

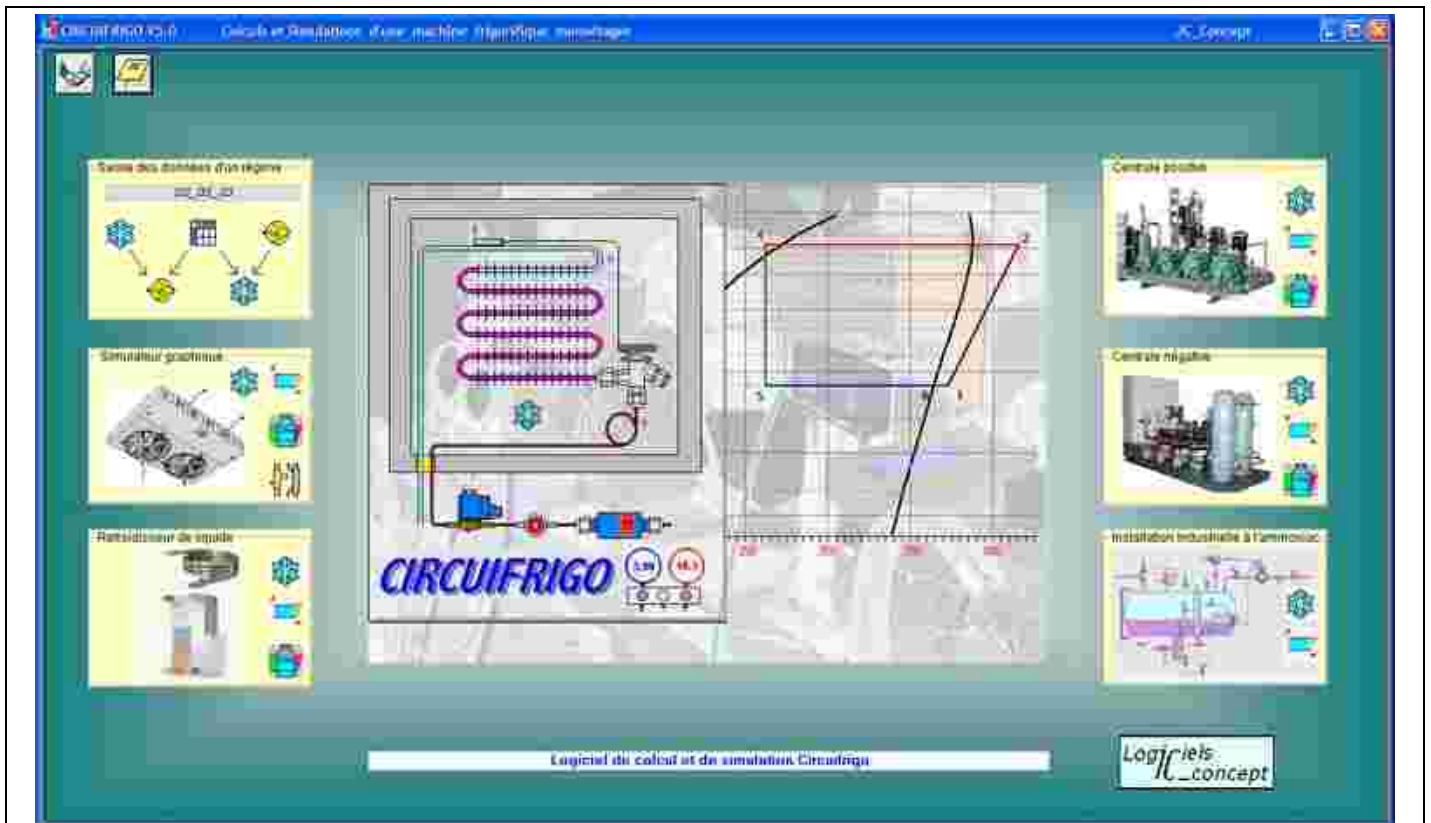
CIRCUIFRIGO

Sommaire

Démarrage	3
Création d'exercices	5
saisie des données du régime	6
saisie des données de la basse pression	7
saisie des données du compresseur	8
saisie des données de la ligne de refoulement	9
saisie des données du condenseur	10
saisie des données de la ligne liquide	11
édition du texte de l'exercice	12
édition des résultats de l'exercice	13
Simulateur	14
Saisie des données du compresseur	17
Saisie des données du liquide	17
Simulation avec un autre fluide	17
Simulation avec un échangeur ELV	18
Simulation avec un régulateur de pression	19
Régulateur de pression d'évaporateur	20
Régulateur de pression d'évaporateur	21
Régulateur de démarrage	22
Régulateur de capacité	23
Graphiques	24
Evolution du fluide	24
Evolution des grandeurs du circuit	25
Multiposte	26
Multiposte positif	26
Multiposte négatif	27
Multiposte graphiques	28
Refroidisseur de liquide	29
Circuit refroidisseur	29
sélection de la tuyauterie	30
Refroidisseur industriel ammoniac	31
Circuit BP	32
Alimentation par gravité	33
Alimentation par pompe	33
Refroidisseur de culasse	33
Table de valeurs	34
Evolution du fluide	35

Démarrage

Circuifrigo est un logiciel à vocation didactique qui permet de calculer et de mettre en valeur par le graphisme le fonctionnement d'une machine frigorifique mono-étagée.



Le module **Saisie des données d'un régime** permet de rentrer facilement les caractéristiques de fonctionnement d'une installation frigorifique et faire :

- le calcul du débit volume balayé d'un compresseur à partir de la puissance de l'évaporateur et du régime de fonctionnement,
- Le calcul inverse de la puissance de l'évaporateur à partir du débit volume balayé du compresseur et du régime de fonctionnement,
- le calcul des grandeurs précédentes à partir du régime de fonctionnement et du fluide frigorifique.

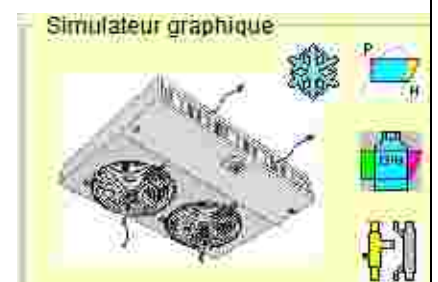
Ce module facilite la création d'exercices pour l'enseignement des installations frigorifiques.

Le module **simulateur** reprend graphiquement les grandeurs précédentes et permet de :

- tracer l'évolution du cycle sur le diagramme H-logP,
- tracer les variations d'une grandeur du circuit en fonction de différents paramètres,
- tracer des graphes de fonctionnement de régulateurs de pression,
- Sélectionner les canalisations en fonction de la vitesse du fluide,
- Calculer les pertes de charge des canalisations.

Le module **refroidisseur de liquide** calcule les grandeurs du circuit de la façon précédente et calcule aussi:

- le débit de liquide circulant dans l'évaporateur en fonction de l'écart de température et du type de frigoporteur,
- les pertes de charge sur la canalisation principale.



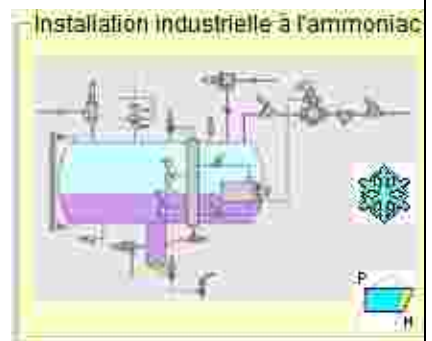
Le module [centrale positive](#) calcule les grandeurs du circuit frigorifique d'une installation centralisée de réfrigération positive :

- le débit de liquide circulant dans chaque partie de l'installation.
- les dimensions des canalisations des différents tronçons
- le volume balayé total de la centrale frigorifique

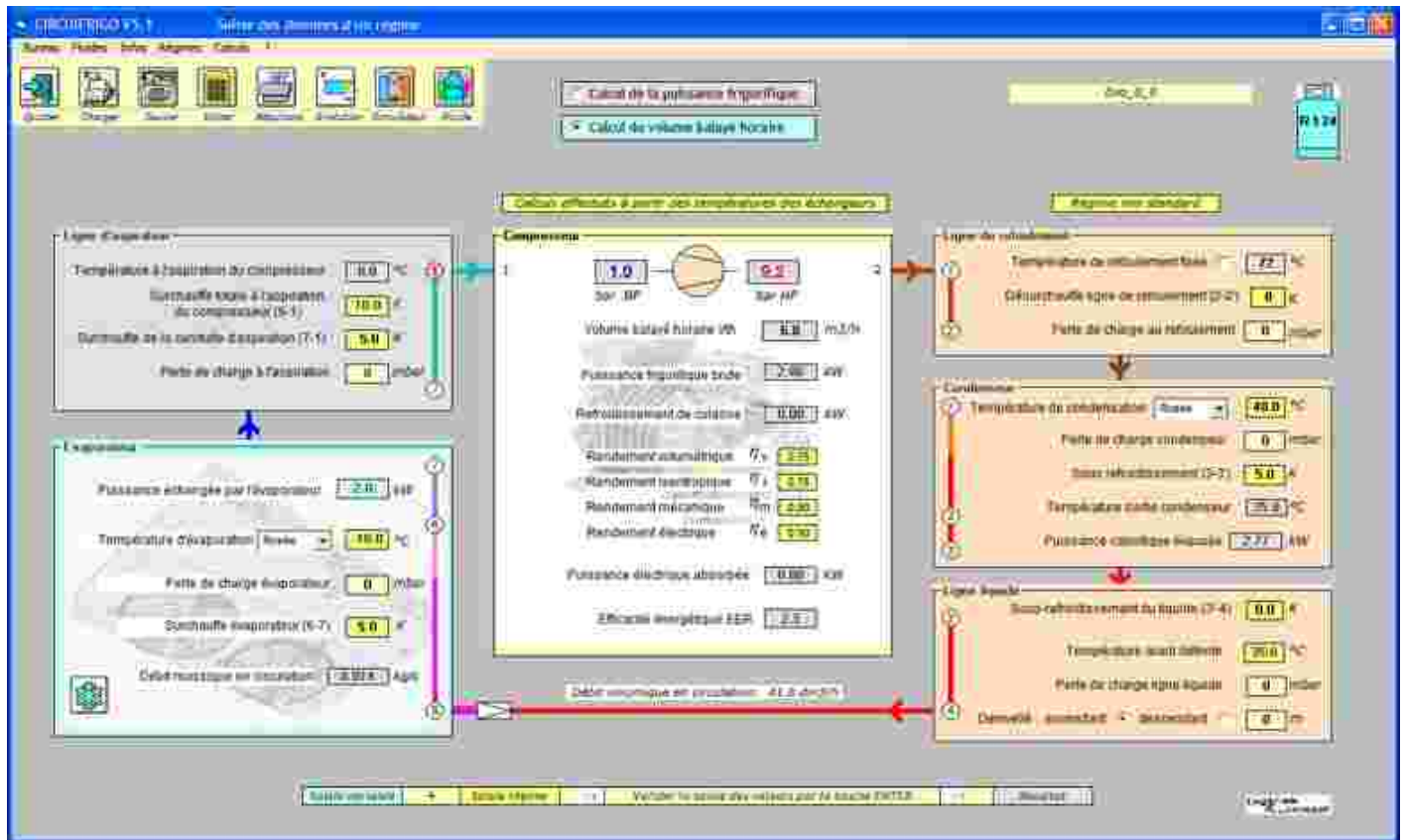
Le module [centrale négative](#) calcule les grandeurs du circuit frigorifique d'une installation centralisée de réfrigération négative :

- le débit de liquide circulant dans chaque partie de l'installation.
- les dimensions des canalisations des différents tronçons
- le volume balayé total de la centrale frigorifique
- la simulation énergétique du sous-refroidissement liquide par une installation positive annexe.

Le module [ammoniac](#) utilise les graphiques d'un grand constructeur de matériel frigorifique industriel pour réaliser les calculs et les tracés de cycle d'une installation avec un évaporateur noyé.



Création d'exercices



Le module permet de préparer des exercices en modifiant n'importe quelle donnée et de fournir à l'élève les éléments du calcul ainsi que l'ordre de grandeur des résultats qu'il pourra vérifier à partir des enthalpies relevées sur un diagramme h-logp ou lues sur des tables de surchauffe.

Exemples d'exercices:

Compléter le tableau à partir de données fournies.

Détermination des températures des échangeurs à partir des pressions lues au manomètre.

Détermination des pressions lues au manomètre à partir des températures des échangeurs.

Détermination des températures à partir des surchauffes et du sous-refroidissement et de la désurchauffe du refoulement.

Calcul du volume balayé horaire du compresseur à partir de la puissance frigorifique.

Calcul de la puissance frigorifique à partir du volume balayé horaire du compresseur.

Calcul du EER.

Calcul de la puissance évacuée par le condenseur.

Calcul des grandeurs précédentes avec les pertes de charge.

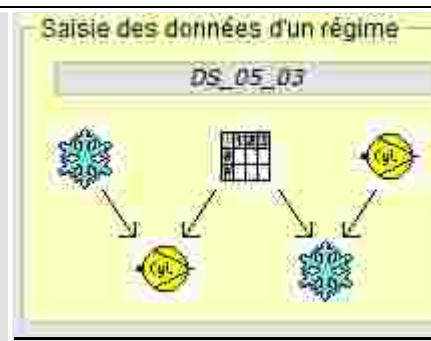
Création d'exercices

Saisie des données du régime

La saisie du régime permet de rentrer les caractéristiques de l'installation frigorifique :

- BP et Évaporateur
- Compresseur et ligne de refoulement
- HP et condenseur
- Ligne liquide

Noter que toute saisie doit être validée par la touche ENTER



Choix du calcul

En cochant l'une des deux options on calcule :
- la puissance échangée par l'évaporateur ou
- le volume balayé horaire du compresseur.

Calcul de la puissance frigorifique

Calcul du volume balayé horaire

Choix du fluide

En cliquant sur l'icone ou par le menu déroulant *Fluides* on peut modifier le fluide de l'installation et tous les calculs seront ré-exécutés avec ce fluide



Fluides	Infos	Régimes	Calculs
R 22			
R 134s			
R 404A	- FX 70 - HP 62		
R 407C			
R 410A	- Suva 9100		
R 507	- AZ 50		
R 717	- NH3 - Régime sec		

Gestion des données d'un exercice



permet de récupérer les données sauvegardées en mémoire



permet de sauvegarder les données saisies.



permet d'imprimer les données d'un exercice



quitte la feuille de calcul et ouvre le simulateur avec les mêmes données

Création d'exercices : saisie des données de la basse pression

Saisie des données de la basse pression

ÉVAPORATEUR

La puissance de l'évaporateur correspond à la puissance échangée.

En saisissant la température de l'évaporateur on définit le régime à partir des températures (to/tk)

La température peut être définie comme température de rosée ou température moyenne

La perte de charge de l'évaporateur sera saisie uniquement en mbar

La surchauffe de l'évaporateur correspond à l'écart entre la température du fluide à la sortie de l'évaporateur (7) et sa température de rosée (6).

LIGNE D'ASPIRATION

La surchauffe de la ligne d'aspiration correspond à l'écart entre la température du fluide à l'entrée du compresseur (1) et la température du fluide à la sortie de l'évaporateur (7).

Attention à ne pas confondre la surchauffe de la ligne d'aspiration ($\theta_1 - \theta_7$) et la surchauffe totale à l'aspiration du compresseur ($\theta_1 - \theta_6$).

La perte de charge de la ligne d'aspiration peut être saisie en mbar ou en écart de température équivalente (K).

Le changement d'unité s'obtient en cliquant sur l'unité. (mbar <> K).

Evaporateur

Puissance échangée par l'évaporateur 2.0 kW

Température d'évaporation Rosée -10.0 °C

Surchauffe évaporateur (6-7) 5.0 K

Perte de charge évaporateur 0 mbar

Débit massique en circulation 0.014 kg/s

Ligne d'aspiration

Température à l'aspiration du compresseur 0.0 °C

Surchauffe totale à l'aspiration du compresseur (6-1) 10.0 K

Surchauffe conduite d'aspiration (7-1) 5.0 K

Perte de charge à l'aspiration 0 mbar

CIRCUIFRIGO

Surchauffes

Le graphique ci contre représente l'évolution du fluide à la sortie de l'évaporateur où :

La **surchauffe de l'évaporateur** est l'écart de température $\theta_7 - \theta_6$.

Pour éviter toute migration de liquide vers le compresseur, cet écart est réglé par le détendeur thermostatique (5K à 8K en moyenne).

La **surchauffe de la conduite d'aspiration** correspond à un échauffement $(\theta_1 - \theta_7)$ qui amène le fluide au point 1.

Ce dernier échauffement a pour conséquence :

- de diminuer les performances frigorifiques de l'installation.
- d'augmenter la température des gaz aspirés qui parfois participent au refroidissement du moteur et la température de fin de compression du fluide.

Création d'exercices : saisie des données du compresseur

Saisie des données du compresseur

Si elles sont connues, la saisie des pressions HP et BP du compresseur modifie les températures de condensation et d'évaporation.
 Cette saisie définit le régime à partir des pressions

Le volume balayé horaire est :

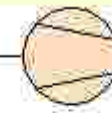
- soit une valeur connue du compresseur ce qui permet de calculer la puissance frigorifique fournie en fonction du régime
- soit une valeur calculée à partir d'une puissance frigorifique connue

Le refroidissement de culasse permet de refroidir le fluide lorsqu'il est soumis à des taux de compression importants ou lorsqu'il possède un coefficient polytropique important. Ce refroidissement réduit aussi la température de l'huile dans le carter.

Les rendements sont des valeurs fournies par le constructeur du compresseur pour un régime donné.

Compresseur

1.0



9.2

bar BP bar HP

Volume balayé horaire V_{th} 6.8 m³/h

Puissance frigorifique brute 2.06 kW

Refroidissement de culasse 0.00 kW

Rendement volumétrique η_v 0.75

Rendement isentropique η_i 0.75

Rendement mécanique η_m 0.90

Rendement électrique η_e 0.90

Puissance électrique absorbée 0.80 kW

Efficacité énergétique EER 2.58

La puissance frigorifique brute P_f correspond à la puissance donnée dans les tables du constructeur.

Cas d'un **compresseur** : P_f est définie à partir du couple (θ_0 , θ_k)

Cas d'un **groupe de condensation** : P_f est définie à partir du couple (θ_0 , θ_{int})
 où θ_{int} représente la température d'entrée du médium refroidisseur

La puissance électrique absorbée permet de calculer le EER ou le rapport d'efficacité énergétique du compresseur

Puissance frigorifique brute Q d'un **compresseur** Copeland en fonction du couple (θ_0 , θ_k) T_{evap} et $T_{condensation}$

Compressor Compresseur Verdichter	Cond Temp °C	Evaporating Temperature Température d'évaporation Verdampfungstemperatur °C														
		-50	-45	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	7	10	12.5
ZF24K4E-TWD	Q	30			4.53	5.79	7.24	8.91	10.69	13.12	15.76	18.80	22.31	25.92	28.08	
		40			4.01	5.16	6.44	7.80	9.39	11.53	13.79	16.42	19.46	22.95	24.49	
		50			3.32	4.36	5.47	6.71	8.12	9.74	11.64	13.84	16.41	19.97	20.88	
	P	30			3.08	3.85	4.02	4.19	4.38	4.59	4.82	5.09	5.39	5.75	5.91	
		40			4.29	4.92	4.74	4.95	5.15	5.39	5.59	5.84	6.11	6.43	6.56	
		50			4.98	5.25	5.53	5.79	6.04	6.27	6.51	6.78	7.03	7.31	7.44	

Puissance frigorifique brute PF d'un **groupe de condensation** Maneurop en fonction du couple (θ_0 , θ_{ext})
 condenseur

T_{evap} et $T_{air\ entrée}$

LGZ

R404A / R507

Modèles	TE	-20°C		-25°C		-30°C		-35°C		-40°C	
		P.F.	P.A.	P.F.	P.A.	P.F.	P.A.	P.F.	P.A.	P.F.	P.A.
LGZ 022	27	2319	1.6	1854	1.3	1449	1.1	1100	1.0	811	0.8
	32	2018	1.6	1592	1.4	1225	1.1	904	1.0	643	0.8
	38	1701	1.6	1328	1.4	1016	1.2	728	1.0	-	-
	43	1457	1.6	1148	1.4	869	1.2	629	1.0	-	-

Création d'exercices : saisie des données de la ligne de refoulement

Saisie des données de la ligne de refoulement

La température des vapeurs en fin de compression peut être :

- déterminée approximativement à partir d'une formule incluant plusieurs rendements ou
- définie car elle peut être aussi contrôlée sur certains types de compresseurs pour réguler la température de l'huile du carter du compresseur.

La température des vapeurs refoulées du compresseur est, en général, inférieure à cette température de fin de compression car ces vapeurs subissent un refroidissement naturel ou forcé. Les vapeurs se dirigeant vers le condenseur subissent une chute de pression et aussi un désurchauffe naturelle ou forcée par un récupérateur de chaleur. La pression de refoulement du compresseur (HP) est liée à cette perte de charge.

Ligne de refoulement

Température de refoulement fixée: °C

Perte de charge au refoulement: mbar

Désurchauffe ligne de refoulement (2-2'') K

En cliquant sur l'unité de la perte de charge on la bascule de mbar <-> K

CIRCUIFRIGO

Température de fin de compression

Elle est dépend :

- du coefficient polytropique du fluide et des conditions d'aspiration (1) et de la HP
- du rendement isentropique η_i .
- du rendement mécanique η_m du compresseur

$$\eta_i = \frac{H2 - H1}{H2' - H1}$$

$$\eta_m = \frac{H2'' - H1}{H2' - H1}$$

A cause du refroidissement extérieur du compresseur, la mesure de la température de refoulement peut être inférieure à celle de la fin de compression et le point représentatif peut se situer à gauche de l'isentrope.

Le diagramme illustre le processus de compression dans un compresseur. L'isentrope est représentée par une courbe noire passant par les points 1 et 2. Le point 2' est obtenu en projetant le point 2 sur une isentrope fictive. Le point 2'' est obtenu en projetant le point 2' sur la courbe réelle de compression. Les enthalpies H1, H2, H2', H2'' sont indiquées sur l'axe des ordonnées. Les angles θ_1 , θ_2 , θ_2' , θ_2'' sont également indiqués. Les points 6 et 1 sont sur la ligne de saturation.

Création d'exercices : saisie des données du condenseur

Saisie des données du condenseur

La température de condensation est liée :

- au type de condenseur utilisé
- aux conditions de refroidissement de ce condenseur (débit et température du fluide refroidisseur Eau /Air)
- à l'état et l'entretien de ce condenseur

La perte de charge du condenseur représente la chute de pression subie par le fluide frigorigène en traversant le condenseur.

Le sous refroidissement du condenseur permet d'abaisser la température du fluide liquéfié pour éviter qu'il ne s'évapore en circulant dans la ligne liquide, ce qui serait préjudiciable au bon fonctionnement de l'installation.

Condenseur	
Température de condensation	Rosée 40.0 °C
Perte de charge condenseur	0 mbar
Sous refroidissement (3-3')	5.0 K
Température sortie condenseur	35.0 °C
Puissance calorifique évacuée	2.77 kW

CIRCUIFRIGO

Le sous-refroidissement

Le sous-refroidissement représente la diminution de la température du fluide après sa condensation. Il est réalisé par une amélioration énergétique du condenseur, ce qui permet un premier sous-refroidissement de $(\theta_3 - \theta_3')$. Puis le refroidissement du liquide allant vers le détendeur représente le 2^e sous-refroidissement de $(\theta_3' - \theta_4)$. Ces sous-refroidissements améliorent les performances frigorifiques en augmentant l'effet frigorifique $(H_7 - H_5)$.

Le diagramme illustre la courbe de saturation d'un fluide frigorigène. La courbe est divisée en zones de saturation (liquide et vapeur) et de sous-refroidissement. Les points 3, 3', 4 et 4' sont marqués sur la courbe. Les températures correspondantes sont indiquées : θ_3 et θ_3' pour le sous-refroidissement initial, et θ_3' et θ_4 pour le sous-refroidissement final.

Création d'exercices : saisie des données de la ligne liquide

Saisie des données de la ligne liquide

Le fluide peut être sous refroidi ou réchauffé en traversant la ligne liquide.

En cliquant sur le texte on précisera ce cas

Les équipements annexes, montés sur la ligne liquide, lui font subir une chute de pression (perte de charge).
(Vanne de service - déshydrateur - voyant liquide et électrovanne)

Ligne liquide

Sous-refroidissement du liquide (3-4) K
Cliquer sur le texte pour le modifier en réchauffement

Température avant détente °C

Perte de charge ligne liquide mbar

Dénivelé ascendant descendant m

Les **différences de niveau** comme **les remontées** ou **les descentes** de canalisation (liées à la position du condenseur ou du réservoir liquide par rapport à l'évaporateur) peuvent créer respectivement une chute de pression ou un gain de pression proportionnel(le) au dénivelé de la colonne de liquide.

CIRCUIFRIGO


Le sous-refroidissement

Le sous-refroidissement représente la diminution de la température du fluide après sa condensation.
Il est réalisé par une amélioration énergétique du condenseur, ce qui permet un premier sous-refroidissement de $(\theta_3 - \theta_{3'})$.
Puis le refroidissement du liquide allant vers le détenteur représente le 2^e sous-refroidissement de $(\theta_{3'} - \theta_4)$.
Ces sous-refroidissements améliorent les performances frigorifiques en augmentant l'effet frigorifique $(H_7 - H_5)$.

Le diagramme illustre le cycle frigorifique avec les points 1, 2, 3, 4 et les points intermédiaires 3' et 4'. Les températures indiquées sont 64, 63, 63', 64, 63, 63'.

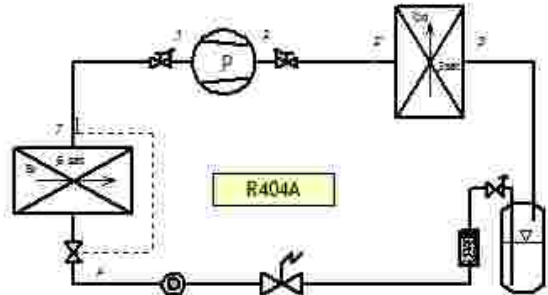
Création d'exercices : édition du texte de l'exercice

En cliquant sur **Visualiser le texte de l'exercice**, on obtient le texte de l'exercice adapté aux données saisies. que

l'on peut imprimer par l'icone de l'imprimante 



Exo 1_11



Le régime de l'installation représentée ci-contre est fixé à :
-25.0 / 42.0 / 15.0 / 2.0

(to rosée / tk bulle / surch. totale / sous ref. total)

Données du circuit :

Surchauffe de l'évaporateur = 5.0 K

Surchauffe de la conduite d'aspiration = 10.0 K

Désurchauffe de la conduite de refoulement entre 2 et 2' = 5.0 K

Sous-refroidissement du condenseur = 2.0 K

Sous-refroidissement de la conduite liquide = 0.0 K

Rendement volumétrique du Cp : 0.75

[η_v]

Rendement indiqué (isentropique) du Cp = 0.75

[η_i]

La température de refoulement du compresseur est fixée à 85.0 °C

Rendement mécanique du Cp = 0.90 Rendement électrique du Cp = 0.90

[η_m, η_e]

Puissance échangée par l'évaporateur = 6.0 kW

[Φ_o]

Pertes de charges équivalentes sur la conduite d'aspiration = 1.0 K

Pertes de charges équivalentes sur la conduite de refoulement = 1.0 K

Gains de charges sur la conduite liquide négligeables

La conduite liquide comporte une dénivellation descendante de 2m de la bouteille liquide au point 4

Tr21) Il demandé

2) Compléter le tableau des valeurs des points 1 à 7 du circuit

		1	2s	2	2'	3 sat	3'	4	6 sat	7
θ	°C									
P abs	bar									
h	kJ/kg									
s	kJ/kg/K									
v	dm ³ /kg									

3) Tracer l'évolution du fluide sur le diagramme h,logp

4) Calculer :

- le débit massique \dot{m}_1 [kg/s] de fluide en circulation
- le volume balayé horaire V_{bal} [m³/h] du compresseur
- le débit volume de fluide, q_{v1} , aspiré par le compresseur
- la puissance électrique absorbée, P_{abs} , du Cp et le EER de l'installation
- la puissance calorifique évacuée par le condenseur

[Φ_c]

5) Déterminer les canalisations des conduites d'aspiration, de refoulement et de liquide

Création d'exercices : édition des résultats de l'exercice

Tableau des valeurs des points représentatifs de l'installation



Exo 1_11

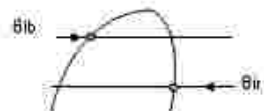
R404A

Point (i)	Désignation dans le circuit	P [bar abs]	Temp. Sat.	θ [°C]	h [kJ/kg]
1	Aspiration du compresseur	2.38	-26.0 r	-10.0	365.6
2s	Fin de compression isentropique	19.65	43.3 r	66.9	412.0
2c	Fin de compression (sans refroidissement Cp)	19.65	43.3 r	85.7	434.4
2	Fin de compression réelle (avec refroidissement Cp)	19.65	43.3 r	85.0	433.6
2'	Entrée du condenseur	19.19	42.3 r	80.0	428.4
3	Point de bulle	19.19	b 42.0	42.0	263.1
3'	Sortie du condenseur	19.19	b 42.0	40.0	259.7
4	Entrée du détendeur	18.93	b 41.4	40.0	259.7
5	Entrée évaporateur	2.47		-25.3	259.7
6	Point de rosée	2.47	r -25.0	-25.0	352.5
7	Sortie évaporateur	2.47	r -25.0	-20.0	356.7

Volume massique V1	88.2 [dm ³ /kg]	Entropie S1	1.677 [kJ/kg/K]	Volume massique V4	964.6 [dm ³ /kg]
--------------------	----------------------------	-------------	-----------------	--------------------	-----------------------------

Φ_o	Puissance échangée par l'évaporateur	6.0	kW
$\theta_7 - \theta_{6r}$	Surchauffe du fluide dans l'évaporateur	5.0	K
$\theta_1 - \theta_7$	Surchauffe de la conduite d'aspiration	10.0	K
$\theta_{7r} - \theta_1$	Perte de charge équivalente dans la conduite d'aspiration	1.0	K
$\theta_2 - \theta_2'$	Désurchauffe de la conduite de refoulement	5.0	K
$\theta_{2r} - \theta_2'$	Perte de charge équivalente dans la conduite de refoulement	1.0	K
P_{rec}	Puissance récupérée sur le refoulement	0.3	kW
$\theta_{3b} - \theta_3$	Sous-refroidissement du liquide par le condenseur	2.0	K
Φ_k	Puissance évacuée par le condenseur	10.4	kW
$\theta_4 - \theta_{3b}$	Sous-refroidissement dans la conduite liquide	0.0	K
$\theta_{3b} - \theta_{4b}$	Perte de charge équivalente du fluide dans la conduite liquide	0.6	K
P_{srl}	Puissance enlevée pour le sous refroidissement du liquide	0.0	kW
q_m	Débit massique aspiré	0.062	kg/s
q_{v1}	Débit volumique aspiré par le compresseur	19.6	m ³ /h
V_{th}	Volume horaire balayé	26.2	m ³ /h
η_v	Rendement volumétrique	0.75	
P_f	Puissance frigorifique du compresseur	6.5	kW
P_{ref_Cp}	Puissance enlevée au Cp pour limiter sa température de refoulement	0.1	kW
P_{abs}	Puissance électrique absorbée	4.7	kW
EER	Efficacité énergétique du compresseur	1.3	

θ_b Température de bulle correspondant à la pression du fluide
 θ_r Température de rosée correspondant à la pression du fluide



Simulateur

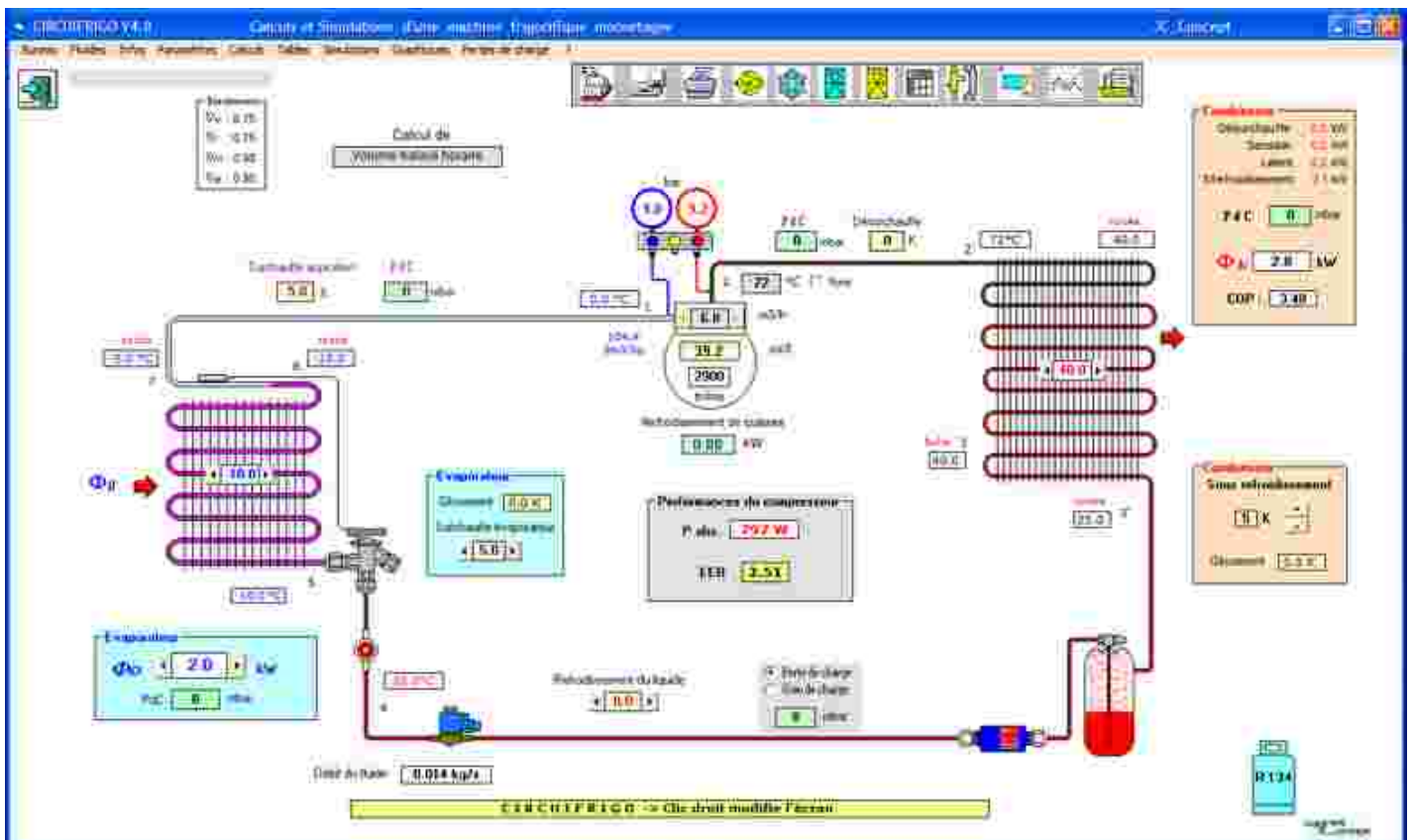
Le simulateur **Circuifrigo** reprend les calculs de base du module précédant en calculant à partir d'un régime de fonctionnement et d'un fluide frigorigène les grandeurs du circuit frigorifique :

- Débit de fluide frigorigène et des médium traversant les échangeurs
- Puissances frigorifique, calorifique et absorbée
- Volume horaire balayé du compresseur.
- Vitesse et pertes de charges des tuyauteries

La simulation du **changement de fluide** recalcule toutes les grandeurs du circuit pour un même régime et permet de vérifier les possibilités d'adaptation d'un fluide à des régimes de fonctionnement particuliers.

L'édition graphique en tant que soutien de cours ouvre plusieurs possibilités d'exploitation pédagogique dans l'étude des installations frigorifiques :

- tracé de l'évolution du fluide sur le [diagramme h,logp](#).
- [graphes des variations du régime](#) sur des grandeurs comme la puissance, la température de fin de compression ou le coefficient de performance.



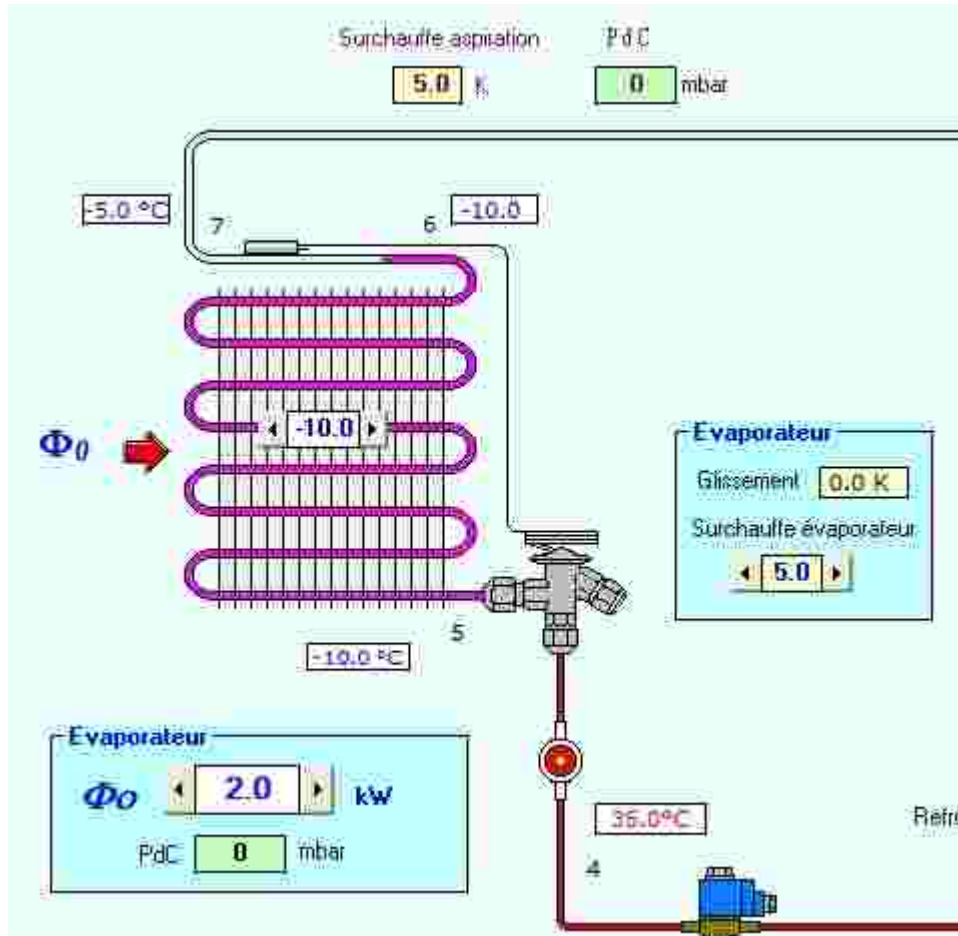
Simulateur

Saisie des données de la BP

Le schéma représente l'évaporateur sur lequel on peut saisir la température d'évaporation **moyenne**.

- Le point 6 indique la température de rosée.
- Le point 7 indique la température de sortie.
- Le point 5, celle de l'entrée de l'évaporateur.

La saisie de la perte de charge peut se faire en mbar ou en K. Le changement d'unité s'opère en cliquant sur l'unité (mbar <> K).
La saisie de la température moyenne d'évaporation et de la perte de charge définit la valeur de la BP
Les autres saisies explicites permettent de compléter les valeurs du régime.

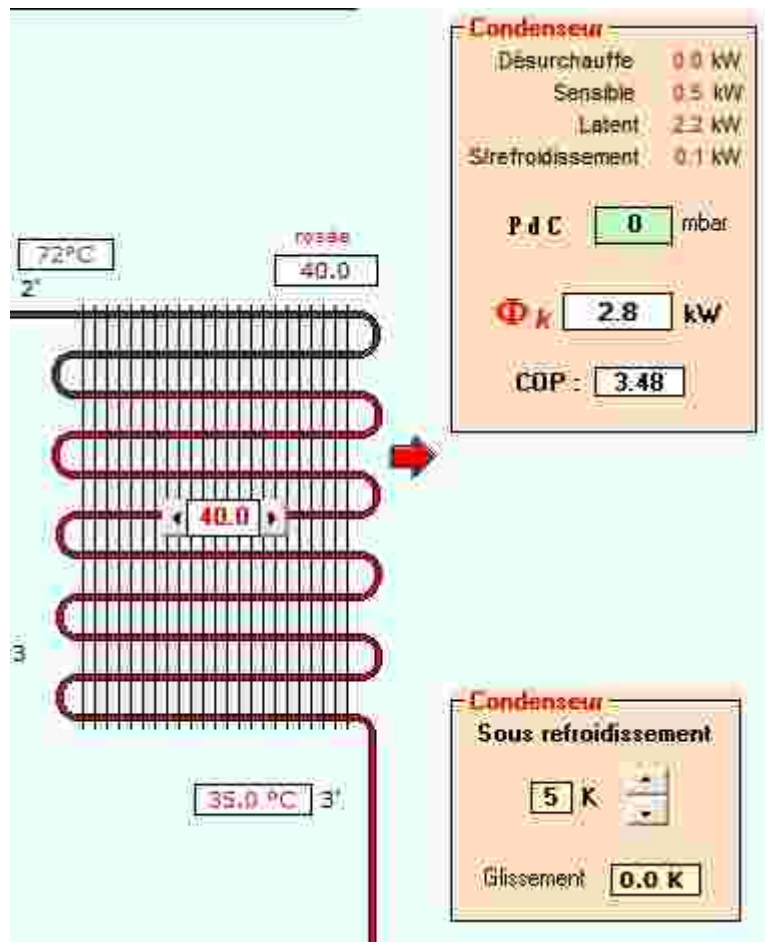


Simulateur

Saisie des données de la HP

La saisie de la température moyenne du condenseur et

- du sous-refroidissement du condenseur définit les autres valeurs (entrée et sortie).
- de la perte de charge définit la valeur de la HP



Simulateur

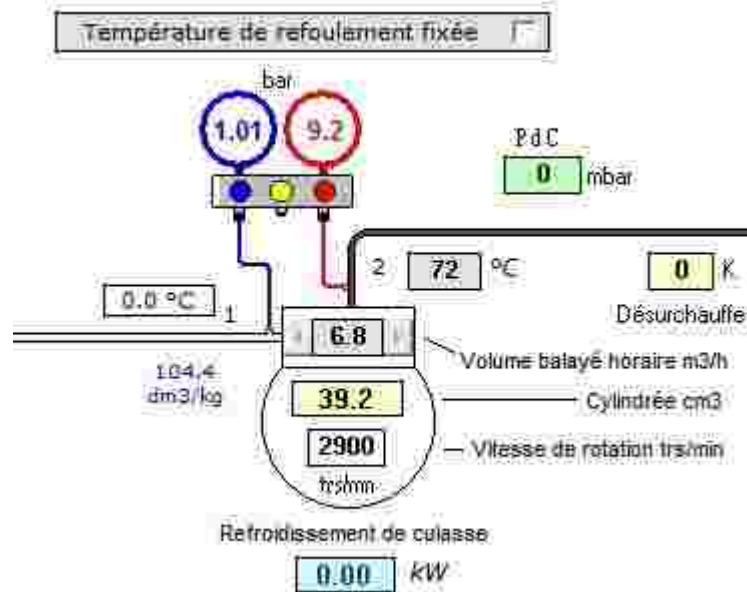
Saisie des données du compresseur

Les pressions BP et HP sont modifiées par la saisie des températures moyenne des échangeurs.

La saisie de la perte de charge de la conduite de refoulement peut se faire en mbar ou en K.

Le changement d'unité s'opère en cliquant sur l'unité (mbar <> K).

La modification du débit-volume balayé du compresseur est possible quand l'option **calcul de la puissance frigorifique est cochée**
En fixant la température de refoulement, on doit la saisir et le calcul du refroidissement de la culasse sera affiché.



Saisie des données du liquide

Le fluide peut être sous refroidi ou réchauffé en traversant la ligne liquide.

En cliquant les valeurs négatives correspondent à un refroidissement

Les équipements annexes, montés sur la ligne liquide, lui font subir une chute de pression (perte de charge).

(Vanne de service - déshydrateur - voyant liquide et électrovanne)

Refroidissement du liquide Réchauffement du liquide

-2.0

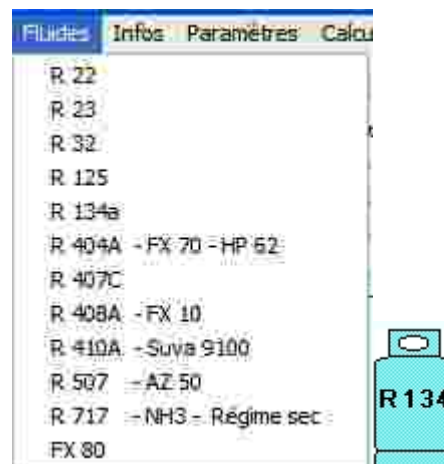
2.0

Perte de charge 0 mbar

Colonne ascendante descendante 0 m

Les **différences de niveau** comme les **remontées** ou les **descentes** de canalisation (liées à la position du condenseur ou du réservoir liquide par rapport à l'évaporateur) peuvent créer respectivement une chute de pression ou un gain de pression proportionnel(le) au dénivelé de la colonne de liquide.

Simulation avec un autre fluide

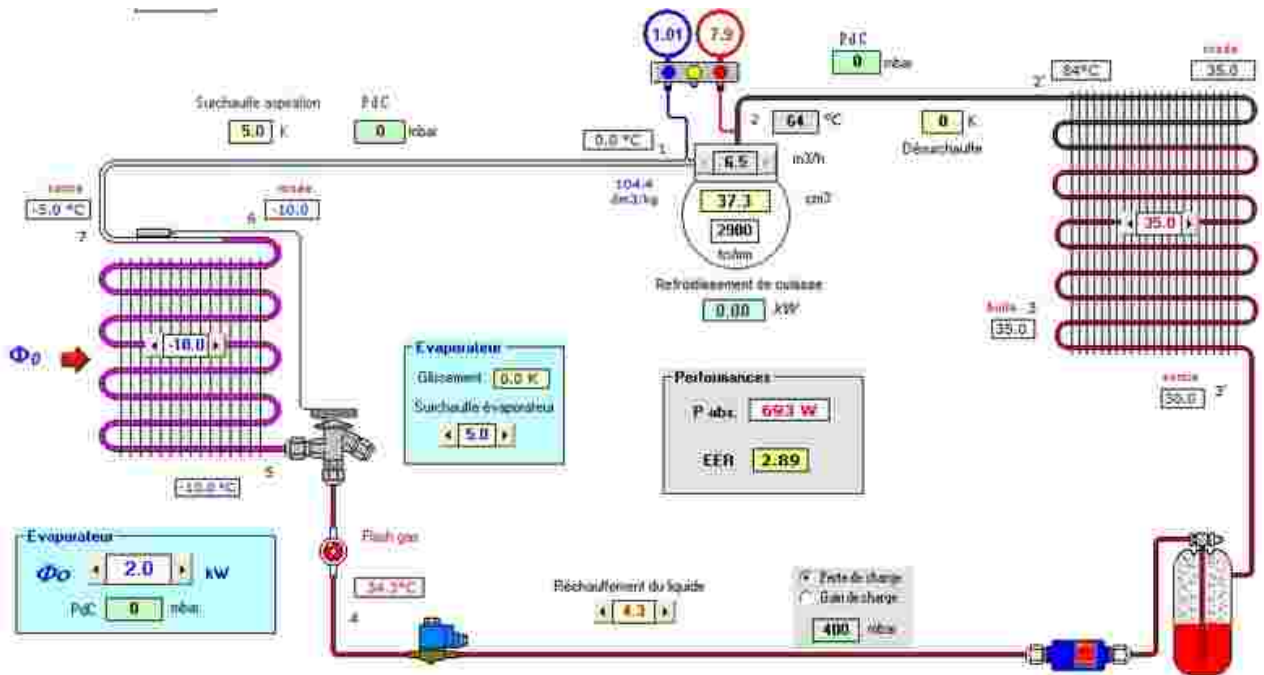


Simulateur

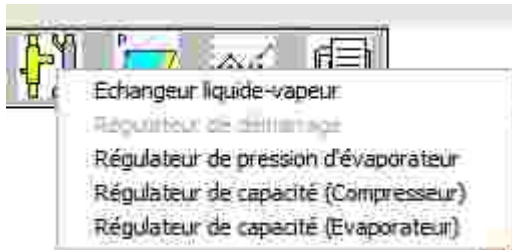
Simulation avec un échangeur ELV

La simulation avec l'échangeur liquide-vapeur n'est possible que pour le **calcul de la puissance frigorifique**

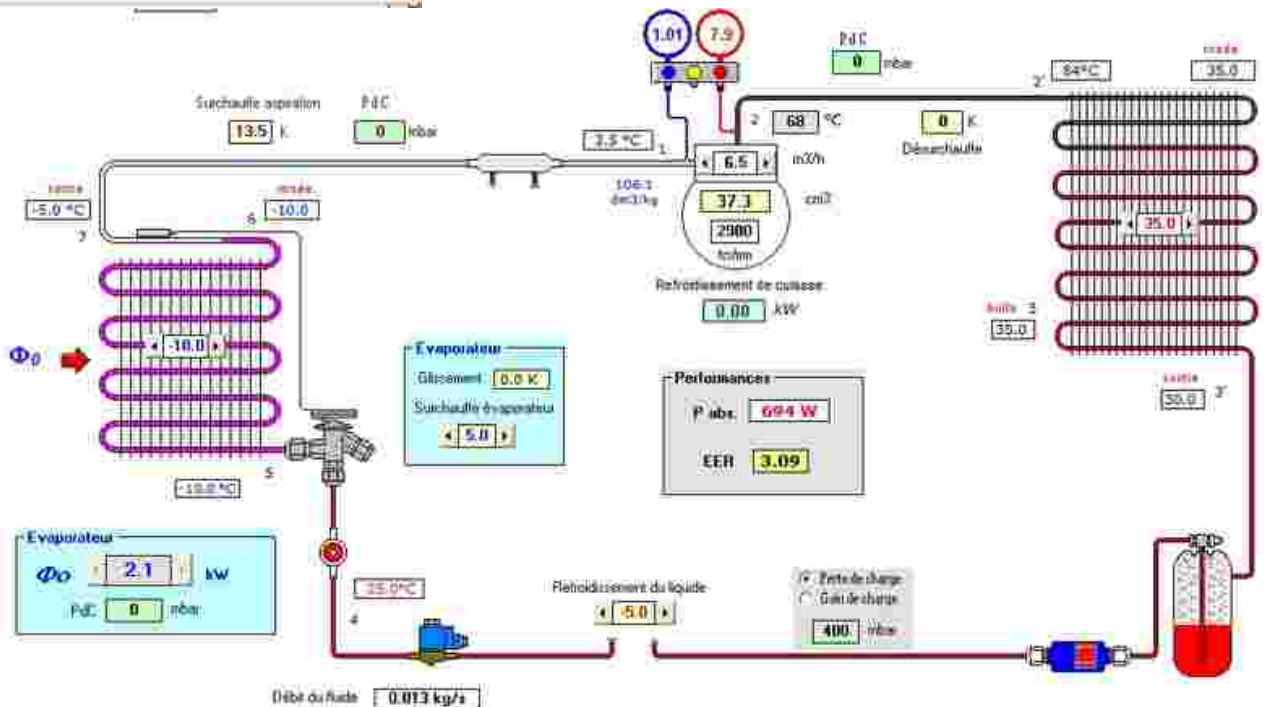
Quand la conduite liquide est soumise à une perte de charge et que cette conduite se réchauffe, une partie du liquide s'évapore et crée un phénomène appelé FLASH GAS préjudiciable pour le bon fonctionnement du détendeur.



Ajout de l'échangeur ELV

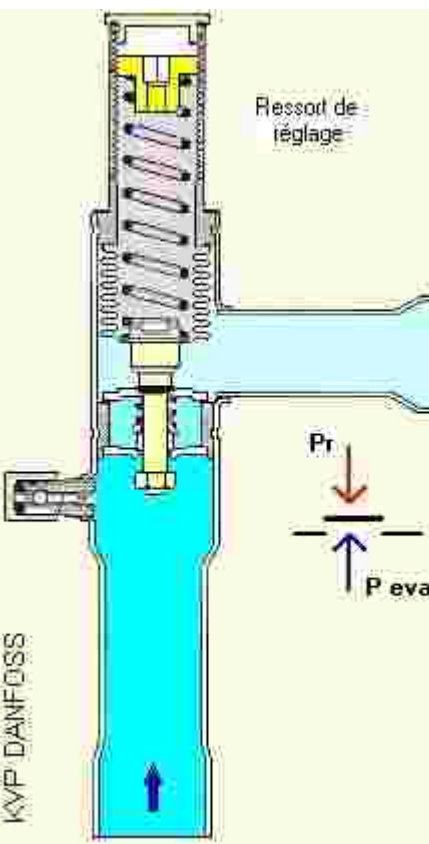
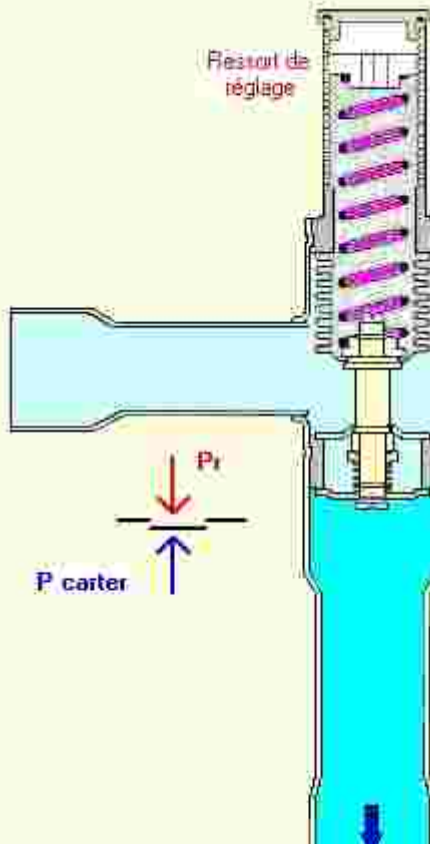
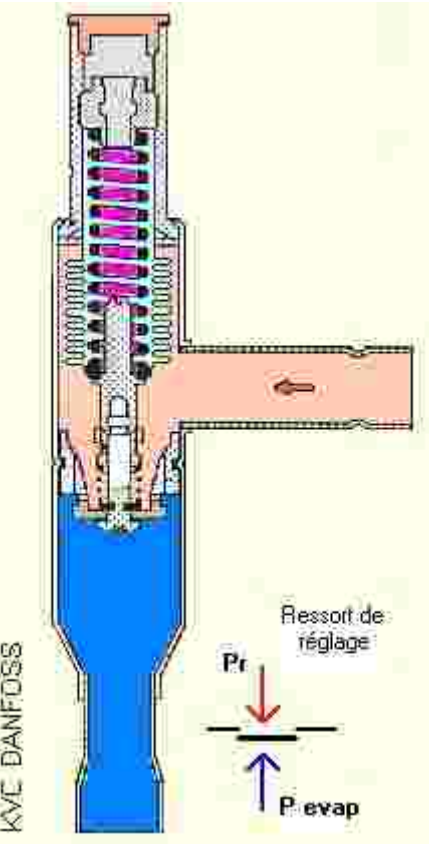


L'échangeur liquide-vapeur ELV permet de refroidir le fluide et évite la formation de Flash Gas de façon à obtenir du liquide sous refroidi avant détente



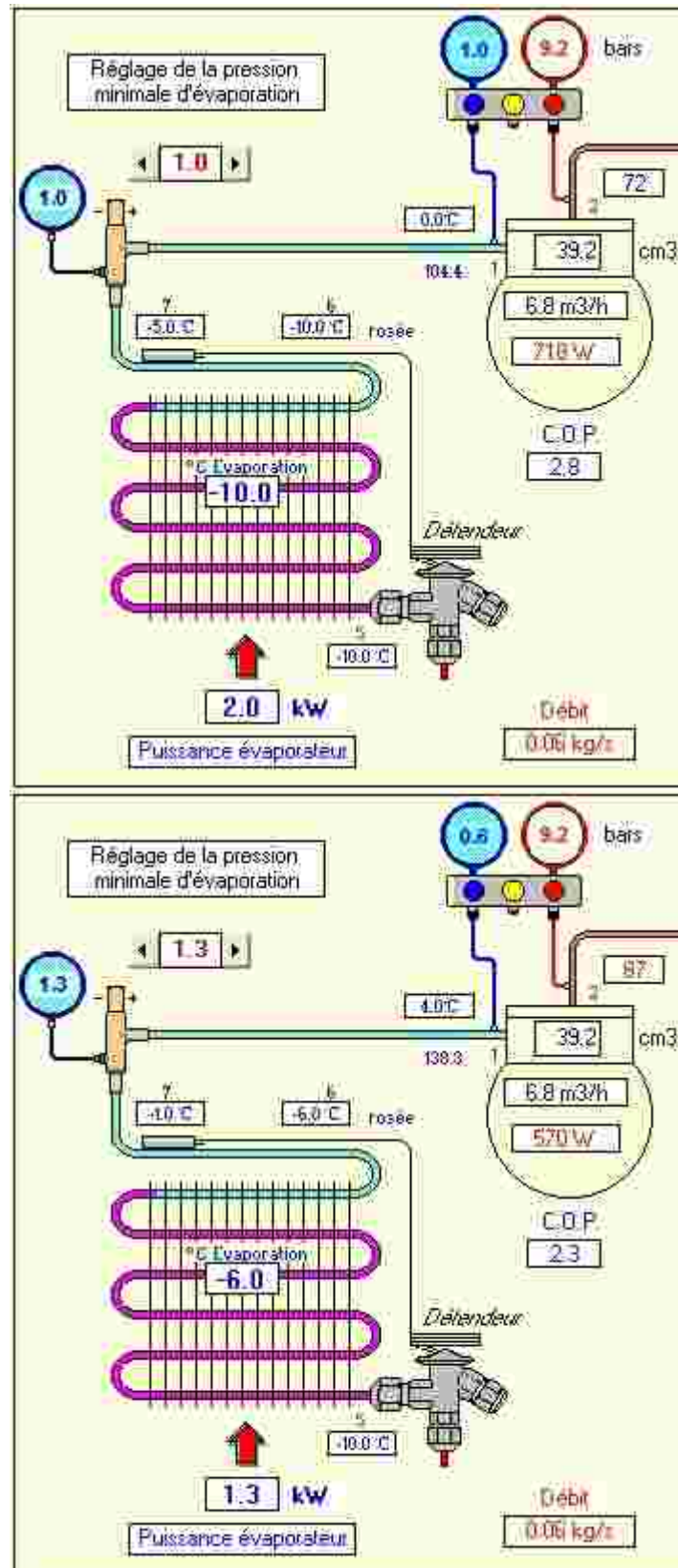
Simulateur

Simulation avec un régulateur de pression

Régulateur de pression d'évaporation	Régulateur de pression de carter	Régulateur de capacité
		
<p>Le régulateur de pression d'évaporateur permet de contrôler la pression dans l'évaporateur pour régler l'hygrométrie dans l'enceinte refroidie ou pour régler les conditions spécifiques de fonctionnement de l'évaporateur.</p>	<p>Le régulateur de démarrage permet de forcer le compresseur à travailler dans son enveloppe de fonctionnement et évite une surcharge de son moteur</p>	<p>Le régulateur de capacité permet de limiter la basse pression en cas de réduction de la charge thermique apportée à l'évaporateur.</p>

Simulateur

Régulateur de pression d'évaporateur



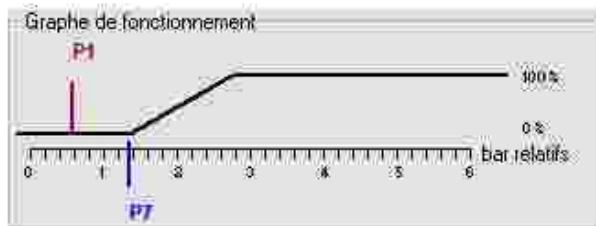
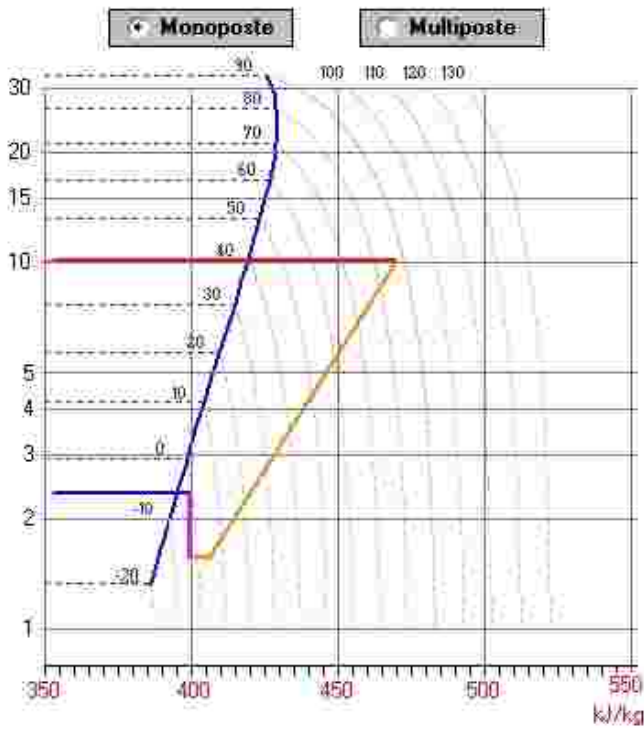
Simulateur

Régulateur de pression d'évaporateur

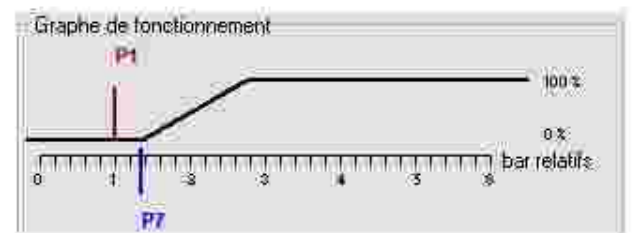
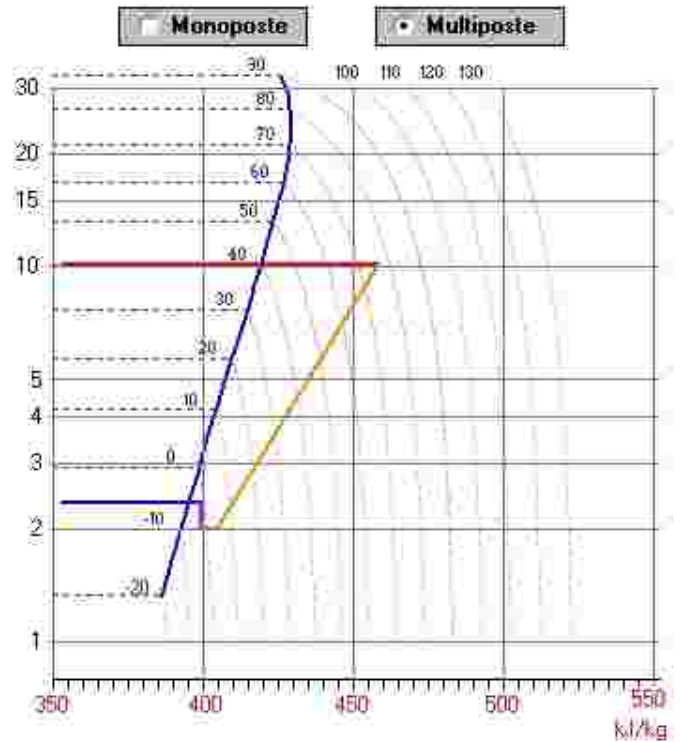
Dans le cas d'une installation à 1 poste de froid; la fermeture du régulateur entraîne une chute de la basse pression

Dans le cas d'une installation à plusieurs postes de froid; la basse pression n'est pas influencée par la fermeture du régulateur

bars absolus



bars absolus



Simulateur

Régulateur de démarrage

Clavier RCO - Simulation de circuit avec un régulateur de pression de démarrage

Le régulateur de pression de démarrage s'ouvre lorsque la pression du Carter est inférieure à la pression exercée par le ressort de réglage.

Le réglage du régulateur permet de limiter la puissance absorbée par le ventilateur en cas d'une régulation négative quand la pression d'évaporateur est élevée.

LA FUSION DU NITRURE AU DÉMARRAGE EST DÉPRIMÉE

Simulation du régulateur de pression de Carter

Réguleur de la pression d'évaporation

1.38 A

1.38 V

10.0 A

1.38 A

1.38 V

1.1 kW

Puissance frigorifique kW

En modifiant le réglage de la valve de démarrage, on met en évidence ses effets sur la puissance absorbée et aussi sur la puissance frigorifique produite à l'évaporateur.

Pour que le valve de démarrage soit totalement ouvert, il faut que la pression d'évaporateur Pi soit inférieure à la pression de réglage

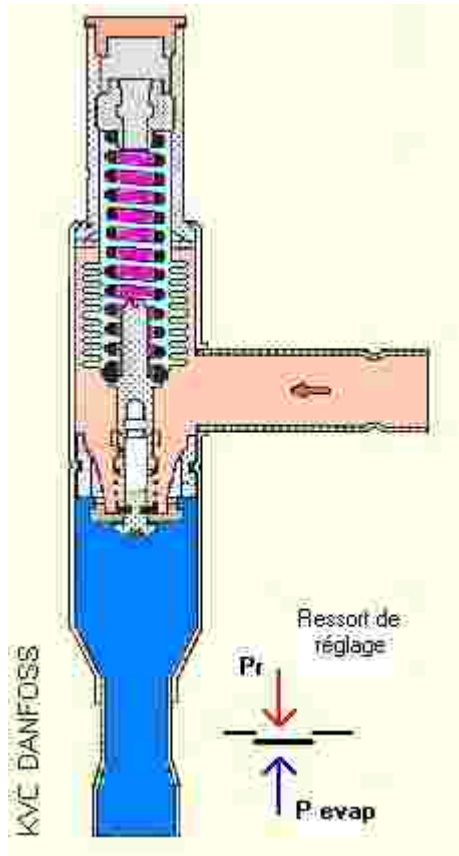
Pi < P_{regl}

(5404)

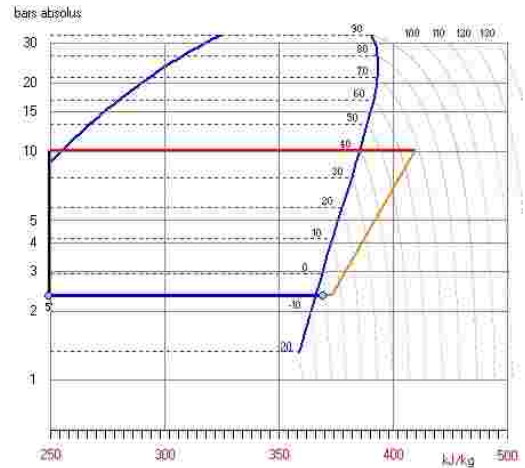
Graphique de l'évaporation :

Régulateur de capacité

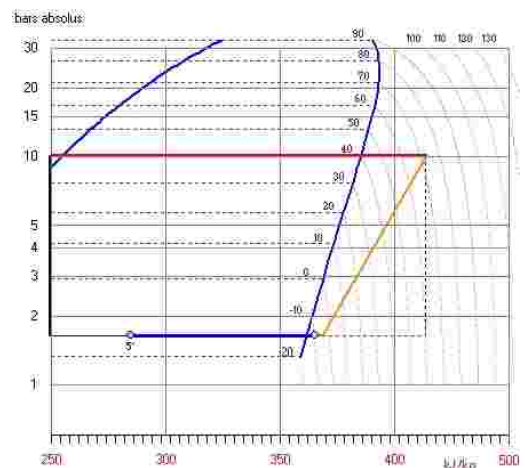
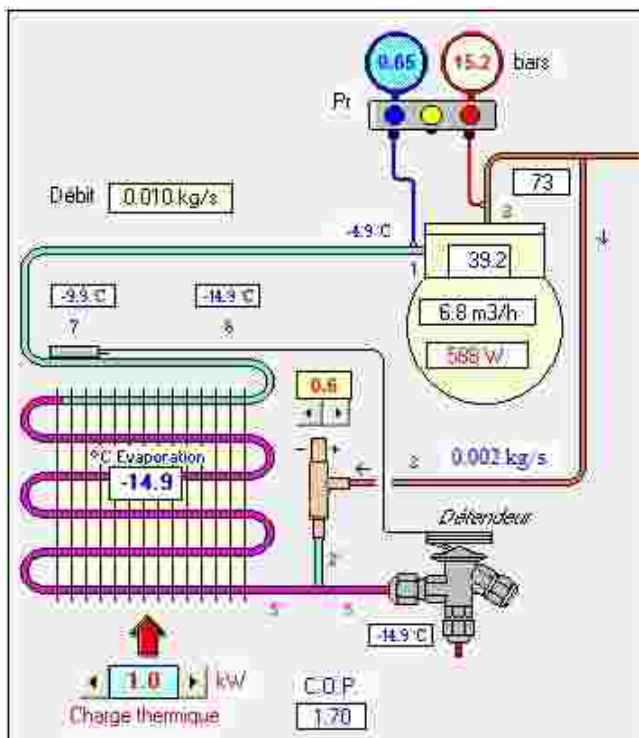
Dans les refroidisseurs de liquide de petite puissance, le volume balayé du compresseur est fixe et ne s'adapte pas à une chute de la charge thermique du refroidisseur, et aura pour conséquence la chute de la BP et le risque de gel de l'eau (pure). L'utilisation d'un régulateur de capacité va permettre de limiter la BP à une valeur pré-réglée et d'éviter le risque de gel de gel



Régulateur fermé : $BP > P_{reg}$



Régulateur ouvert : $BP = P_{reg}$



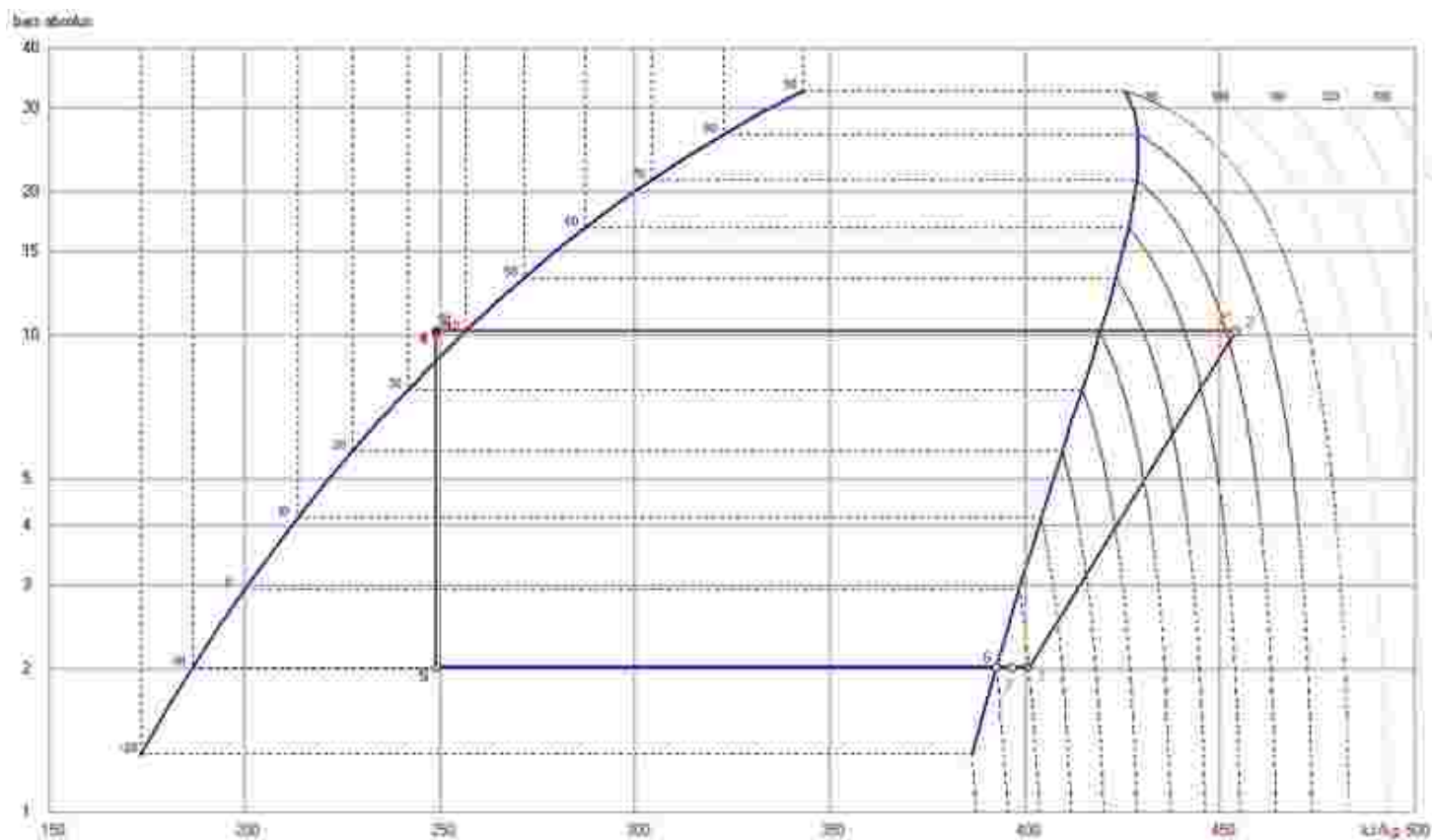
Simulateur

Graphiques



Les graphiques sont appelés par le menu déroulant ou les icônes

Evolution du fluide



Simulateur

Evolution des grandeurs du circuit

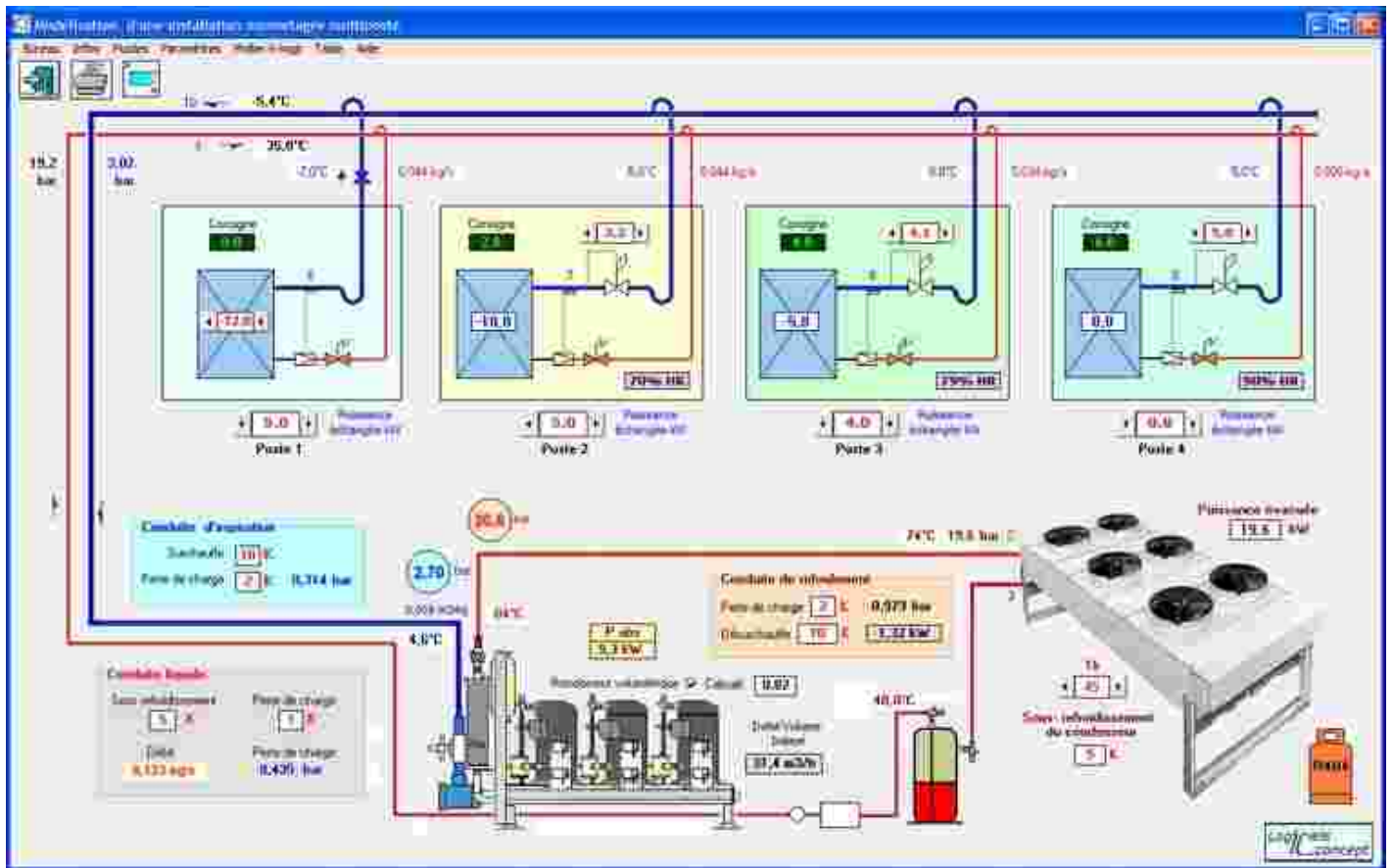
On peut représenter l'évolution théorique des différentes grandeurs :

Puissance frigorifique - Débit masse - Puissance absorbée - Température de refoulement et EER) en fonction des différentes variables : Température d'évaporation - Température de condensation - Surchauffes et Pertes de charge



Multiposte

Multiposte positif

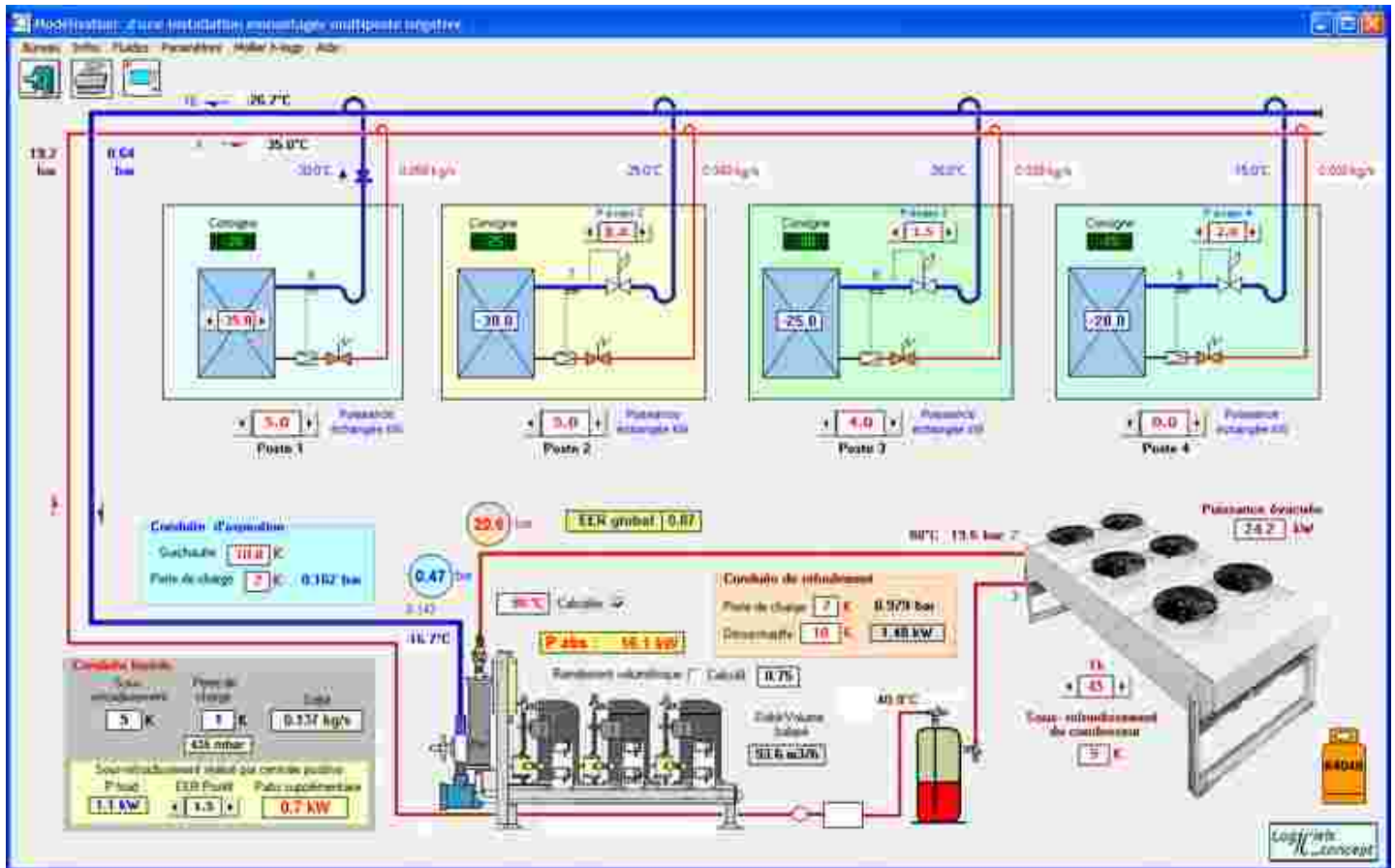


En saisissant les puissances des différents évaporateurs et leur température d'évaporation et aussi le régime de fonctionnement, le logiciel détermine toutes les caractéristiques de l'installation.
 En cliquant sur les différentes portions du circuit, une nouvelle fenêtre s'ouvre et indique les vitesses de circulation pour les dimensions courantes de canalisation en cuivre



Multiposte

Multiposte négatif



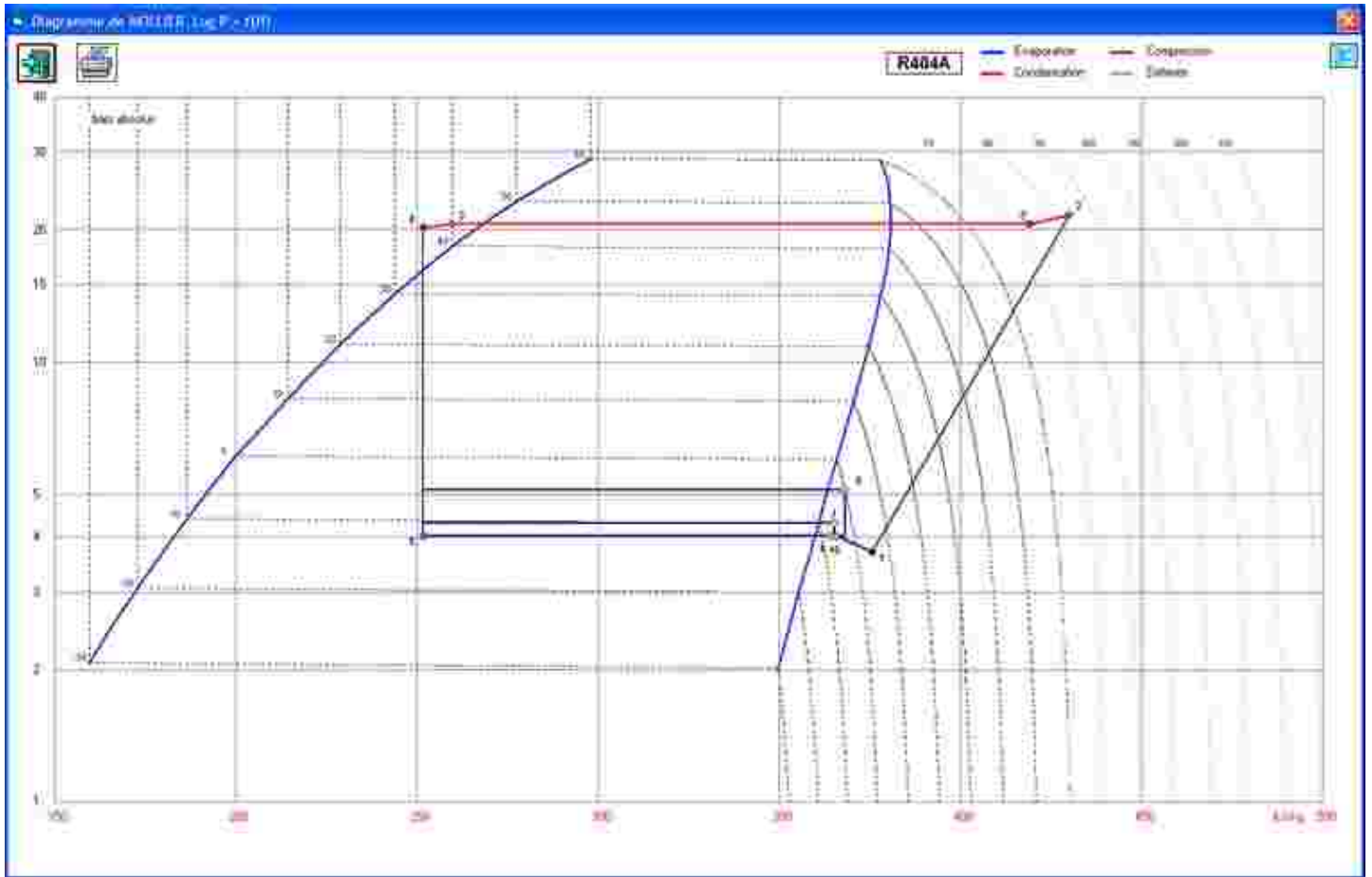
En saisissant les puissances des différents évaporateurs et leur température d'évaporation et aussi le régime de fonctionnement, le logiciel détermine toutes les caractéristiques de l'installation. La température des vapeurs refoulées peut être fixée ou calculée à partir du taux de compression et du rendement indiqué des compresseurs.

Cette simulation montre l'intérêt du sous-refroidissement de la conduite liquide par une installation frigorifique différente ayant un meilleur EER.



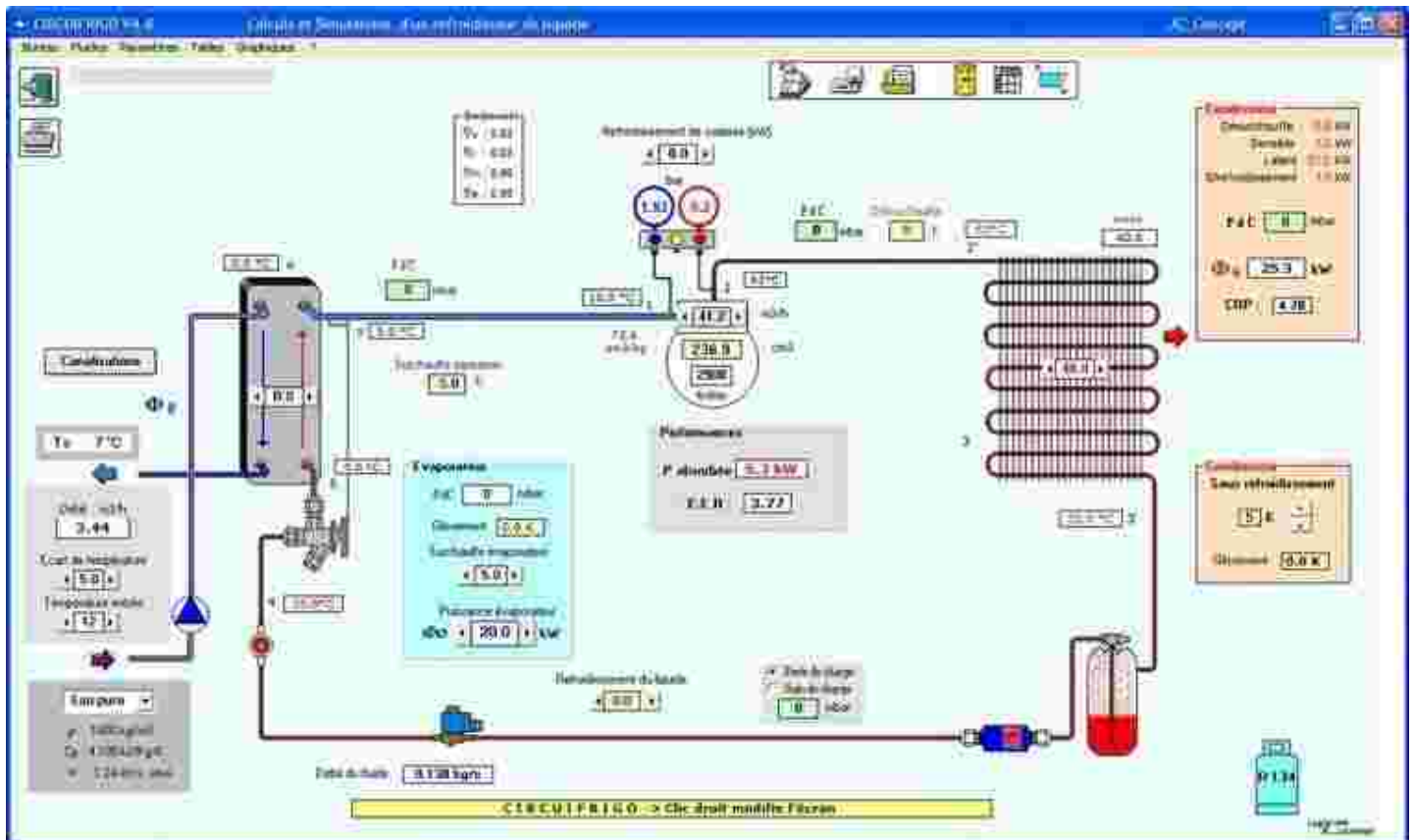
Multiposte

Multiposte graphiques



Le graphe des évolutions montre l'influence des pertes de charge saisies dans le régime.

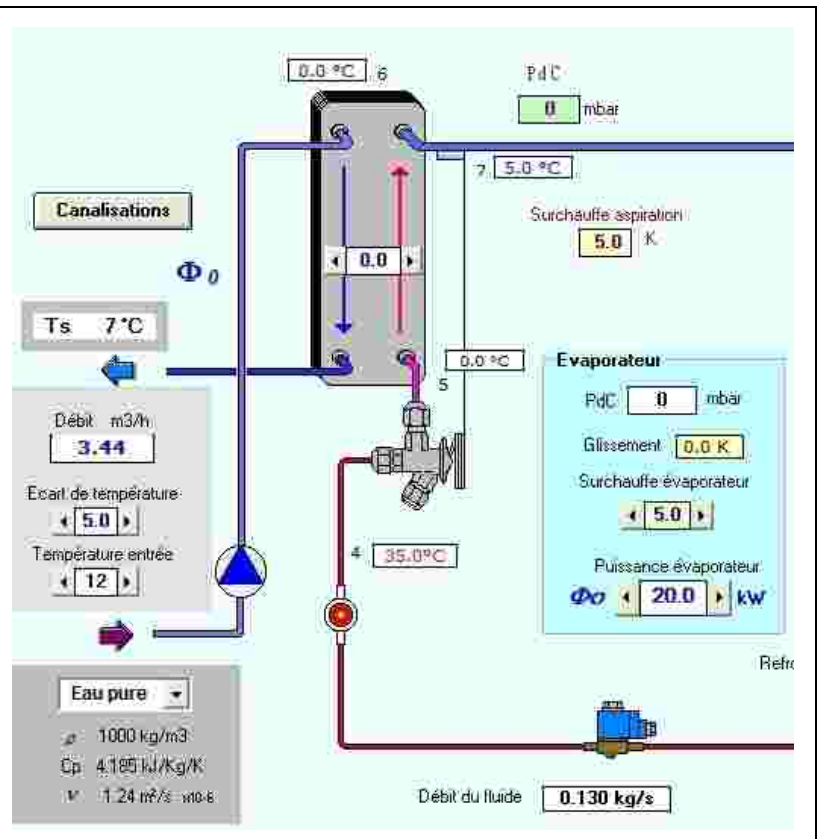
Refroidisseur de liquide



Le module refroidisseur de liquide simule le fonctionnement de refroidisseurs d'eau et d'eau glycolée

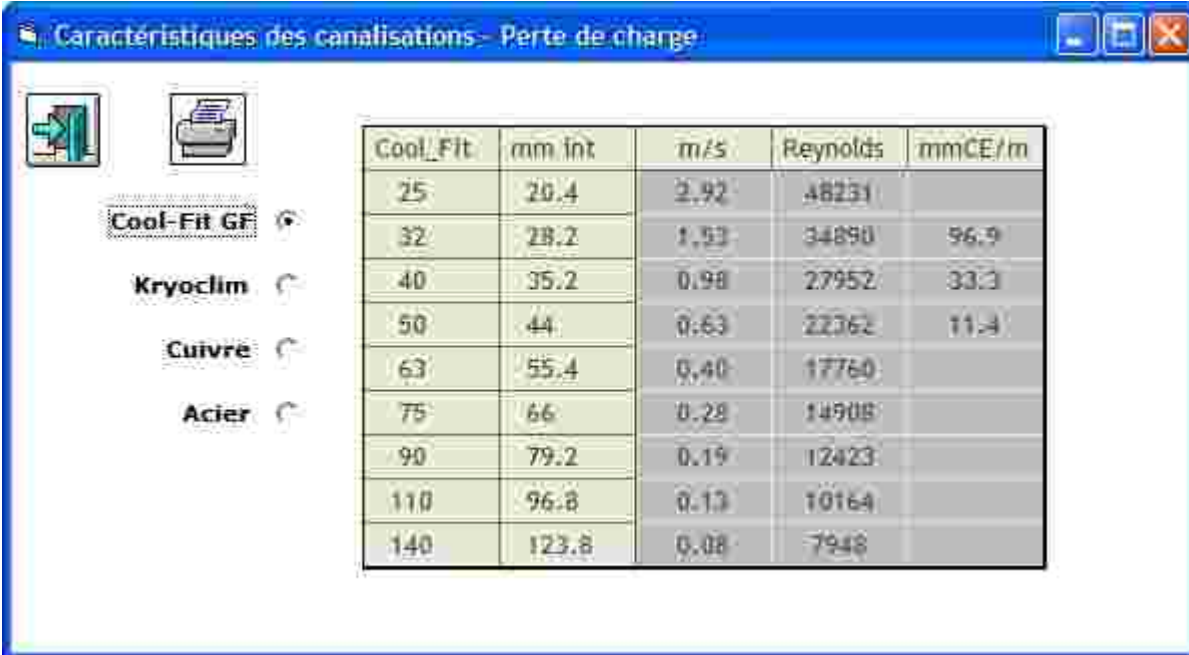
Circuit refroidisseur

La sélection du liquide refroidi ou la modification des températures du liquide recalcul le débit véhiculé par la pompe



Refroidisseur de liquide

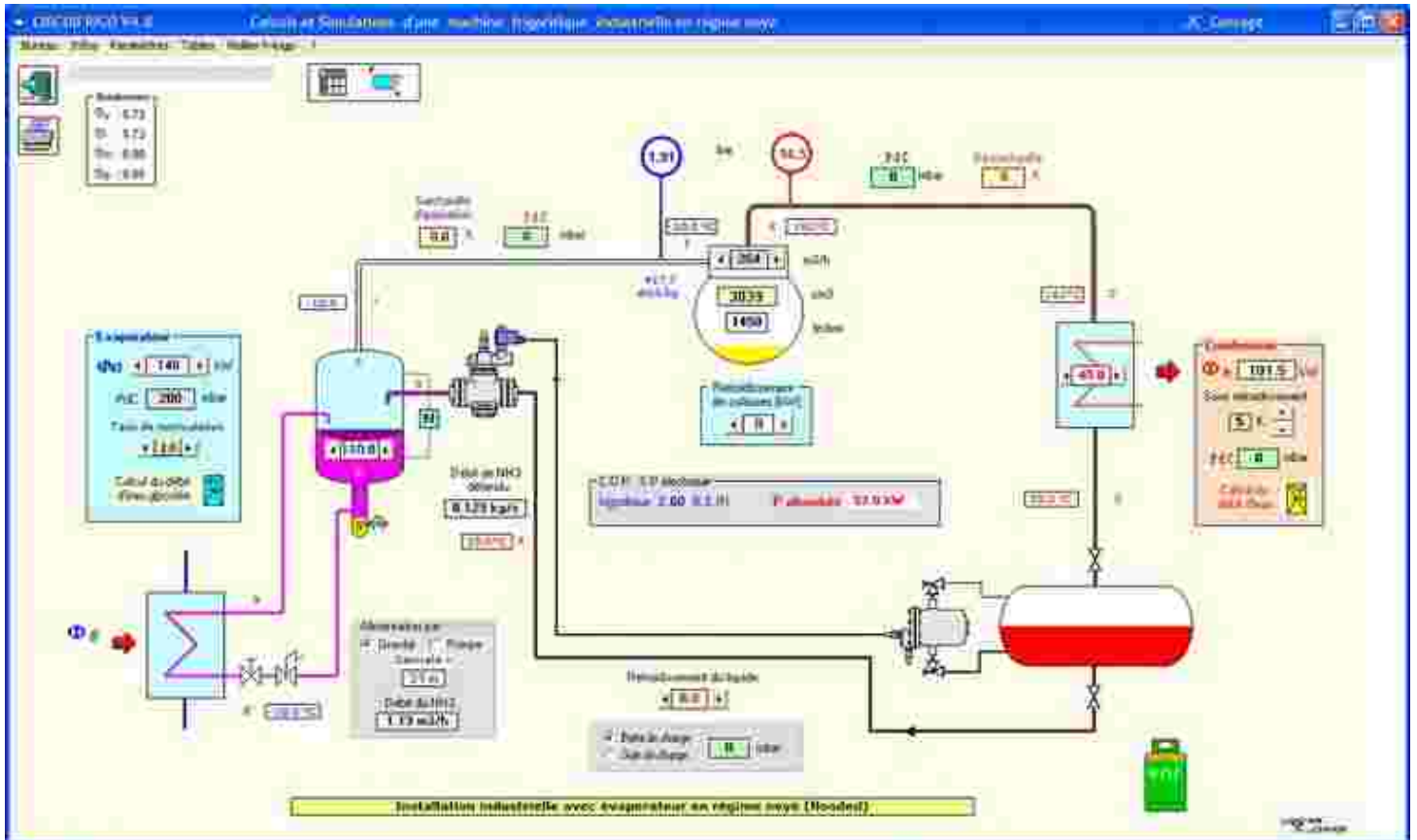
sélection de la tuyauterie



Cool_Fit	mm Int	m/s	Reynolds	mmCE/m
25	20.4	2.92	48231	
32	28.2	1.93	34890	96.9
40	35.2	0.98	27952	33.3
50	44	0.63	22362	11.4
63	55.4	0.40	17760	
75	66	0.28	14908	
90	79.2	0.19	12423	
110	96.8	0.13	10164	
140	123.8	0.08	7948	

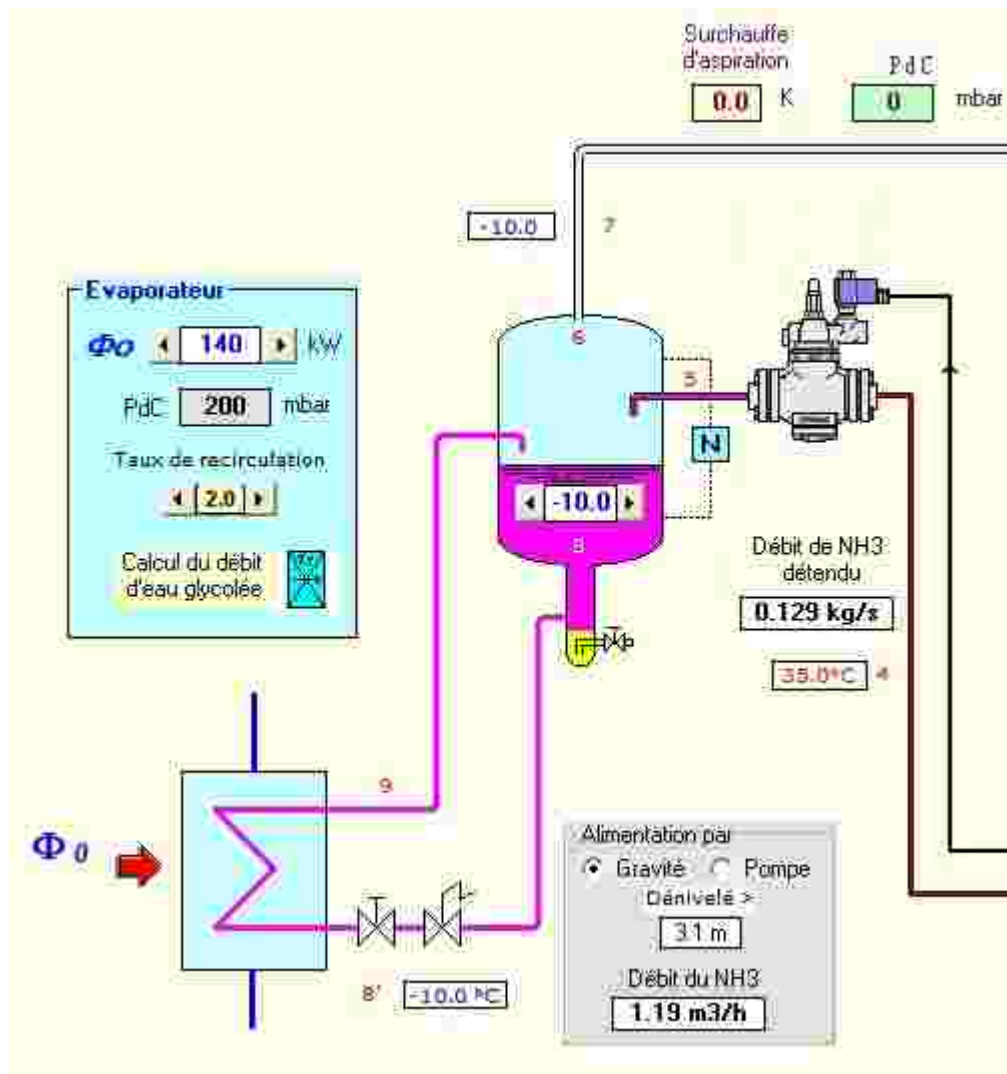
Le bouton **Canalisations** calcule en fonction des différents matériaux et du diamètre de la tuyauterie la vitesse et le nombre de Reynolds. La perte de charge est donnée pour les canalisations utilisables.

Refroidisseur industriel ammoniac



Refroidisseur industriel ammoniac

Circuit BP



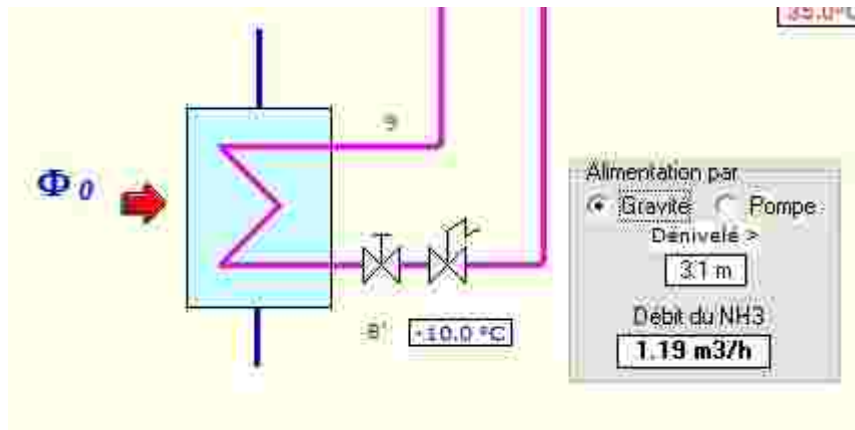
Le schéma du circuit BP représente un évaporateur alimenté en régime noyé à partir d'un séparateur de liquide BP avec injection totale.

Le débit de NH3 traversant l'évaporateur est déterminé par sa puissance et son taux de recirculation.

Le débit de NH3 aspiré par le compresseur est déterminé par la puissance de l'évaporateur.

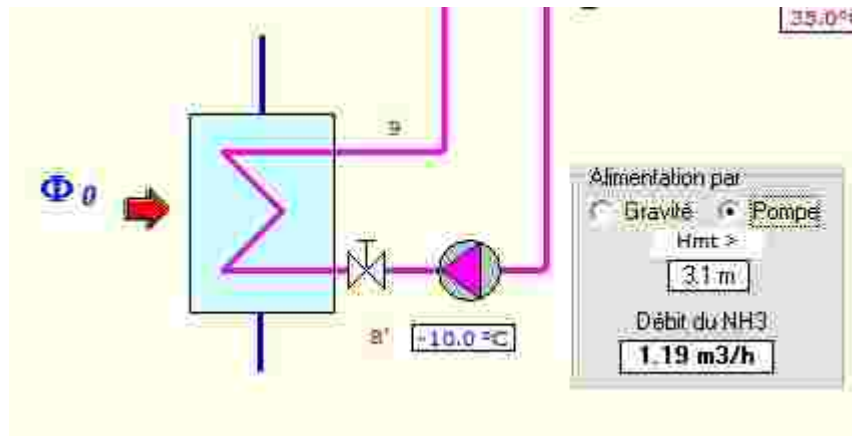
Refroidisseur industriel ammoniac

Alimentation par gravité

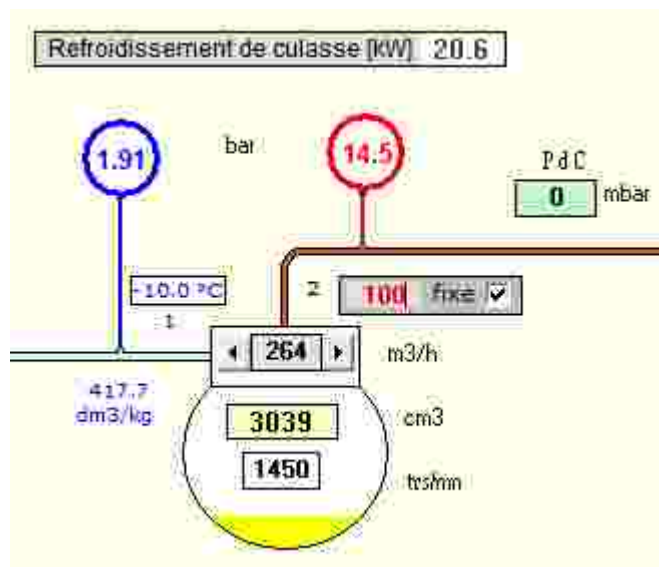


Alimentation par pompe

Si le dénivelé entre l'évaporateur et le séparateur de liquide est insuffisant pour compenser les pertes de charges du circuit évaporateur, une pompe de circulation est utilisée



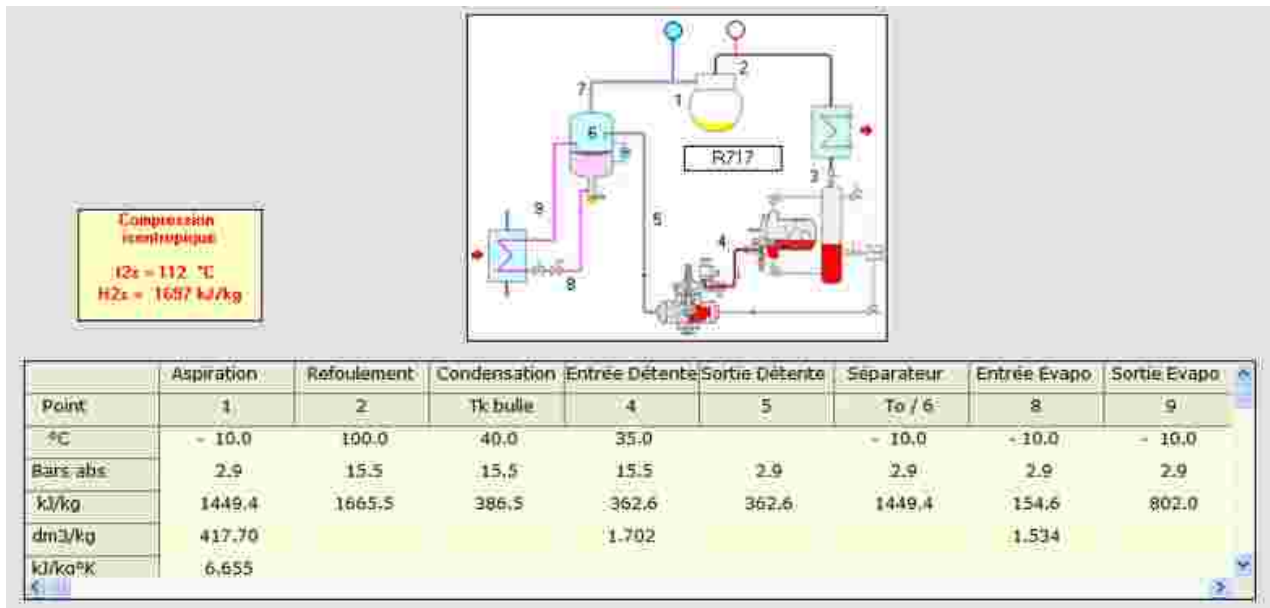
Refroidisseur de culasse



La compression du NH₃ entraîne une température de refoulement élevée.
Le refroidissement des culasse du compresseur permet de limiter aussi la température de l'huile.

Refroidisseur industriel ammoniac

Table de valeurs



Vitesses de circulation dans les tuyauteries acier (OD)

Liquide	V m/s	Aspir_o	V m/s	Refoul_t	V m/s
3/8	1.76	1	84.40	3/8	135.79
1/2	0.93	1 1/4	49.54	1/2	72.03
3/4	0.56	1 1/2	36.90	3/4	43.35
1	0.34	2	23.08	1	26.54
1 1/4	0.20	2 1/2	13.87	1 1/4	15.58
1 1/2	0.15	3	10.07	1 1/2	11.60
2	0.09	4	5.98	2	7.26
2 1/2	0.06	5	3.95	2 1/2	4.36
3	0.04	6	2.70	3	3.17

$0.3 \text{ m/s} < V_{\text{liq}} < 1 \text{ m/s}$
 $V_{\text{asp. horiz.}} \text{ 4 à 8 m/s}$
 $8 \text{ m/s} < V_{\text{ref.}} < 15 \text{ m/s}$
 $V_{\text{asp. vert.}} \text{ 8 à 12 m/s}$

Refroidisseur industriel ammoniac

Evolution du fluide

