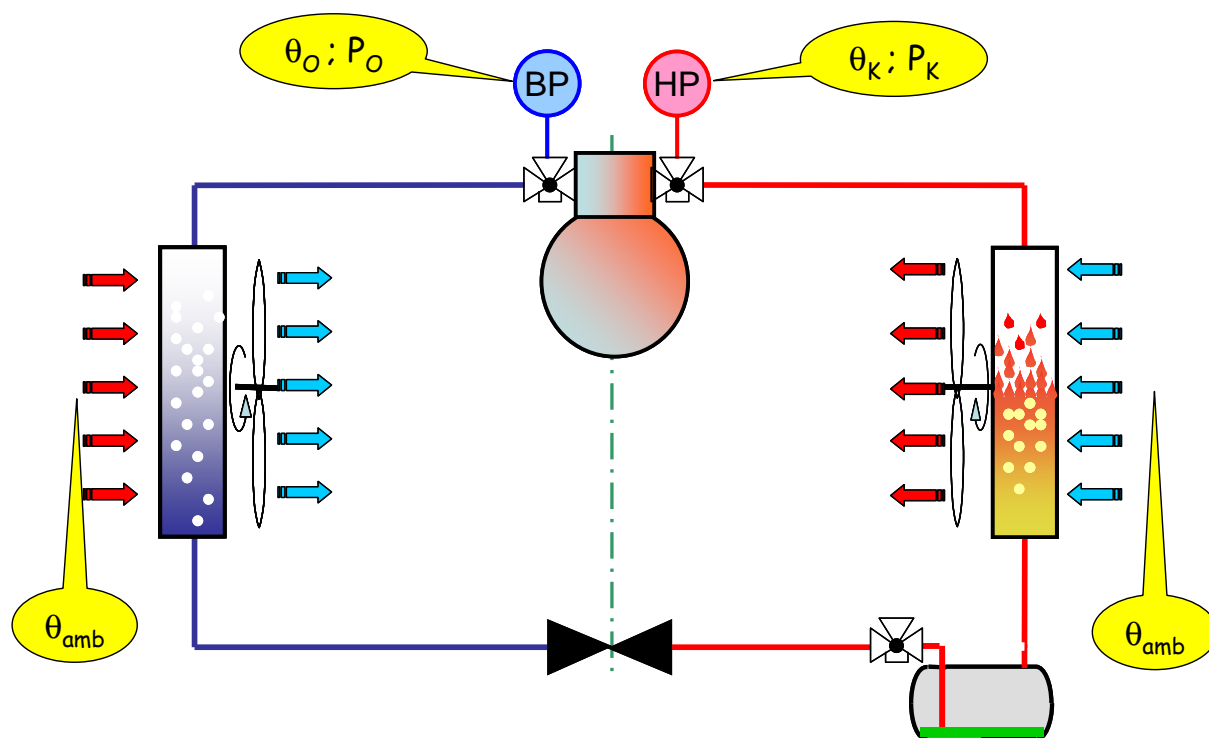
La vaporisation d'un liquide ou la condensation d'une vapeur se font à température constante

Lorsque la pression au dessus d'un liquide augmente ,
sa température de changement d'état augmente aussi.

Lorsque la pression au dessus d'un liquide diminue,
sa température de changement d'état diminue aussi.

TP N°1 :

Repérer les différents éléments sur un circuit frigorifique réel et réaliser les relevés de fonctionnement.



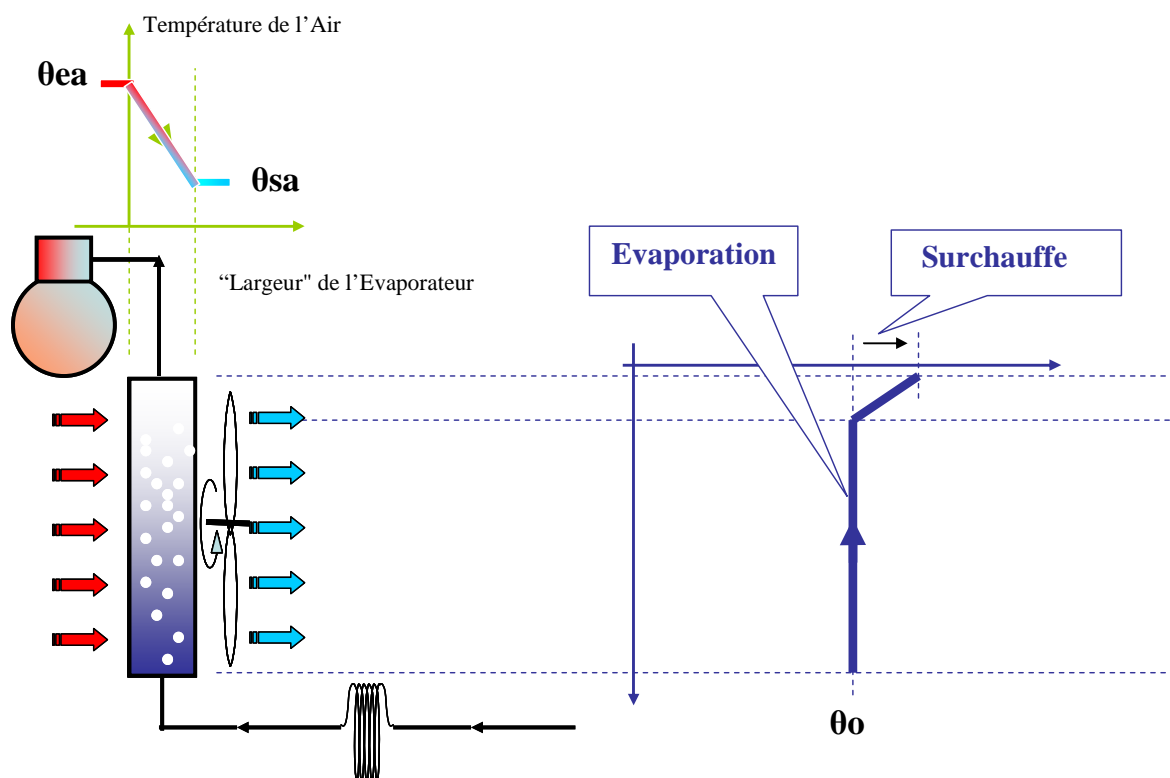
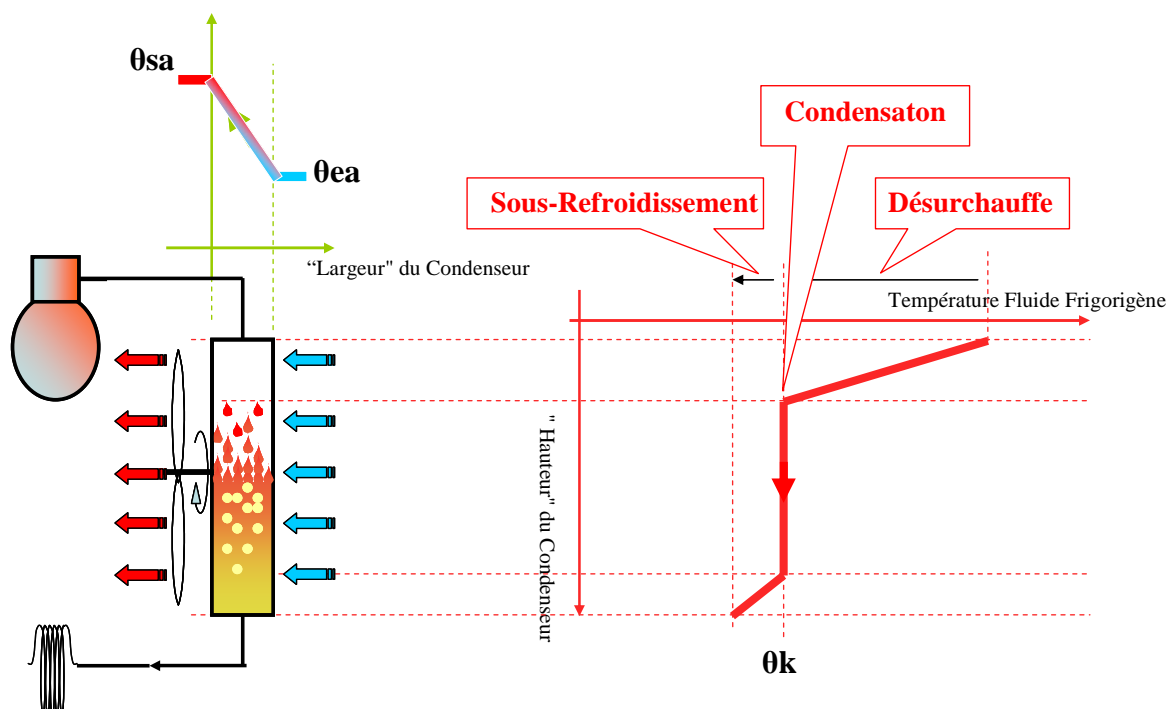
Contenu de la formation

Tableau de relevés :

Relevés à effectuer	θ_o	P_o	θ_k	P_k
Durée après démarrage				
5 min				
10 min				
15 min				
30 min				

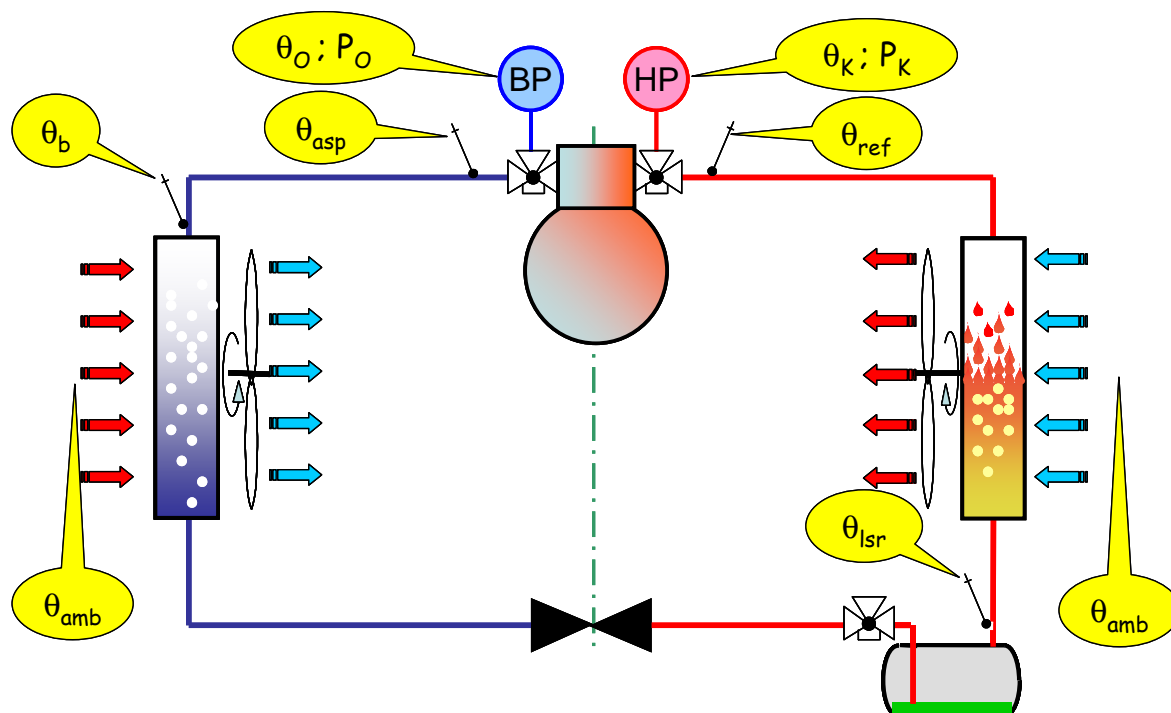
Commentaires :

➤ Fonctionnement du condenseur :



TP N°2 :

Mettre en fonctionnement les équipements et procéder au relevé des paramètres " θ_o ", " θ_{bulbe} ", " θ_k ", " θ_{ref} " et " $\theta_{sortie\ condenseur}$ ".



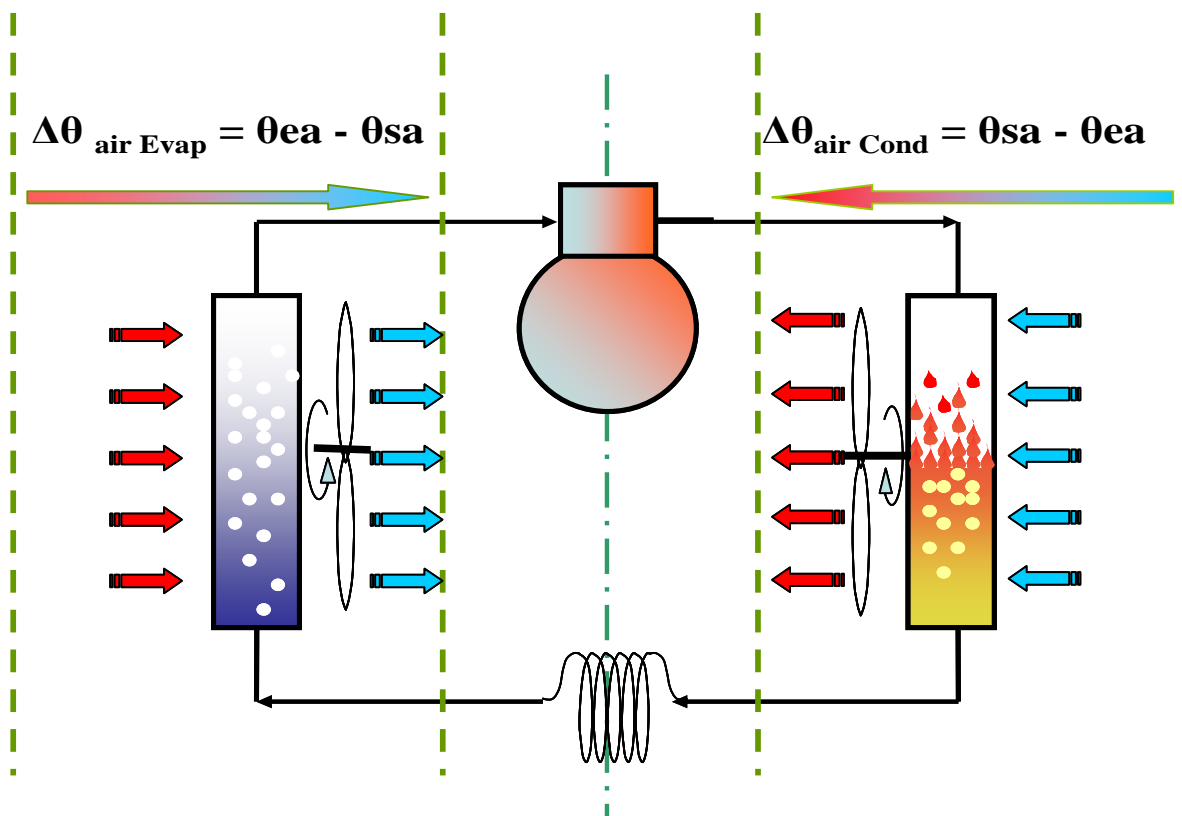
Contenu de la formation

Tableau de relevés :

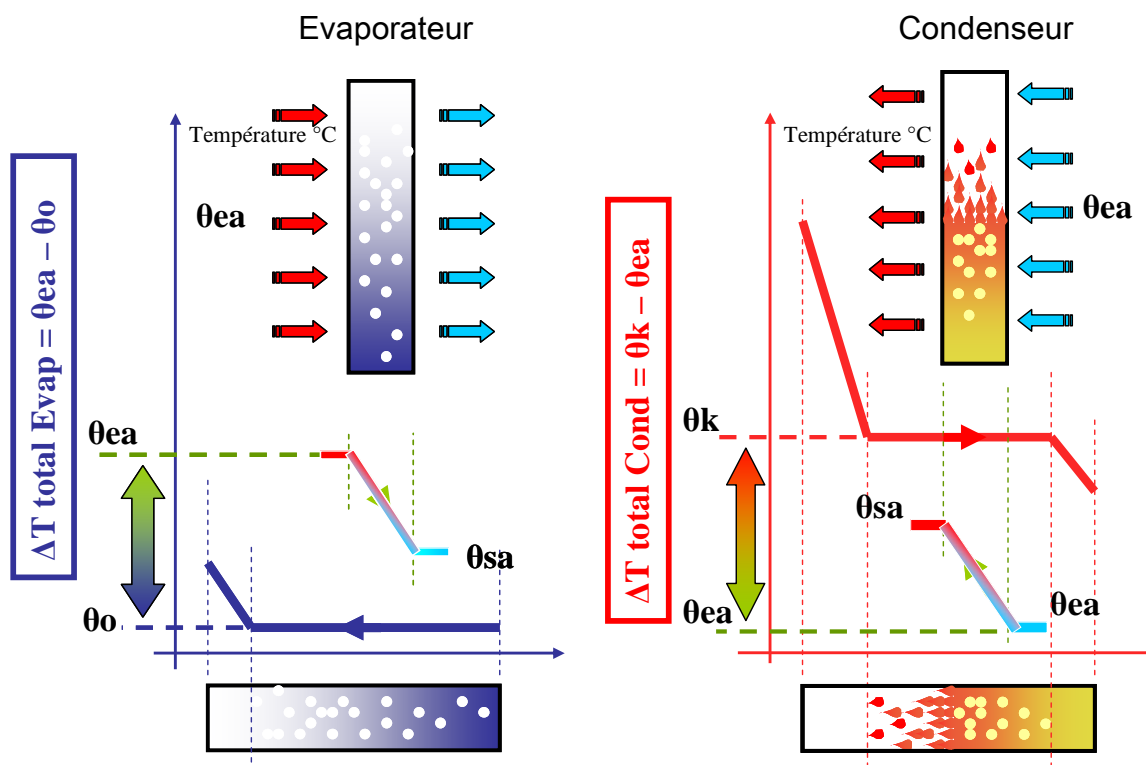
Relevés à effectuer	θ_o	θ_b	$\theta_{\Delta b}$	θ_k	θ_{ref}	θ_{lsr}	Désur-chauffe	$\Delta\theta_{lsr}$
Durée après démarrage								
5 min								
10 min								
15 min								
30 min								

Commentaires :

↘ Ecart de température sur l'air :

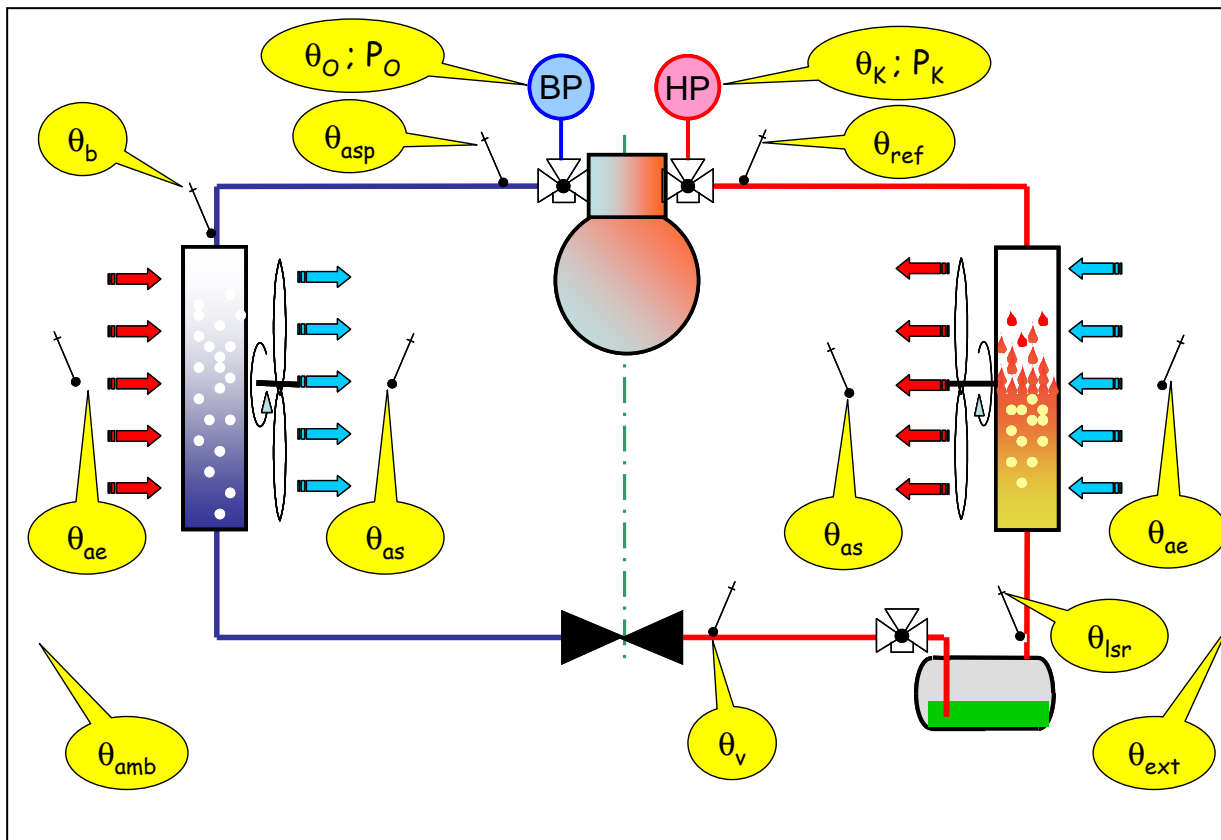


↘ Définition du ΔT_{total} :



TP N°3 :

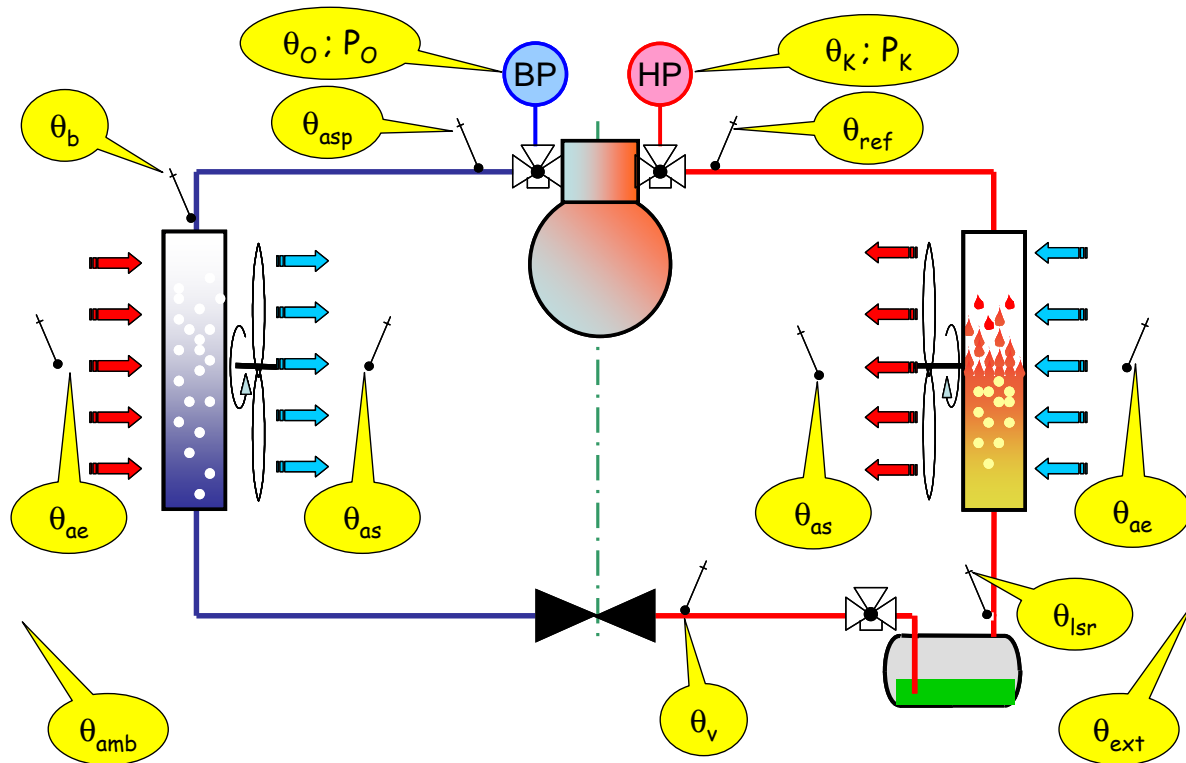
Mettre en fonctionnement les équipements et procéder au relevé des paramètres " θ_o ", " θ_{ea} ", " θ_{sa} ", " θ_k ", " θ_{ea} ", " θ_{sa} ".



Contenu de la formation

Relevés à effectuer	θ_o	θ_{ea}	θ_{sa}	ΔT_{total}	$\Delta \theta_{air}$	θ_k	θ_{ea}	θ_{sa}	ΔT_{total}	$\Delta \theta_{air}$
Durée après démarrage										
5 min										
10 min										
15 min										
30 min										

Le Circuit Frigorifique



θ ou t : température relative $^{\circ}\text{C}$ ou $^{\circ}\text{F}$

T : température absolue K

P_{rel} : pression relative lue aux manomètres

P_{abs} : pression absolue ($P_{abs} = P_{rel} + 1$ en bar)

Δ : écart

P_0 : Pression d'évaporation (lue au manomètre)

θ_0 : Température d'évaporation (lue au manomètre)

P_k : Pression de condensation (lue au manomètre)

θ_k : Température de condensation (lue au manomètre)

θ_{asp} : Température à l'aspiration du compresseur (lue au thermomètre)

θ_{ref} : Température au refoulement du compresseur (lue au thermomètre)

θ_b : Température à la sortie de l'évaporateur (lue au thermomètre)

θ_{lsr} : Température du liquide sous refroidi à la sortie du condenseur (lue au thermomètre)

θ_v : Température du liquide à l'entrée du détendeur (lue au thermomètre)

θ_{ae} : Température d'air à l'entrée

θ_{as} : Température d'air à la sortie

θ_{we} : Température de l'eau à l'entrée

θ_{ws} : Température de l'eau à la sortie

Δt_1 : Ecart de température total à l'évaporateur ($\theta_{ae} - \theta_0$)

Δt_k : Ecart de température total au condenseur ($\theta_k - \theta_{ae}$)

$\theta_{\Delta b}$: Surchauffe à l'évaporateur ($\theta_b - \theta_0$)

$\theta_{\Delta lsr}$: Sous refroidissement ($\theta_k - \theta_{lsr}$)

$\theta_{\Delta air}$: Ecart de température sur l'air ($\theta_{ae} - \theta_{as}$ ou $\theta_{as} - \theta_{ae}$)

$\theta_{\Delta eau}$: Ecart de température sur l'eau ($\theta_{we} - \theta_{ws}$ ou $\theta_{ws} - \theta_{we}$)

TP N°4 :

Mettez en fonctionnement les équipements et procédez au relevé des paramètres " θ_o ", " θ_{ea} ", " θ_{sa} ", " θ_k ", " θ_{ea} ", " θ_{sa} ", " θ_{lsr} ", " θ_{ref} ", " θ_b ", " θ_{asp} ".

Déterminez les valeurs de : Δt_1 , Δt_k , $\theta_{\Delta b}$, $\theta_{\Delta air}$, $\theta_{\Delta lsr}$.

Relevés de températures

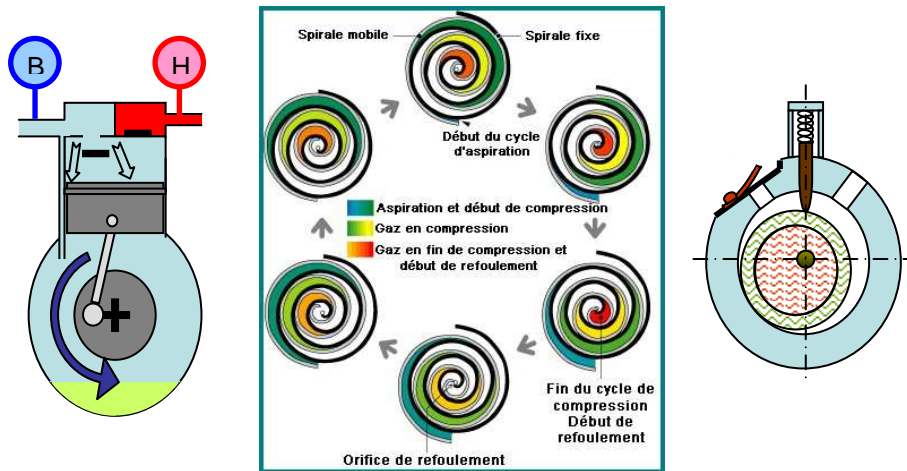
Evaporateur		Condenseur	
θ_{as} :	Ecart	θ_{as} :	Ecart
θ_{ae} :	$\Delta \theta_{air}$:	θ_{ae} :	$\Delta \theta_{air}$:
θ_o :	Δt_1 :	θ_k :	$\Delta \theta_k$:
θ_b :	Surchauffe à l'évaporateur $\Delta \theta_b$:	θ_{lsr} :	Sous refroidissement $\Delta \theta_{lsr}$:
	θ_{asp} :		θ_{ref} :

Commentaires :

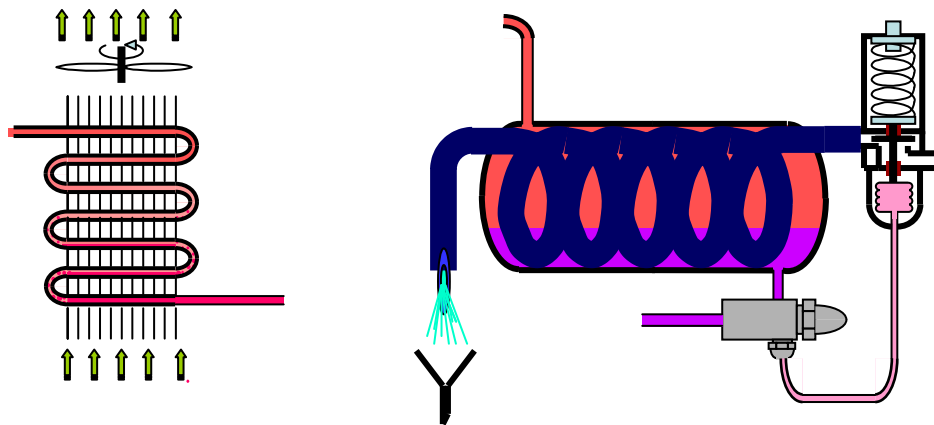
➤ Synthèse des valeurs usuelles :

		Génie Climatique	Froid Commercial	
Evaporateur	To (Po)	+2°C	Refri -5°C/-8°C	Congel -25°C/-28°C
	Surchauffe (bulbe) °C	5°C ≤ Δθb ≤ 8°C	5°C ≤ Δθb ≤ 8°C	
	ΔT air °C	6°C ≤ Δθair ≤ 10°C	3°C ≤ Δθair ≤ 5°C	
	ΔT total °C	16°C ≤ Δt1 ≤ 20°C	6°C ≤ Δt1 ≤ 10°C	
Condenseur	Tk (Pk)	35°C ≤ Δθk ≤ 45°C	35°C ≤ Δθk ≤ 45°C	
	Sous-Refroidissement °C	4°C ≤ Δθlsr ≤ 7°C	4°C ≤ Δθlsr ≤ 7°C	
	ΔT air °C	5°C ≤ Δθair ≤ 10°C	5°C ≤ Δθair ≤ 10°C	
	ΔT total °C	10°C ≤ Δtk ≤ 20°C	10°C ≤ Δtk ≤ 20°C	

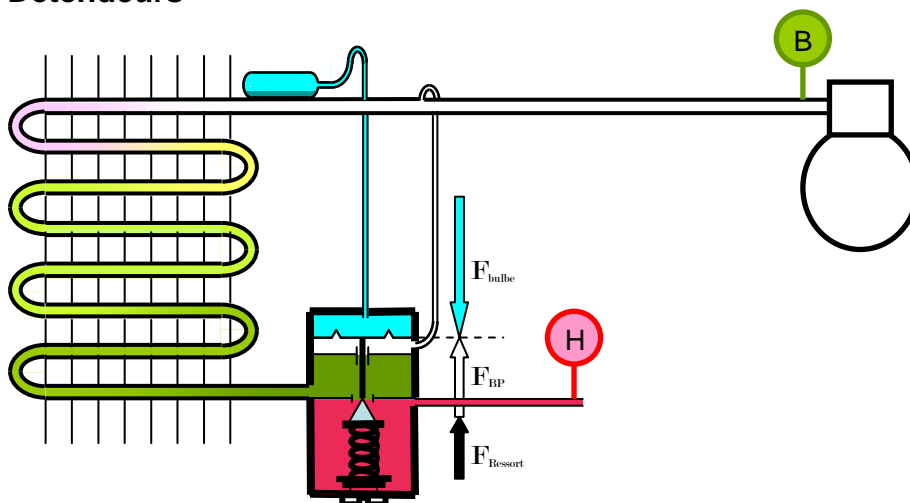
Compresseurs



Condenseurs/ Evaporateurs



Détendeurs



➤ TP N°5 :

Identifier et analyser les compresseurs du plateau technique :

- ☞ Compresseurs à pistons
- ☞ Compresseurs type scroll
- ☞ Compresseurs rotatifs
- ☞ Compresseurs à vis ...

(si disponible démontage d'un compresseur inerte)

Identifier et analyser la composition des condenseurs du plateau technique :

- ☞ Condenseurs à air
- ☞ Condenseurs à eau perdue avec vanne pressostatique
- ☞ Condenseurs à eau recyclée (association avec aéroréfrigérant, T.A.R.)

➤ TP N°6 :

Identifier et analyser la composition des évaporateurs du plateau technique :

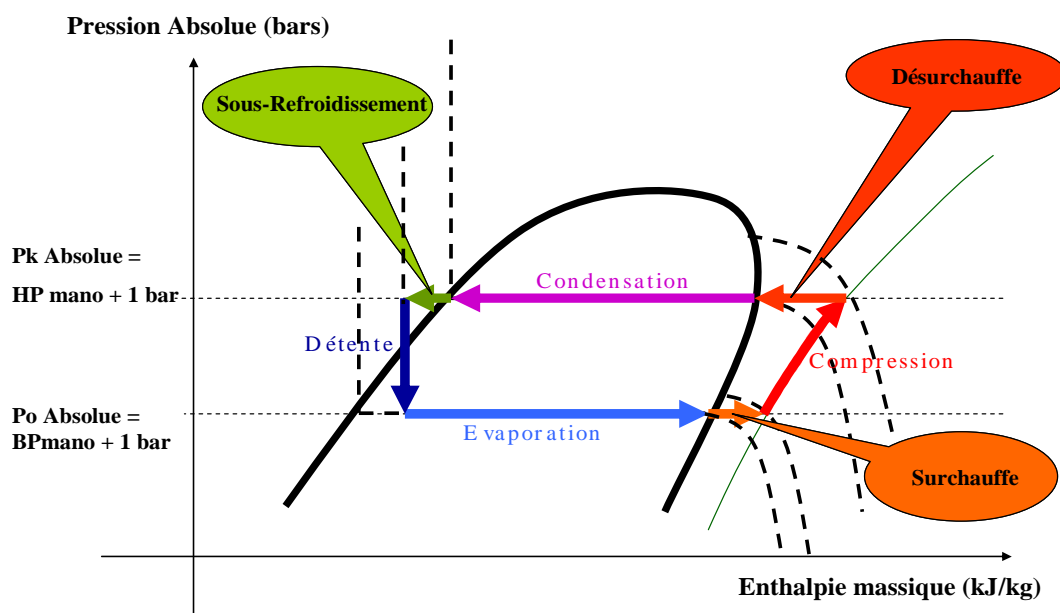
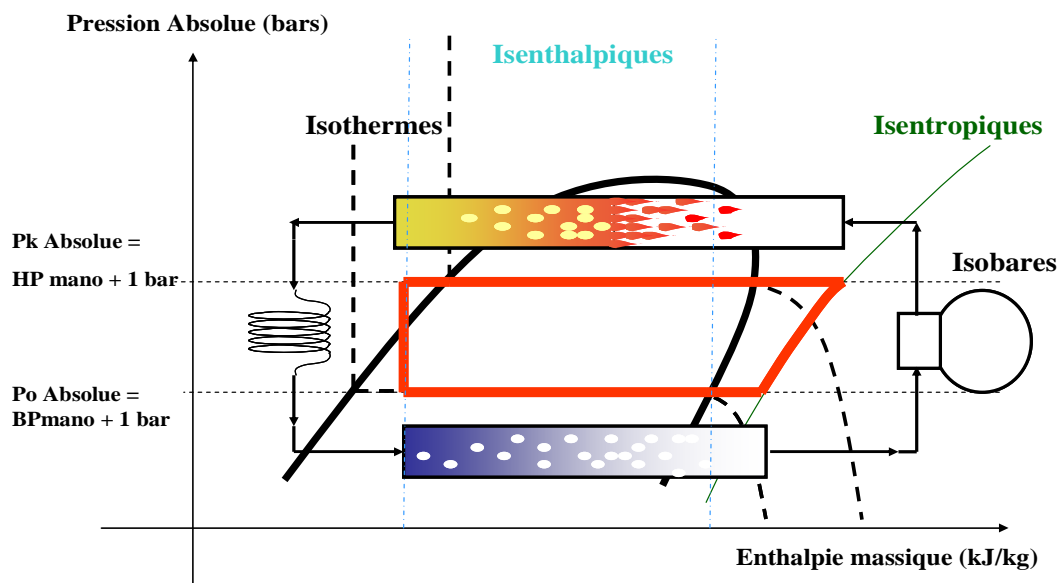
- ☞ Évaporateurs à air
- ☞ Évaporateurs fluide frigorigène/eau (multitubulaires / plaques)

Identifier et analyser les détendeurs du plateau technique :

- ☞ Capillaires
- ☞ Thermostatiques à égalisation interne
- ☞ Thermostatiques à égalisation externe
- ☞ Electroniques....

(si disponible démontage d'un détendeur)

➤ **Le diagramme enthalpique :**



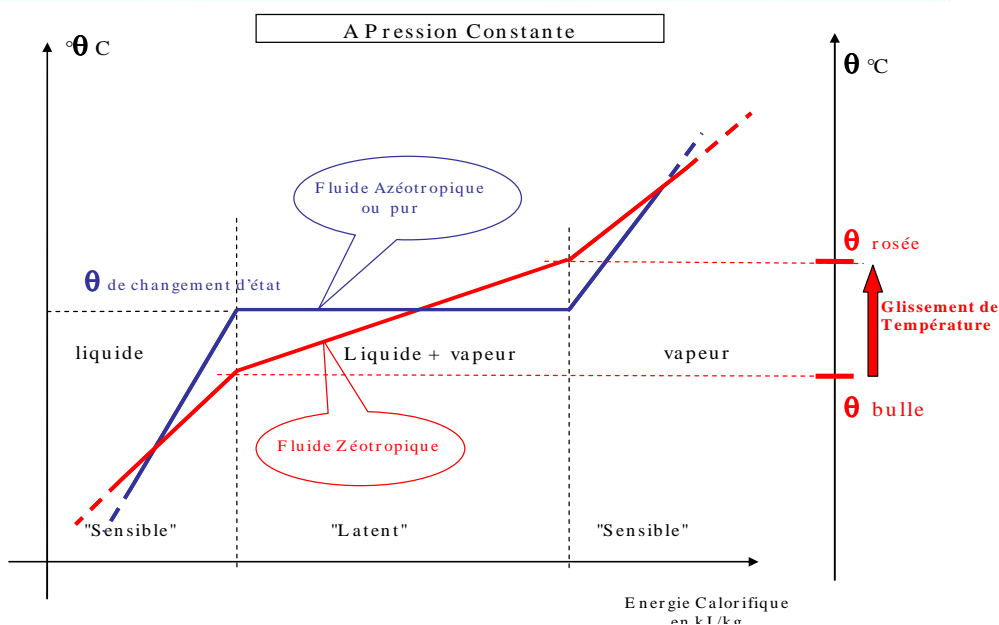
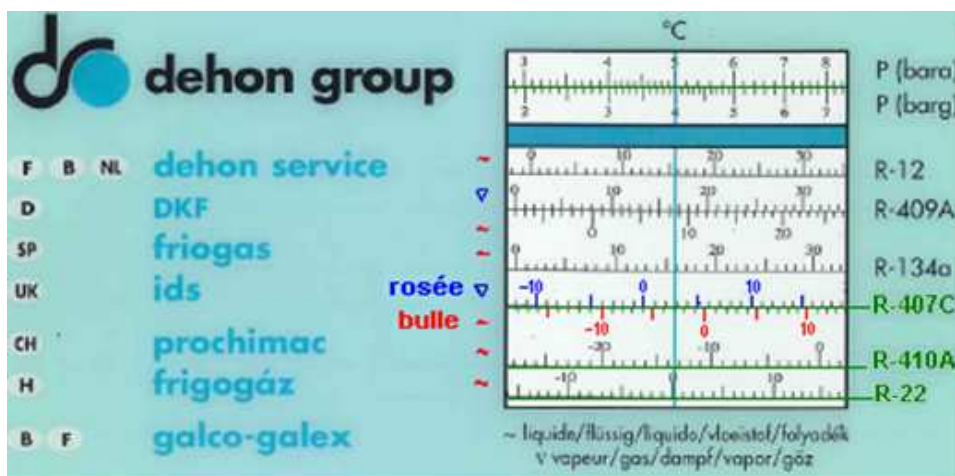
- Enthalpie :
Grandeur dont la VARIATION permet d'exprimer la QUANTITE de CHALEUR (kJ ou kCal) mise en jeu pendant une transformation.

Au cours de cette transformation le système thermodynamique reçoit ou fournit du travail mécanique.

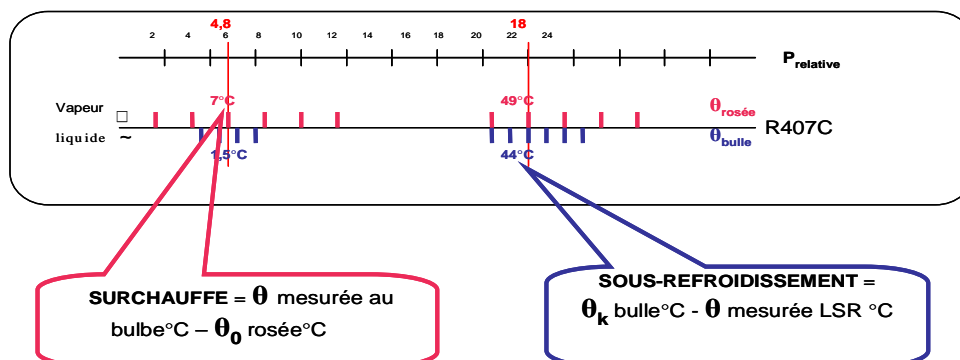
L'Enthalpie est très souvent exprimée par rapport à l'unité de masse de fluide mise en jeu dans la transformation kJ/Kg. (Enthalpie massique)

Commentaires :

➤ Fluides :



■ Surchauffe / Sous-Refrigérissement



Note : Certains manos BP donnent directement la $\theta_{\text{rosée}}$

Certains manos HP donnent directement la θ_{bulle}

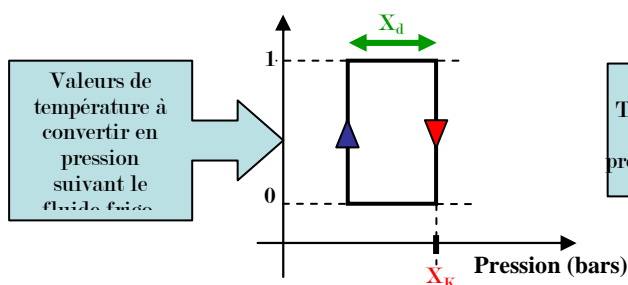
➤ Pressostats

Pressostat HP de protection machine /
Froid-Clim

$$T_{\text{déclenchement}} = T_{\text{été}} + \Delta T_{\text{total cond}} + \text{marge}(5K)$$

$$\text{Différentiel de } T = \square T_{\text{total cond}} + 3K$$

$$T_{\text{enclenchement}} = T_{\text{été}} + \text{marge}(2K)$$



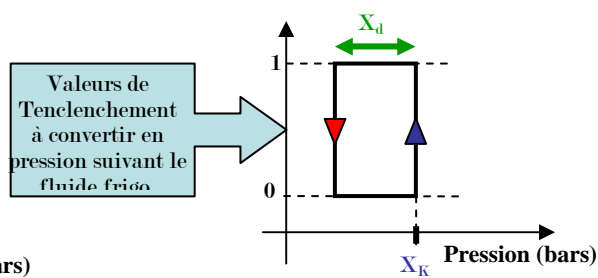
Commentaires :

Pressostat BP de protection machine /
Froid

$$P_{\text{déclenchement}} \approx 0,2 \text{ bar}$$

$$T_{\text{enclenchement}} = T_{\text{froid}} - \text{marge}(2 \text{ à } 5K)$$

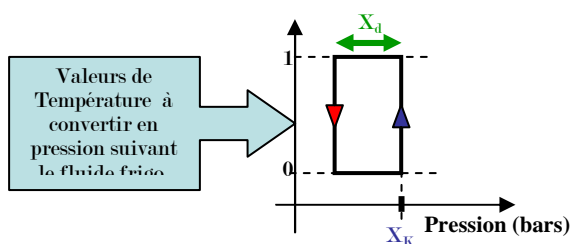
(T_{froid} = plus petite valeur de T_{ambiante} chambre Froide & Textérieure hiver)



Pressostat BP de protection machine /
Clim

$$T_{\text{déclenchement}} \approx -10^{\circ}C$$

$$T_{\text{enclenchement}} \approx 0^{\circ}C + \text{marge}(2^{\circ}C)$$



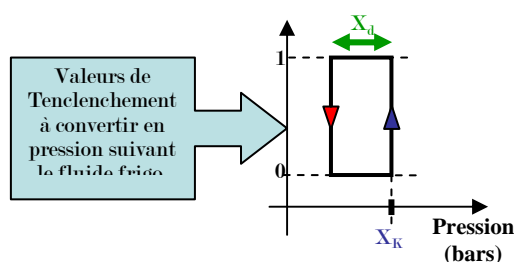
Commentaires :

Pressostat BP de régulation / Froid

$$T_{\text{déclenchement}} = T_{\text{consigne}} - \Delta T_{\text{total évap}} - \text{marge}(10 \text{ à } 15K)$$

$$T_{\text{enclenchement}} = T_{\text{froid}} - \text{marge}(2 \text{ à } 5K)$$

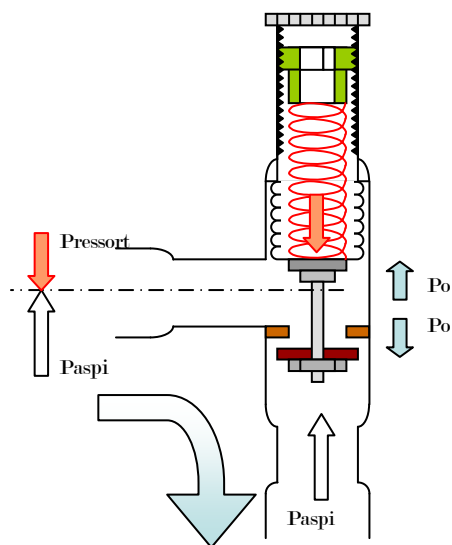
(T_{froid} = plus petite valeur de T_{amb} chambre Froide & Textérieure hiver)



➤ Régulateurs de pression

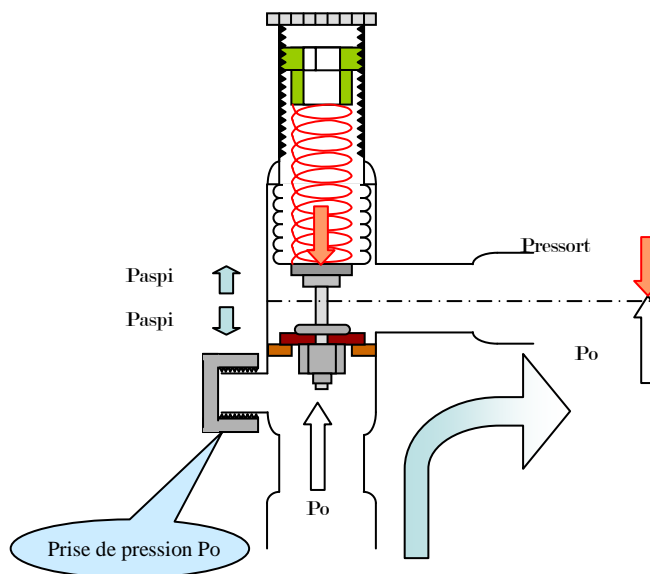
Régulateur de pression de démarrage :

Kvl

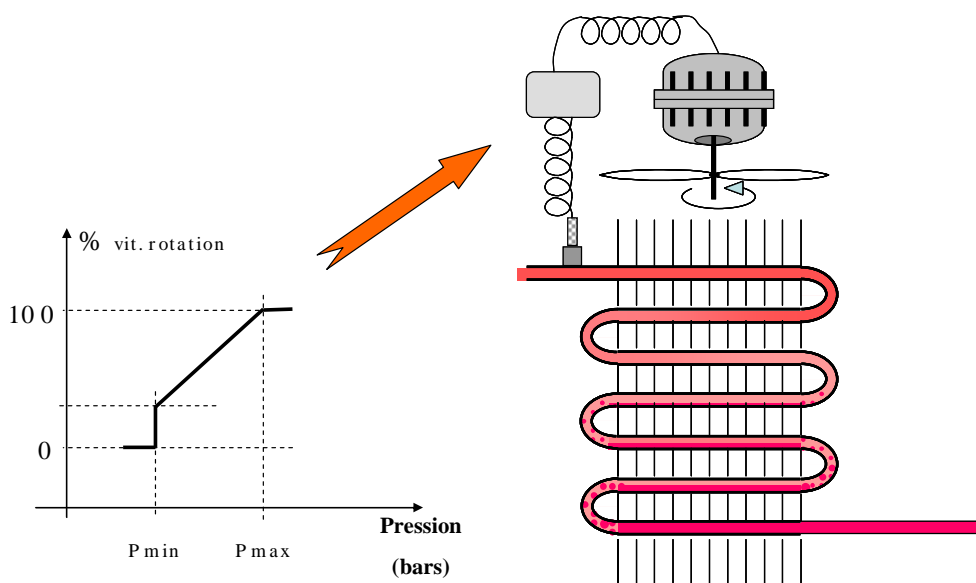


Régulateur de pression d'évaporation :

Kvp



➤ Kit toutes saisons



➤ TP N°7 :

Analyser le principe de fonctionnement, les composants, les moyens de réglage des pressostats du plateau technique :

- ☞ Pressostats simple de protection machine HP et BP, de régulation, de tirage au vide ...
- ☞ Pressostats doubles ...

Identifier, analyser le principe de fonctionnement, les moyens de réglage des régulateurs de pression du plateau technique :

- ☞ Kvl
- ☞ Kvp
- ☞ Pression de condensation
- ☞ « Kit toutes saisons »

➤ Notes personnelles