

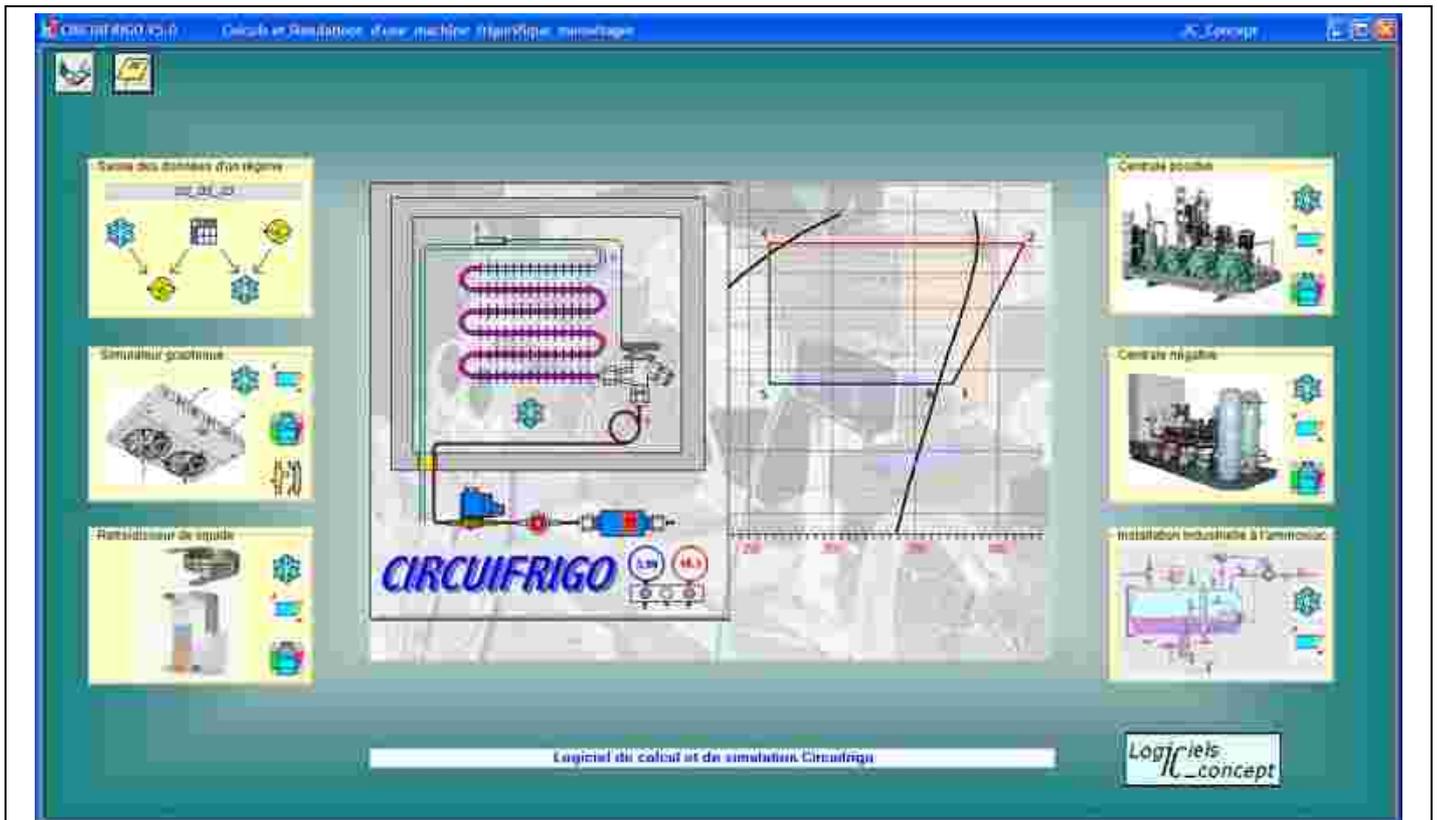
CIRCUIFRIGO

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 frigorigène.

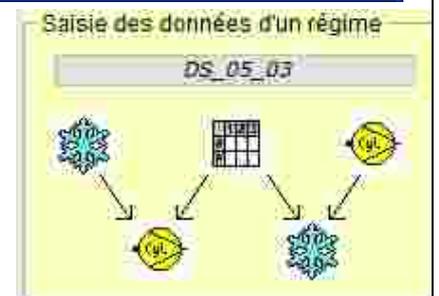
Ce module facilite la création d'exercices pour l'enseignement des installations frigorifiques.

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

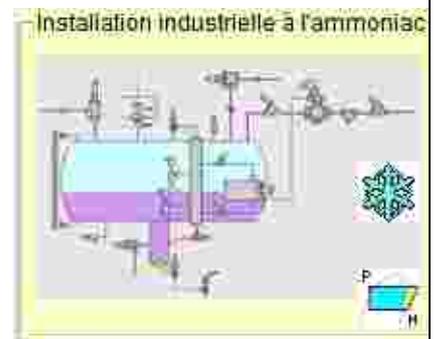


Le module [centrale négative](#) calcule les grandeurs du circuit frigorifique d'une installation centralisée de réfrigération négative :

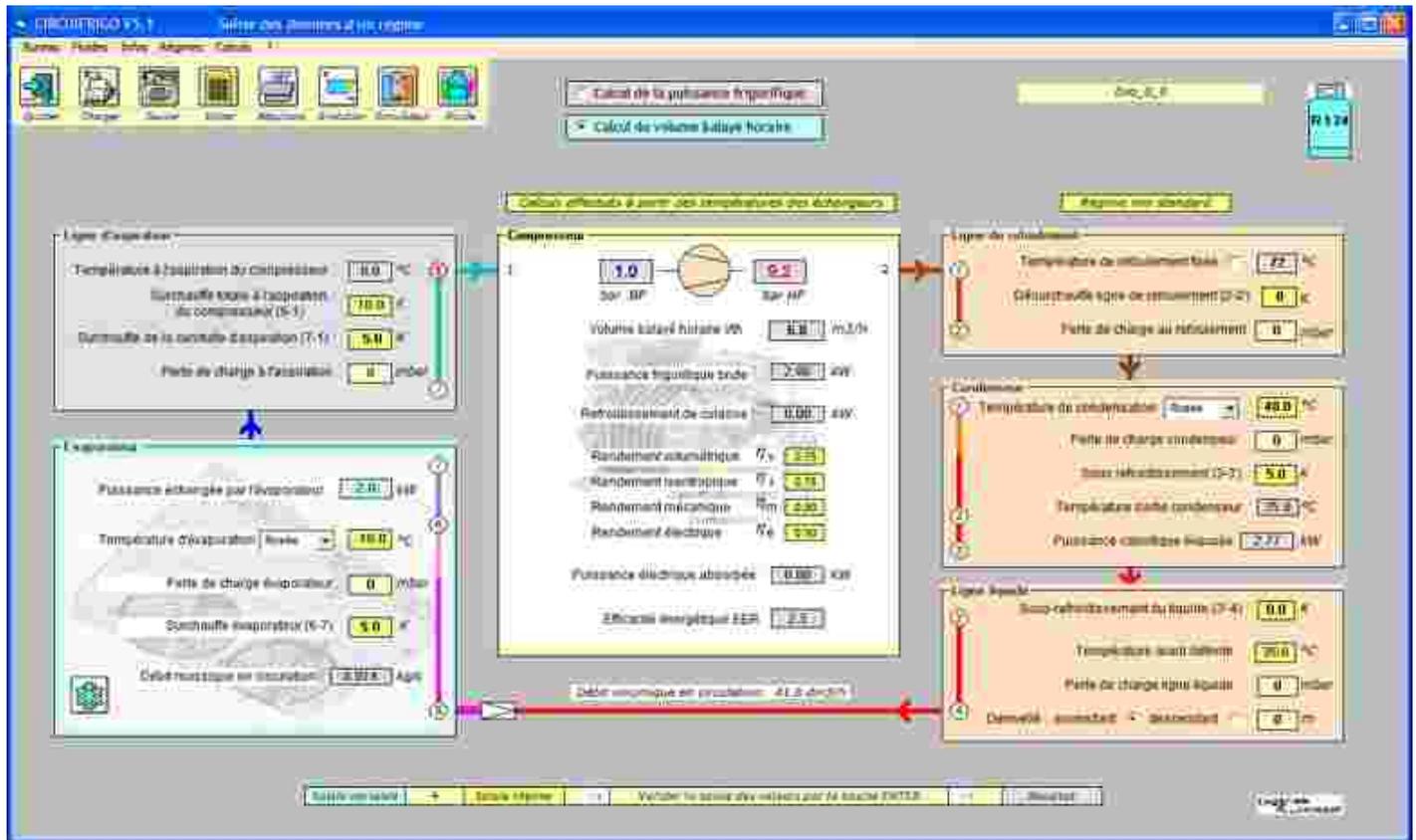
- le débit de liquide circulant dans chaque partie de l'installation.
- les dimensions des canalisations des différents tronçons
- le volume balayé total de la centrale frigorifique
- la simulation énergétique du sous-refroidissement liquide par une installation positive annexe.



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

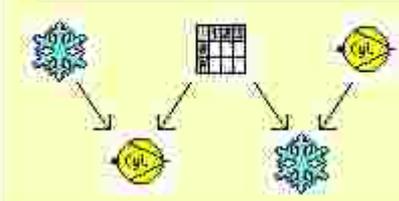
La saisie du régime permet de rentrer les caractéristiques de l'installation frigorifique :

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

Noter que toute saisie doit être validée par la touche ENTER

Saisie des données d'un régime

DS_05_03



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 \leftrightarrow 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 :

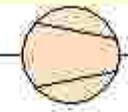
- soit une valeur connue du compresseur ce qui permet de calculer la puissance frigorifique fournie en fonction du régime
- soit une valeur calculée à partir d'une puissance frigorifique connue

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 | 22.65 | 24.49 | |
| | | 50 | | | 3.32 | 4.36 | 5.47 | 6.71 | 8.12 | 9.74 | 11.64 | 13.84 | 16.41 | 19.07 | 20.88 | |
| | P | 30 | | | 3.68 | 3.85 | 4.02 | 4.19 | 4.38 | 4.59 | 4.82 | 5.09 | 5.39 | 5.75 | 5.91 | |
| | | 40 | | | 4.29 | 4.52 | 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})

T_{evap} et $T_{air\ entrée\ condenseur}$

LGZ

R404A / R507

| Modèles | TE | -20°C | | -25°C | | -30°C | | -35°C | | -40°C | |
|---------|----|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | | 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

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 isobare horizontale à la pression de refoulement (HP). Le point 2'' est obtenu en projetant le point 2' sur une isobare horizontale à la pression de refoulement réelle (HP), après avoir tenu compte de la perte de charge. 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.

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

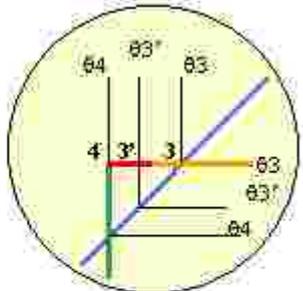
Dénivelé: ascendant descendant m

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 $(H_7 - H_5)$.



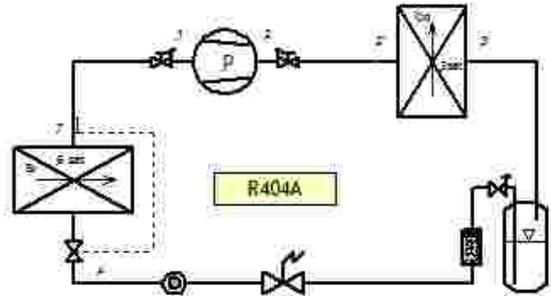
Création d'exercices : édition du texte de l'exercice

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 q_m [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

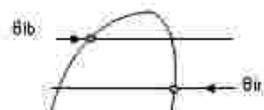
R404A

| 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

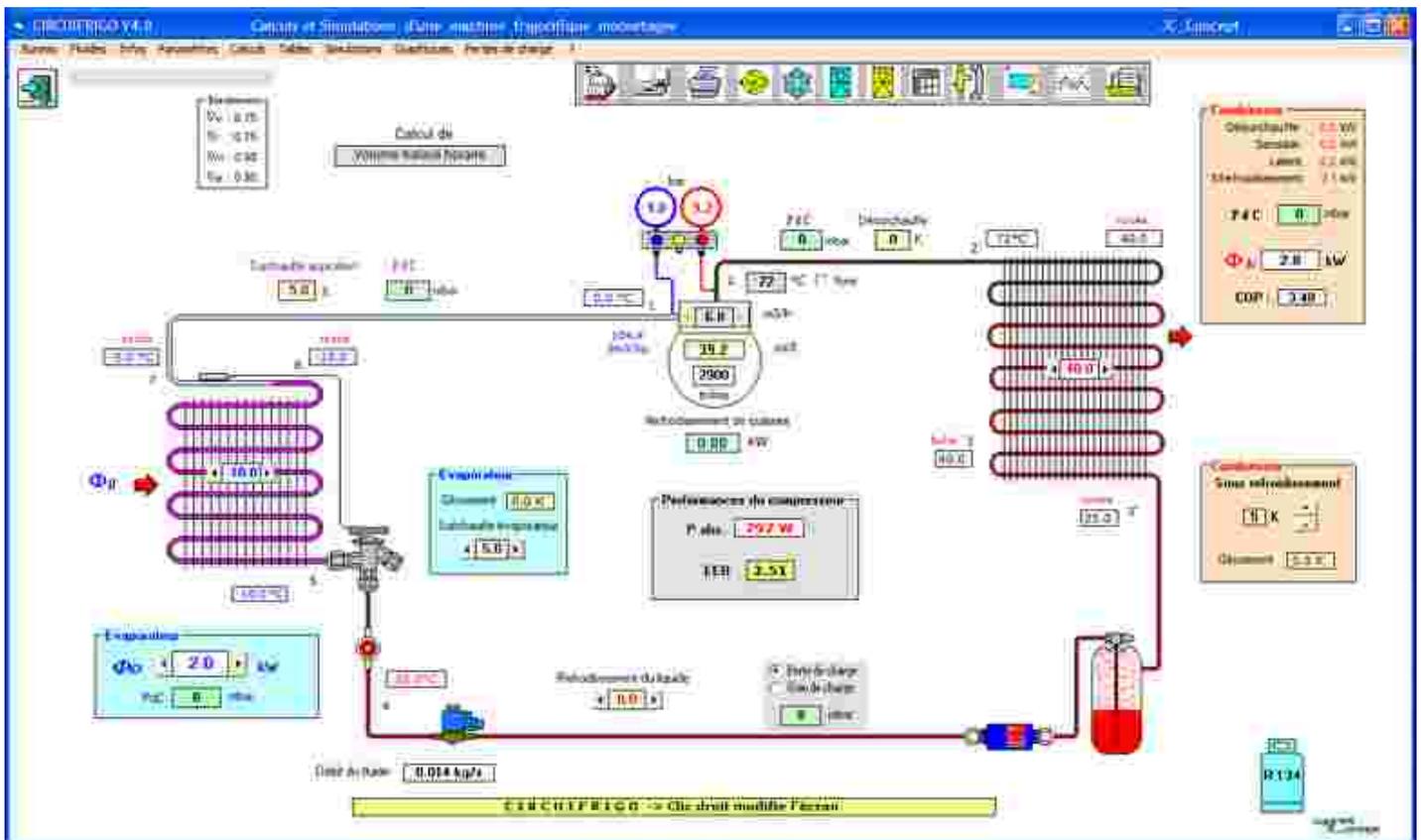
Le simulateur **Circuifrigo** reprend les calculs de base du module précédant en calculant à partir d'un régime de fonctionnement et d'un fluide frigorigène les grandeurs du circuit frigorifique :

- 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.



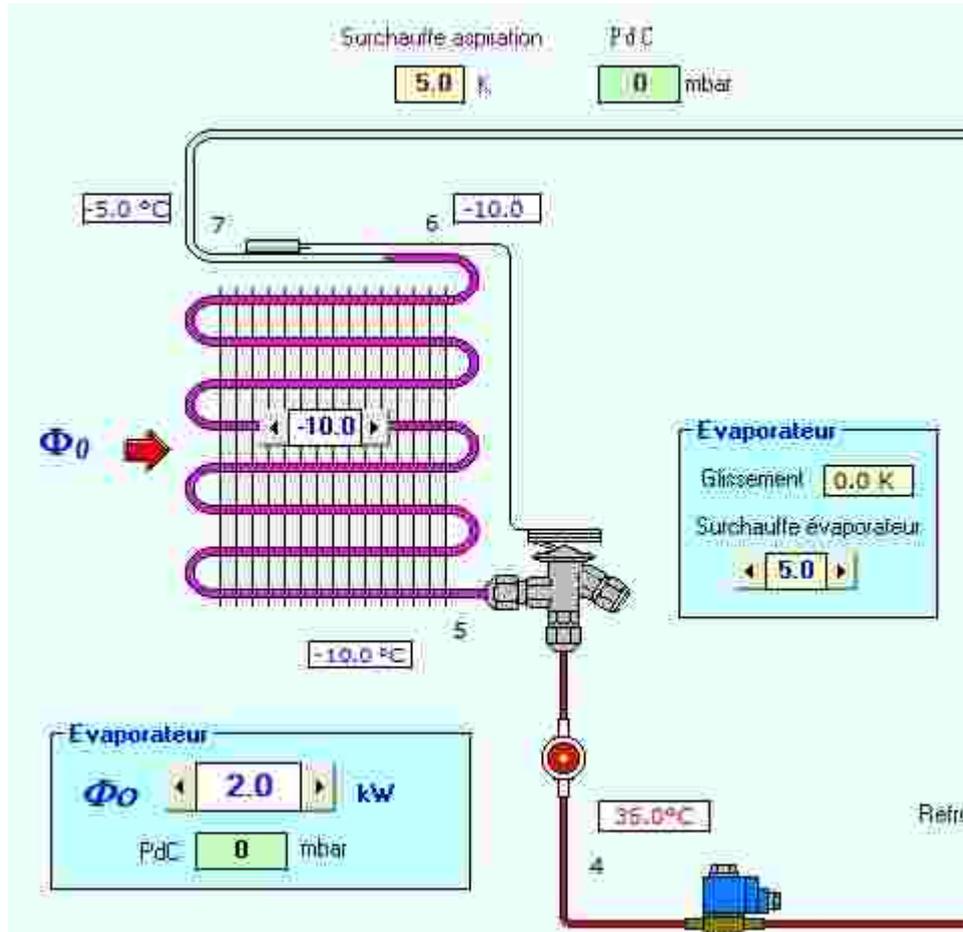
Simulateur

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.

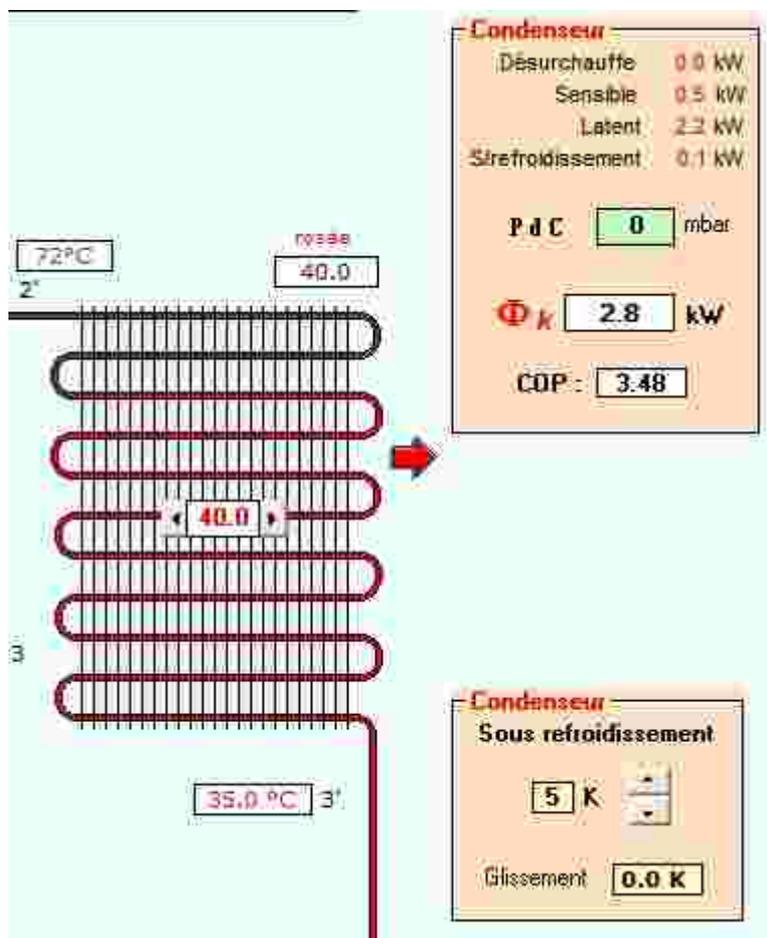


Simulateur

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

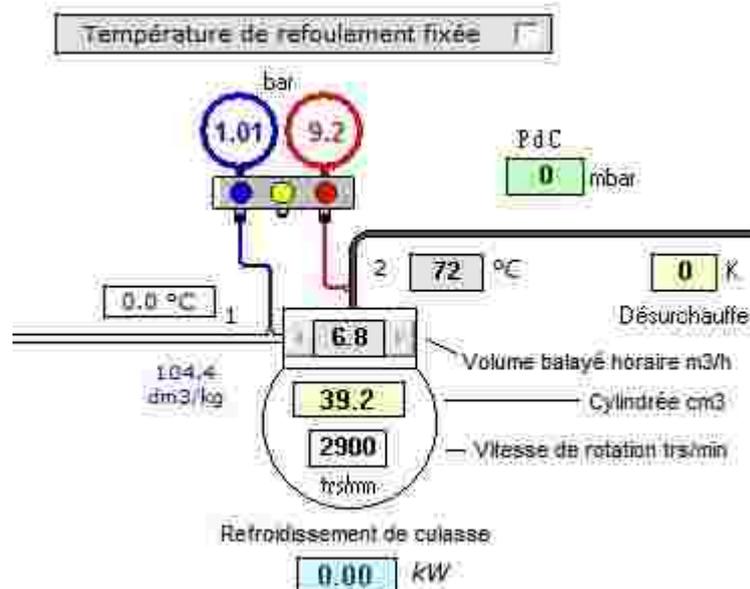
Saisie des données du compresseur

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)

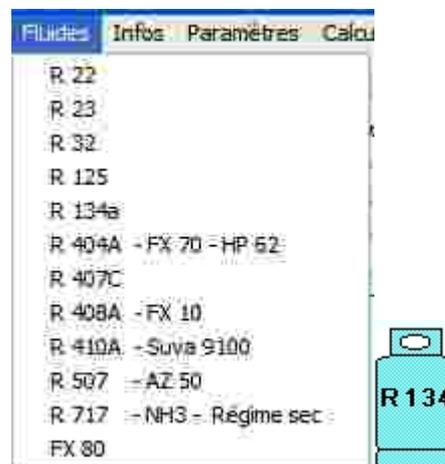
Refroidissement du liquide: Réchauffement du liquide:

Perte de charge: mbar

Colonne ascendante descendante 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

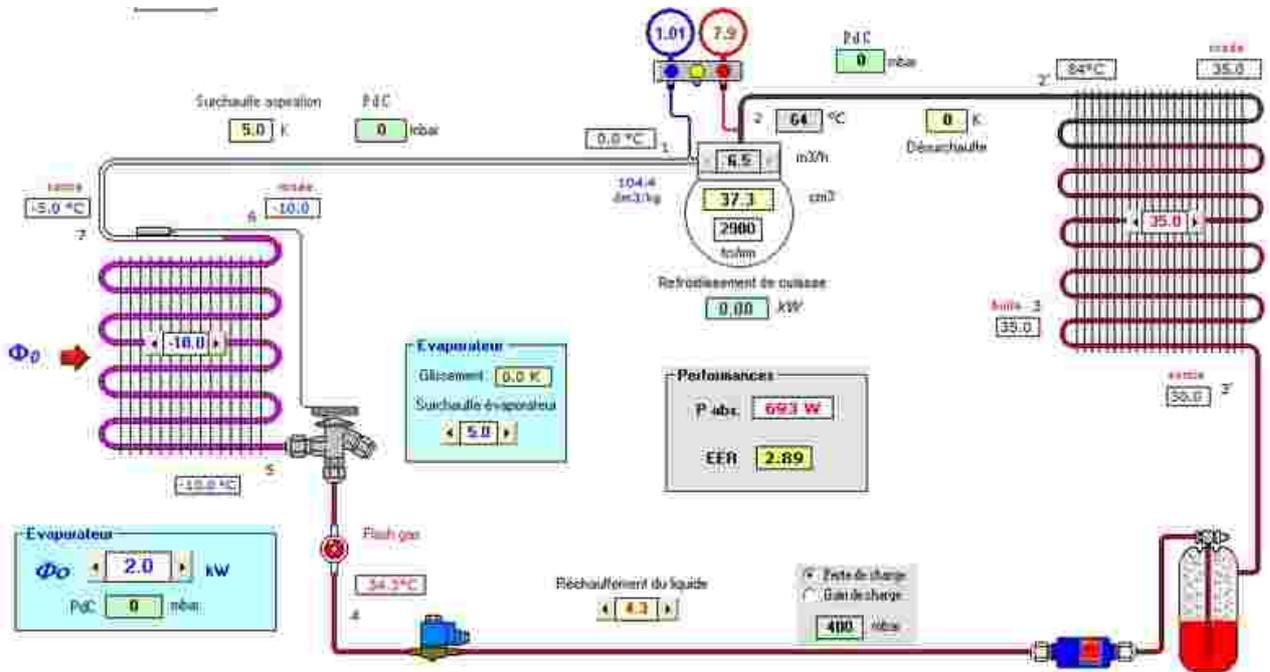


Simulateur

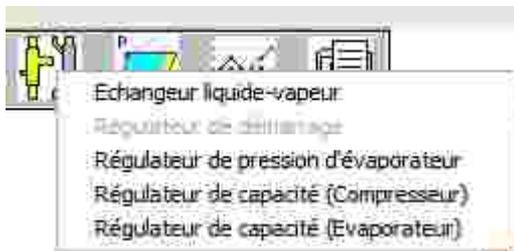
Simulation avec un échangeur ELV

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

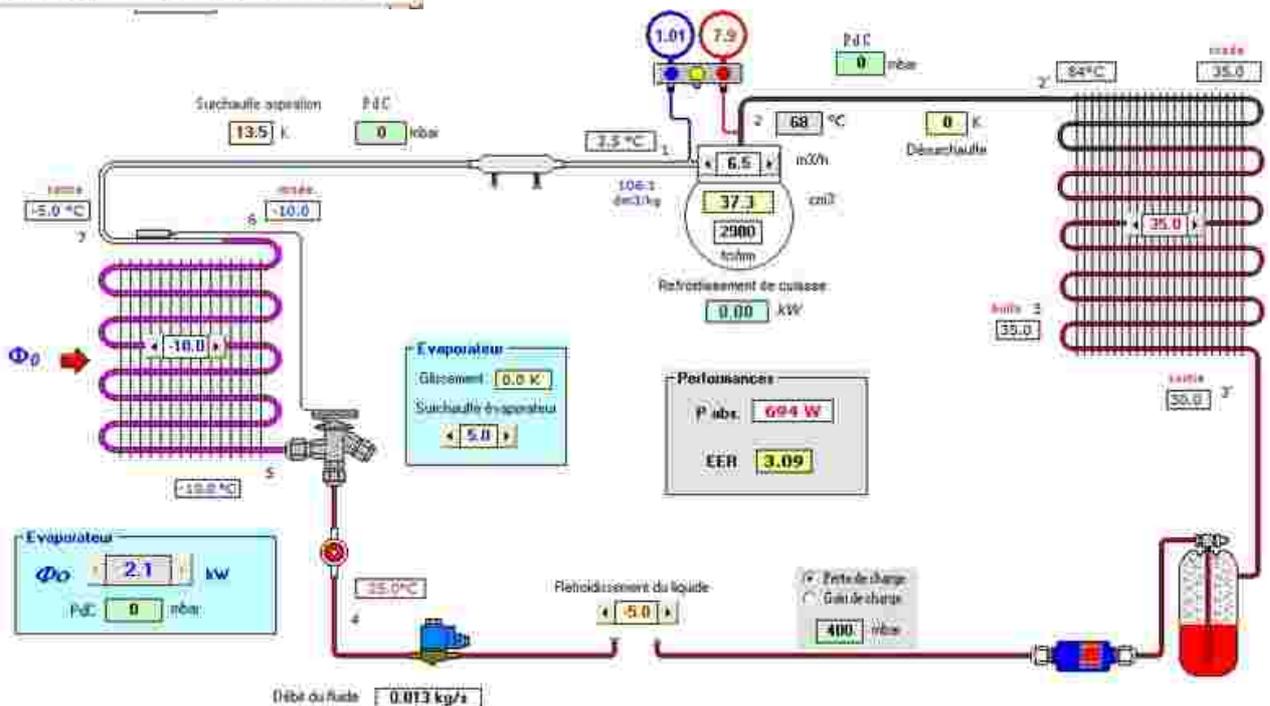
Quand la conduite liquide est soumise à une perte de charge et que cette conduite se réchauffe, une partie du liquide s'évapore et crée un phénomène appelé FLASH GAS préjudiciable pour le bon fonctionnement du détendeur.



Ajout de l'échangeur ELV

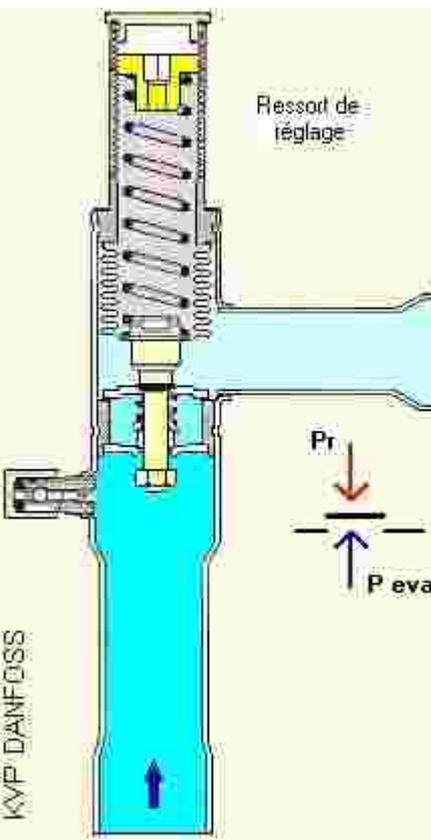
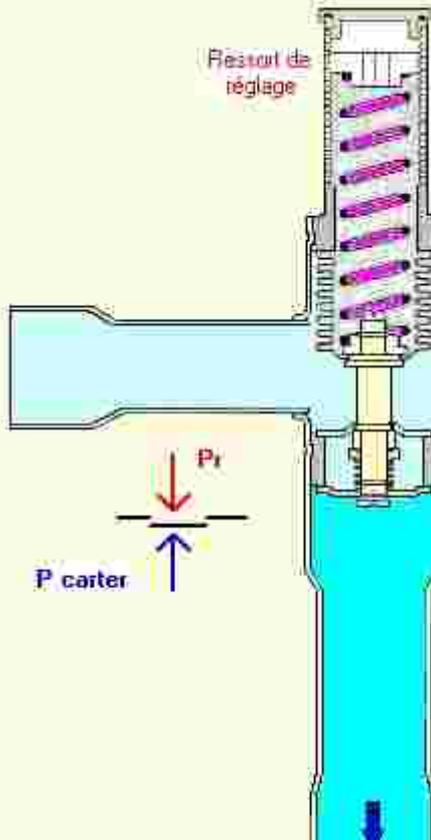
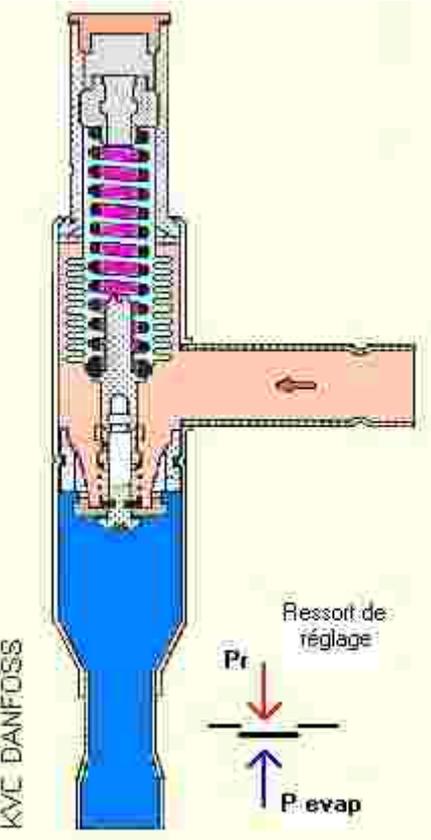


L'échangeur liquide vapeur ELV permet de refroidir le fluide et évite la formation de Flash Gas de façon à obtenir du liquide sous refroidi avant détente



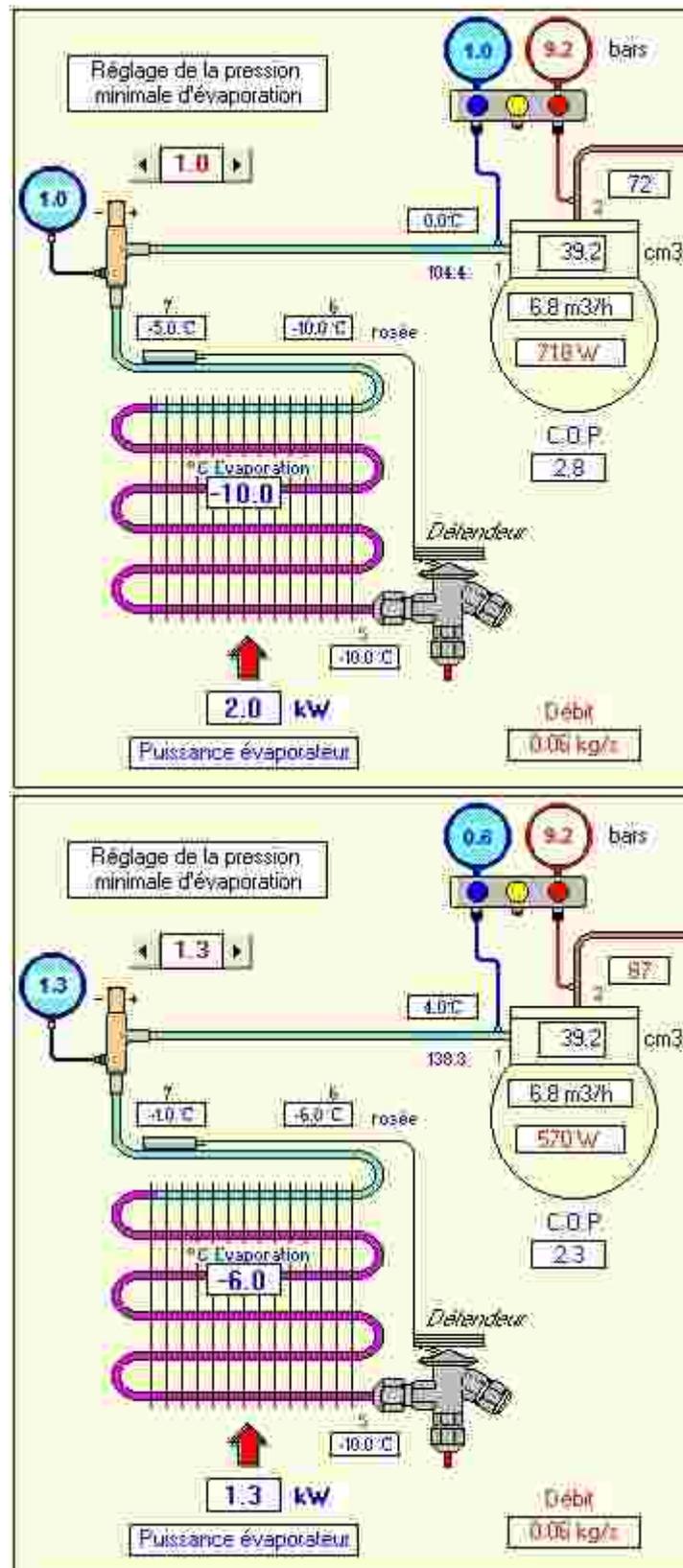
Simulateur

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



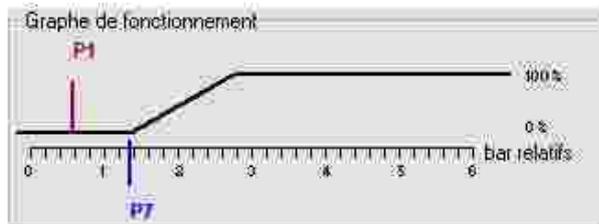
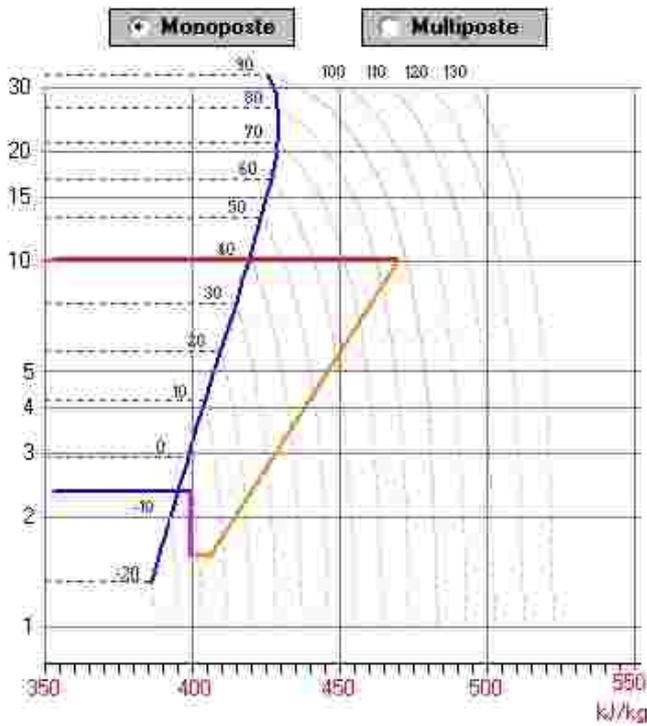
Simulateur

Régulateur de pression d'évaporateur

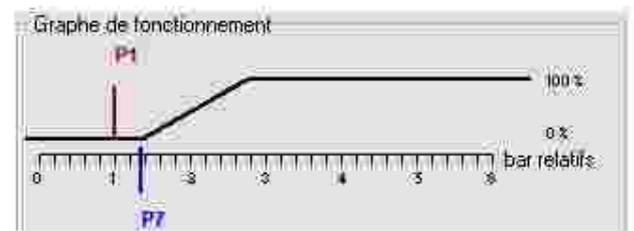
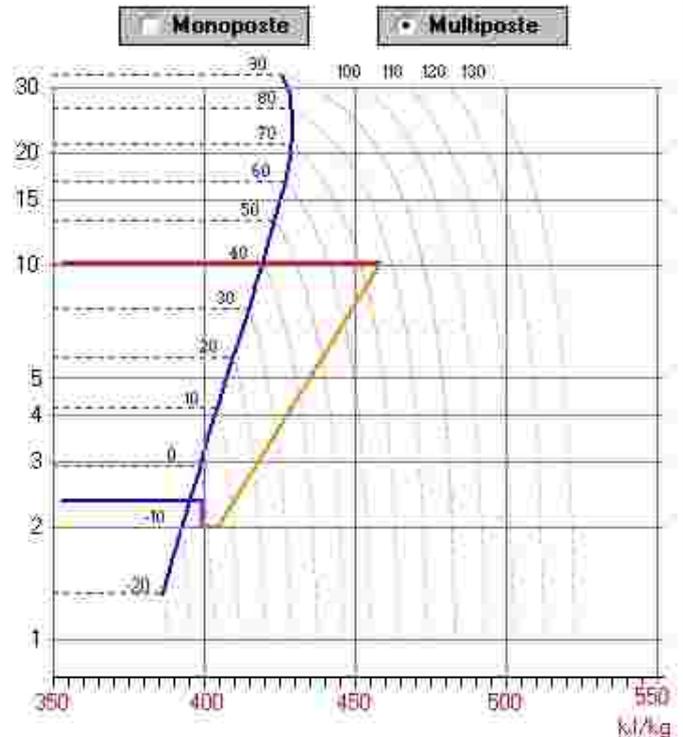
Dans le cas d'une installation à 1 poste de froid; la fermeture du régulateur entraîne une chute de la basse pression

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

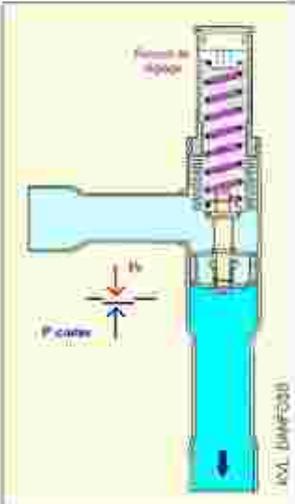


bars absolus



Régulateur de démarrage

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

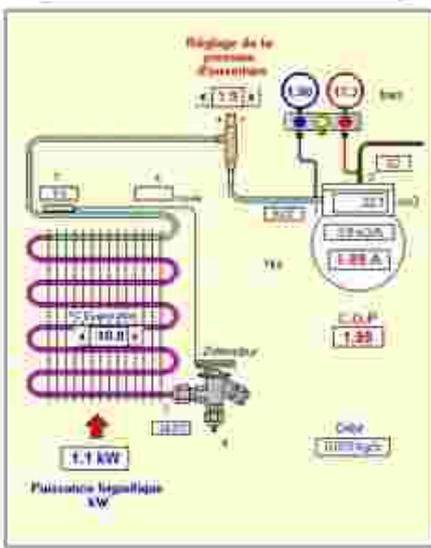


Le régulateur de pression de démarrage s'ouvre lorsque la pression du circuit est inférieure à la pression exercée par le ressort de réglage.

Le réglage du régulateur permet de limiter la puissance absorbée par le moteur lorsque la pression d'évaporateur est élevée.

À la fin de la simulation, appuyez sur le bouton de démarrage.

Simulation du régulateur de pression de démarrage

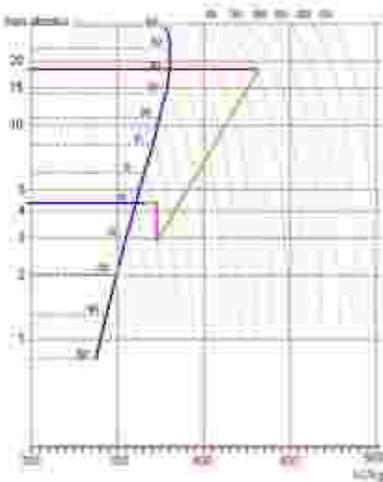


En modifiant le réglage de la valve de démarrage, observez l'impact sur la puissance absorbée et sur la puissance frigorifique produite à l'évaporateur.

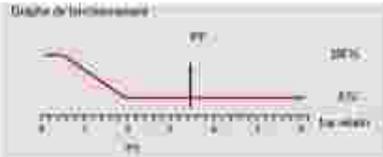
Pour que la valve de démarrage soit totalement ouverte, il faut que la pression d'évaporateur P_e soit inférieure à la pression de réglage.

Pression = 1.30 bar

6404A

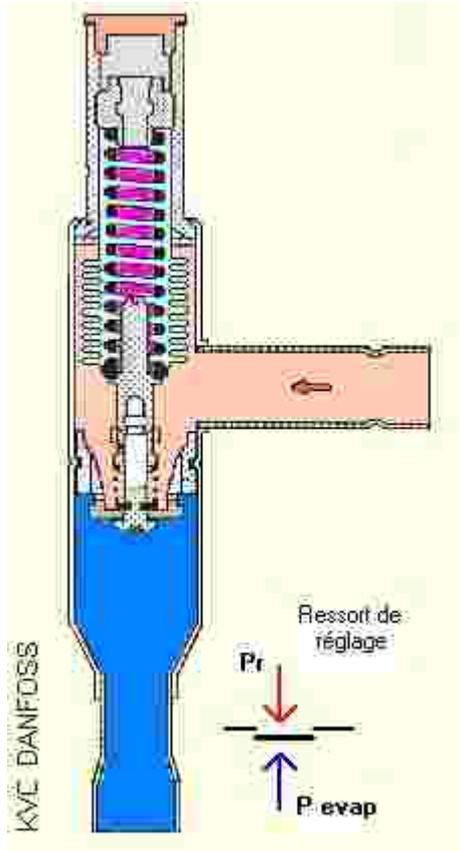


Graphique de la puissance :

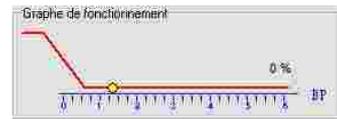
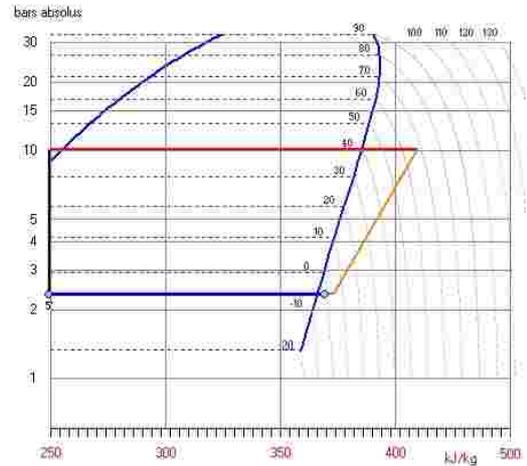


Régulateur de capacité

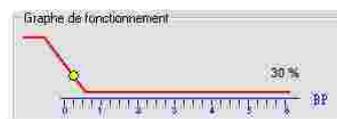
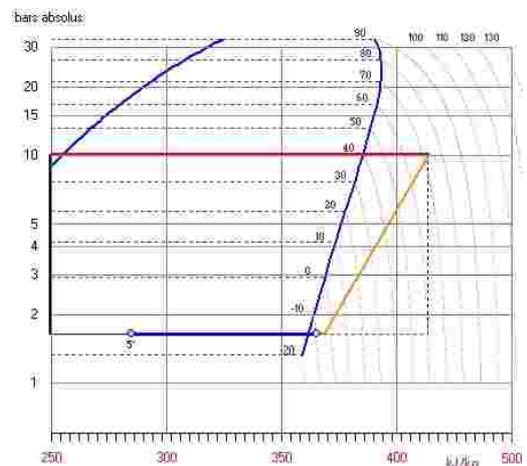
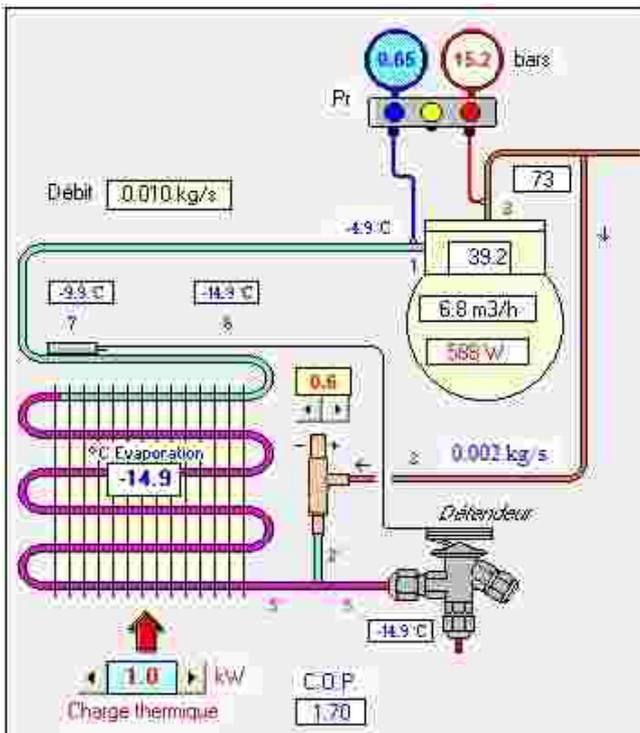
Dans les refroidisseurs de liquide de petite puissance, le volume balayé du compresseur est fixe et ne s'adapte pas à une chute de la charge thermique du refroidisseur, et aura pour conséquence la chute de la BP et le risque de gel de l'eau (pure). L'utilisation d'un régulateur de capacité va permettre 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 : $BP = P_{reg}$



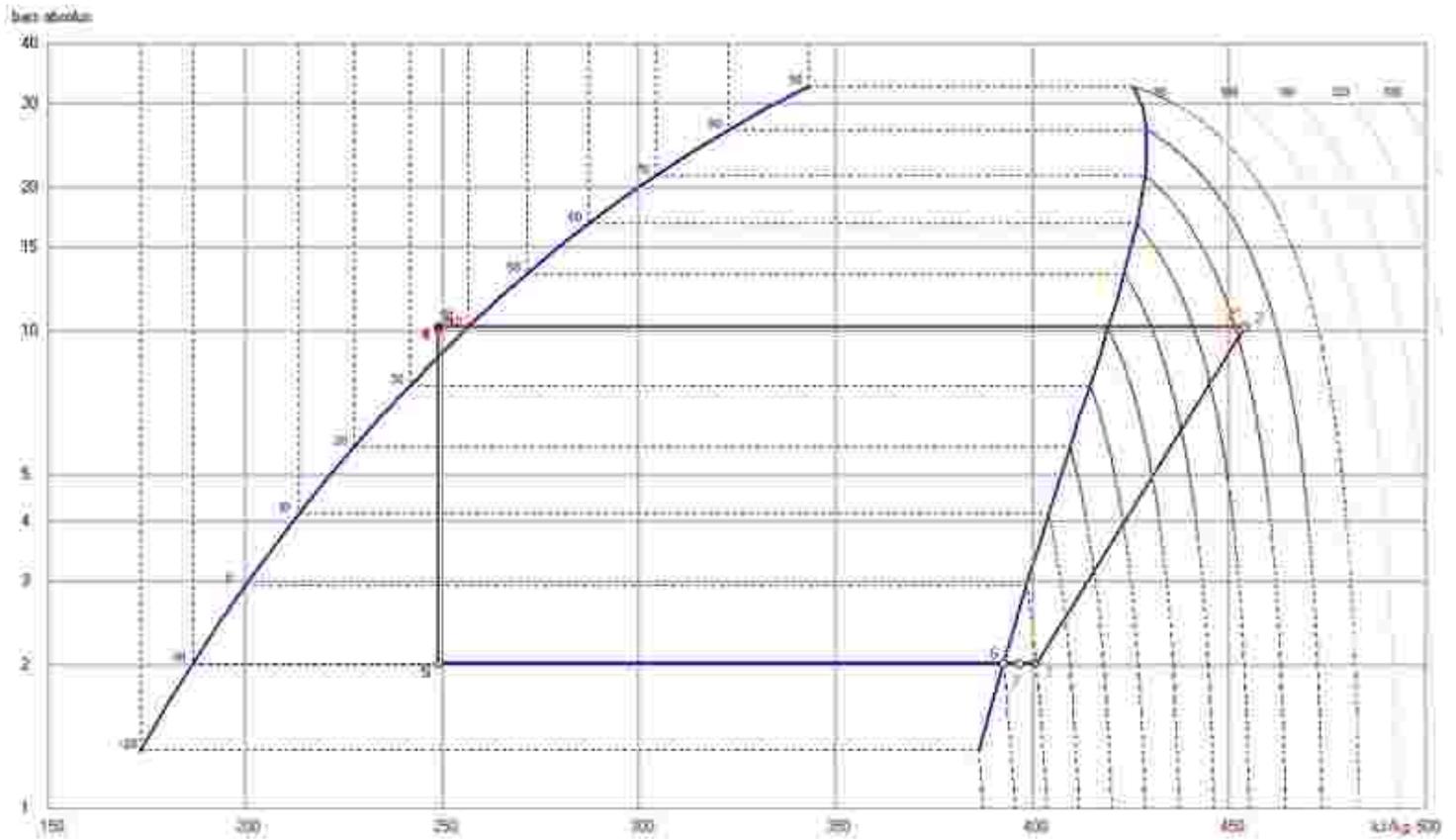
Simulateur

Graphiques



Les graphiques sont appelés par le menu déroulant ou les icones

Evolution du fluide



Simulateur

Evolution des grandeurs du circuit

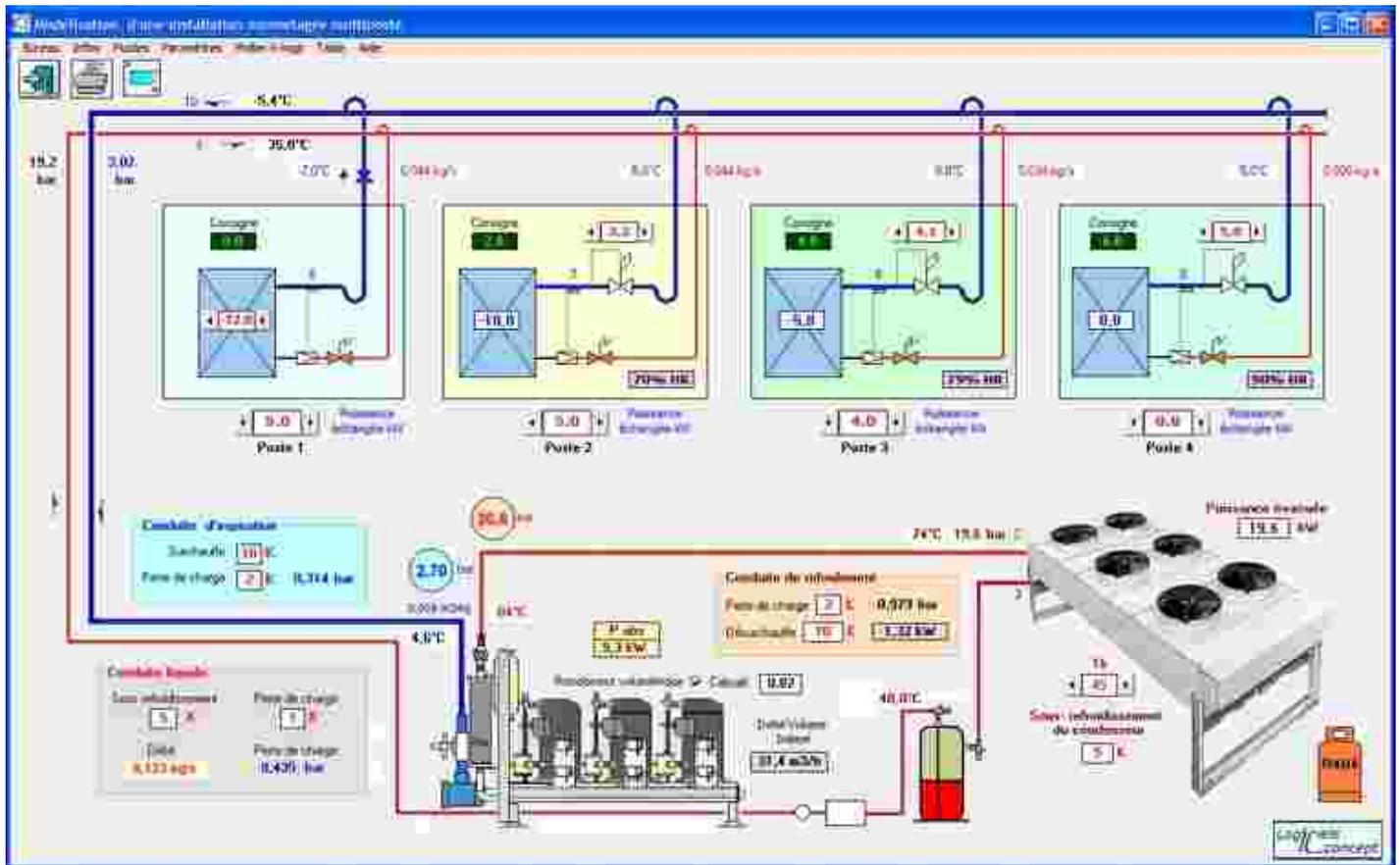
On peut représenter l'évolution théorique des différentes grandeurs :

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

MultiPostes - Vitesses de circulation dans les tuyauteries cuivre (100)

Débit de fluide dans les canalisations : 0,123 kg/s

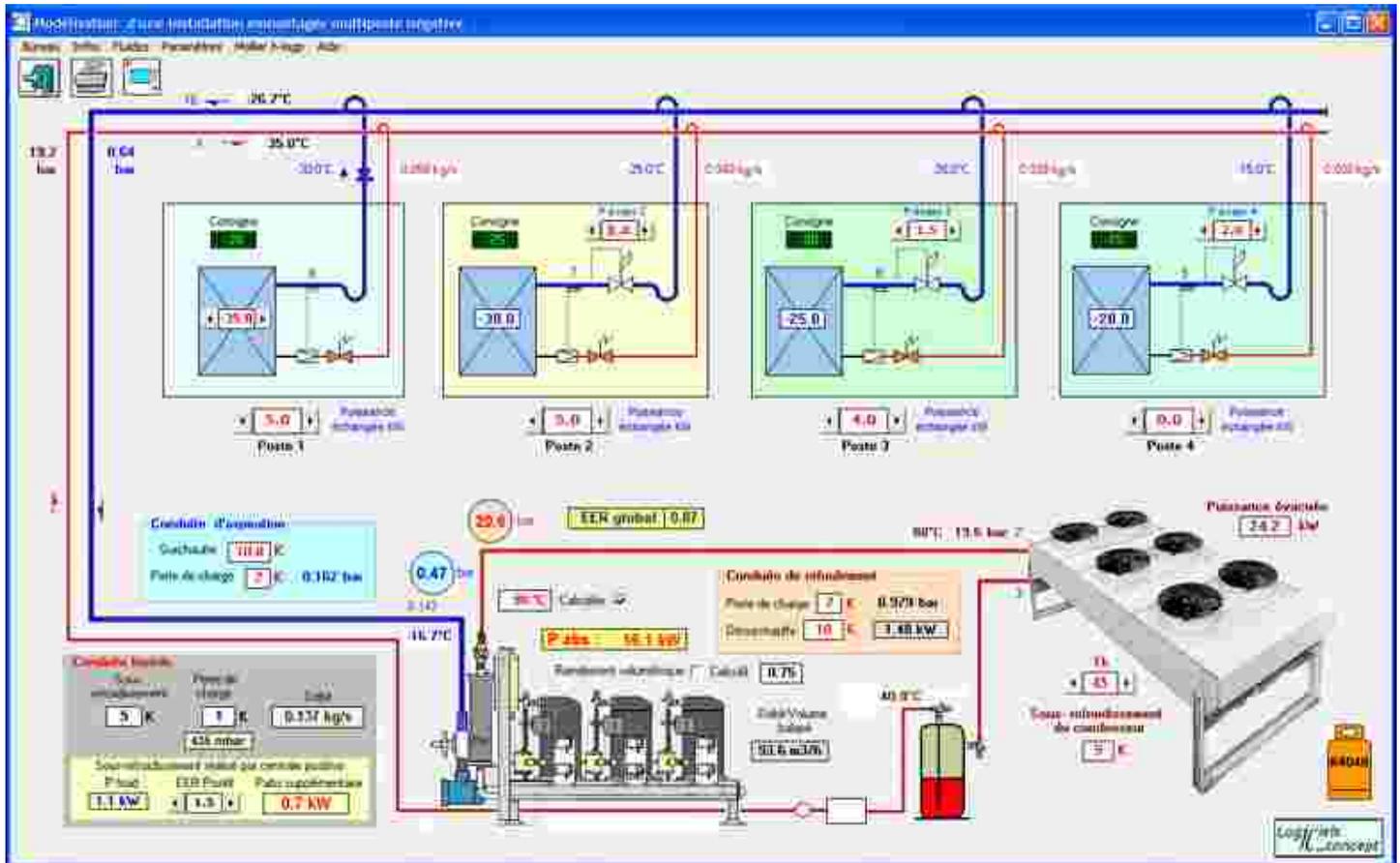
| Liquide | | Vapeur | |
|----------|-------|--------|-------|
| Tuyau Cu | V m/s | Cu | V m/s |
| 1/4 | 5,3 | 1,3/E | 5,3 |
| 3/8 | 3,2 | 1,5/E | 5,3 |
| 1/2 | 1,8 | 2 1/8 | 3,6 |
| 5/8 | 0,7 | 2 3/8 | 2,2 |
| 3/4 | 0,5 | 3 1/8 | 1,6 |
| 7/8 | 0,3 | 3 5/8 | 1,2 |
| 1 1/8 | 0,2 | 4 1/8 | 0,9 |
| 1 3/8 | 0,1 | 5 1/8 | 0,6 |

0,3 m³/mkg < 1 m/s V bois: 4 à 8 m/s V verif: 0 à 2 m/s

Logiciels concept

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.

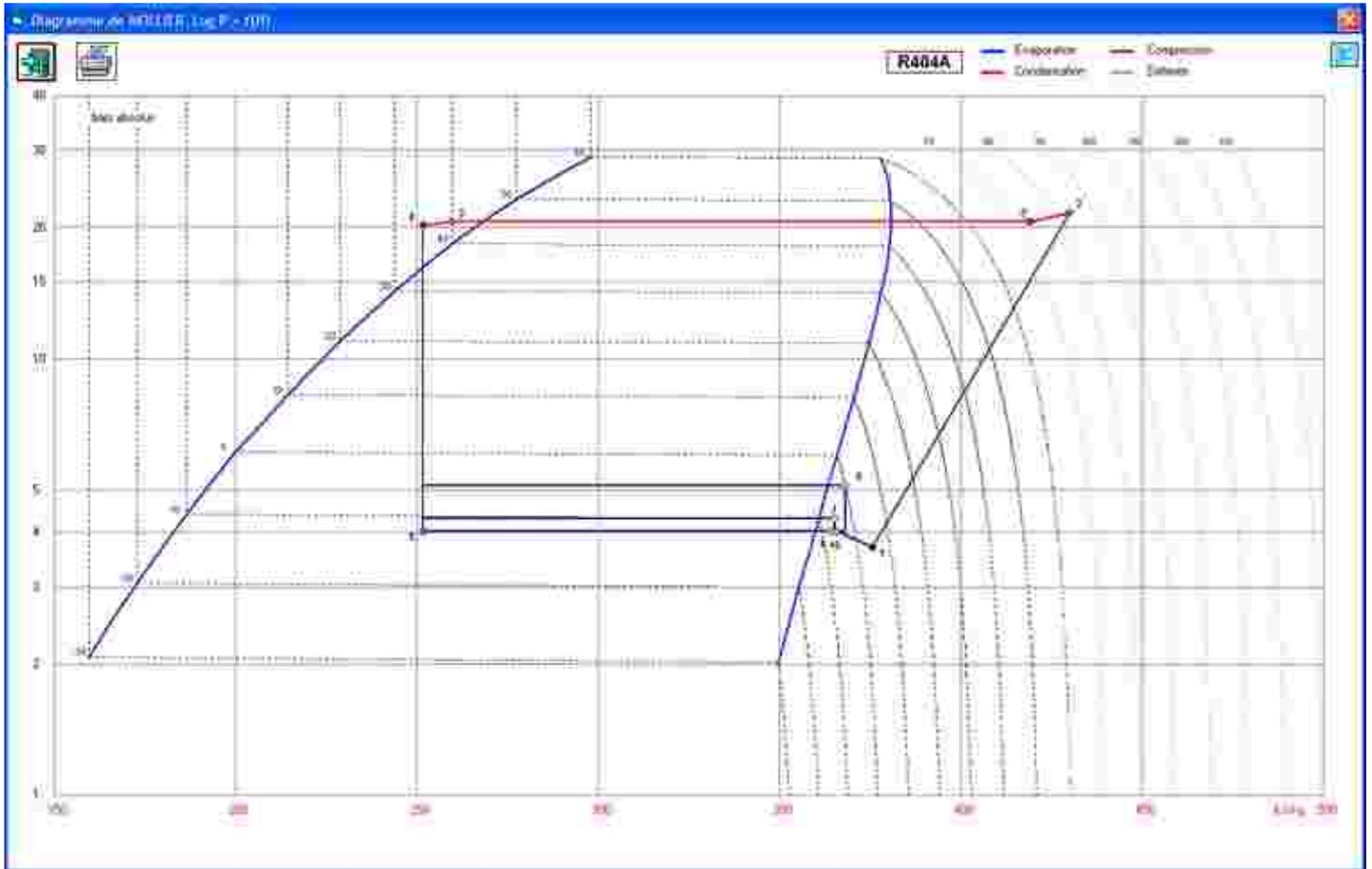
Cette simulation montre l'intérêt du sous-refroidissement de la conduite liquide par une installation frigorifique différente ayant un meilleur EER.

Conduite liquide

| Sous-refroidissement | Perte de charge | Débit |
|--|-----------------|----------------------|
| 5 K | 1 K | 0.137 kg/s |
| 435 mbar | | |
| Sous-refroidissement réalisé par centrale positive | | |
| P froid | EER Positif | P abs supplémentaire |
| 1.1 kW | 1.5 | 0.7 kW |

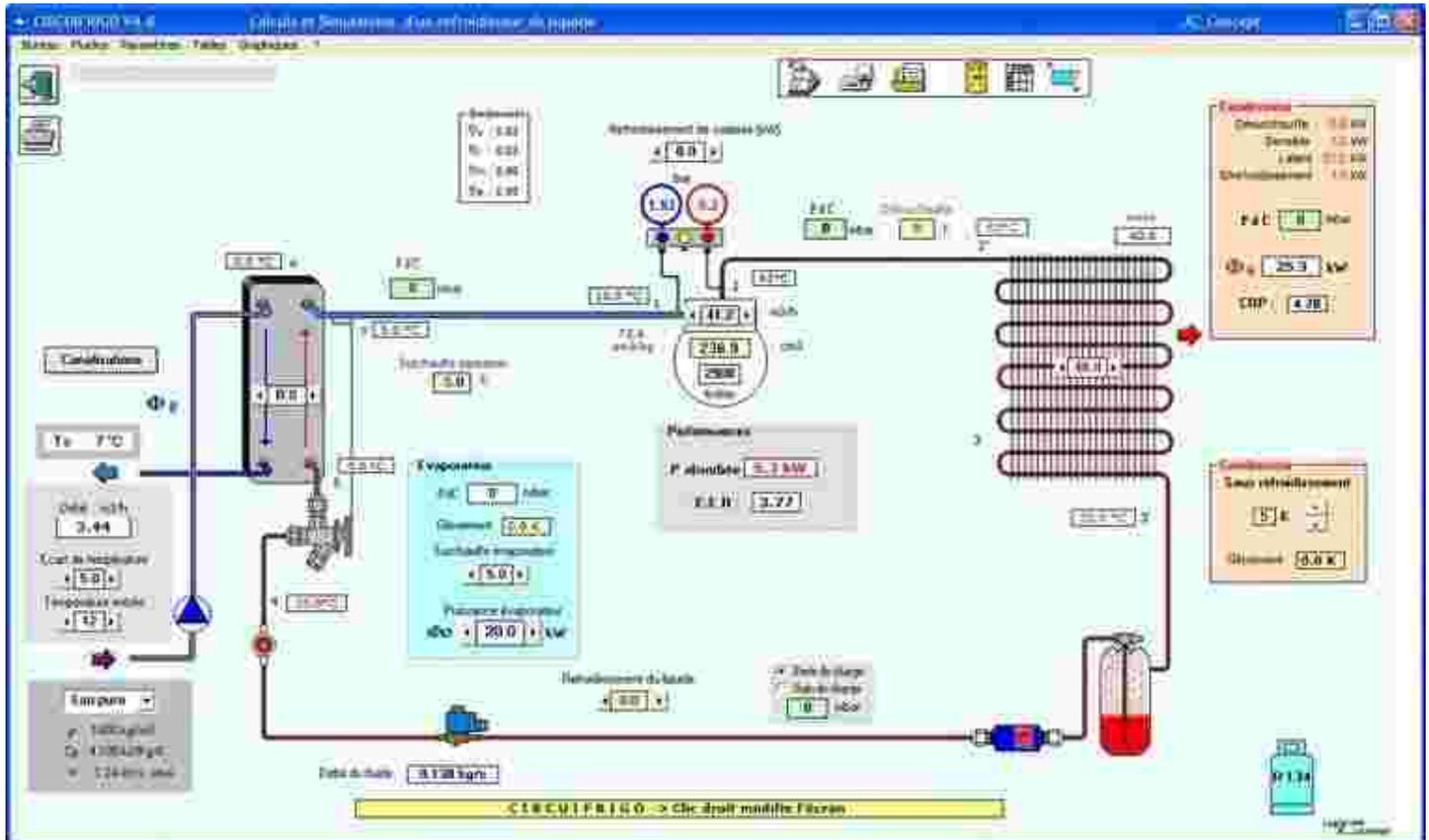
Multiposte

Multiposte graphiques



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

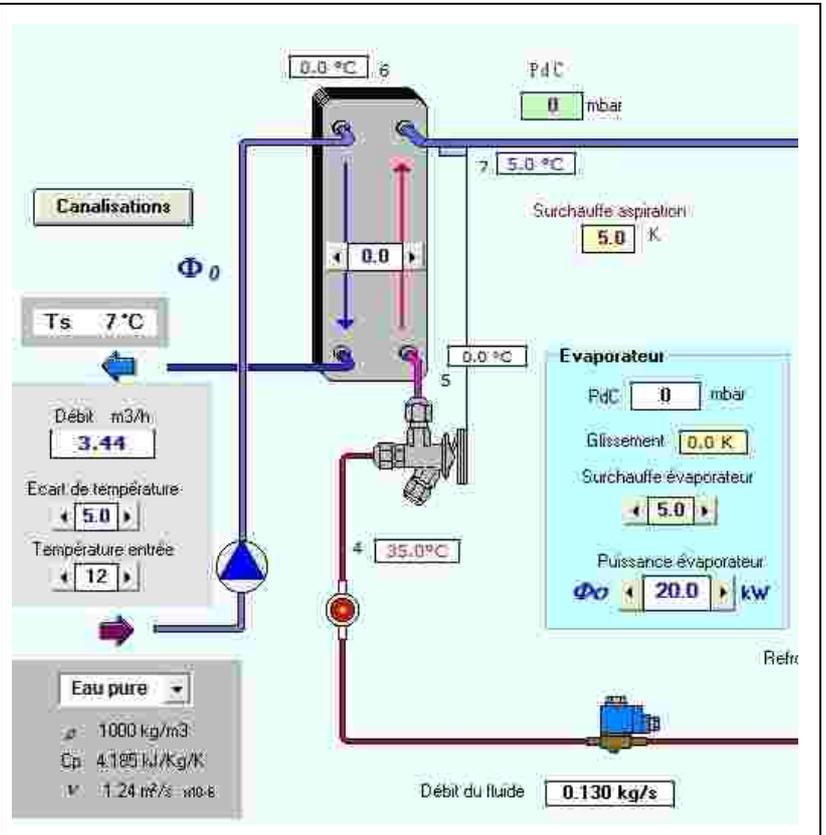
Refroidisseur de liquide



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

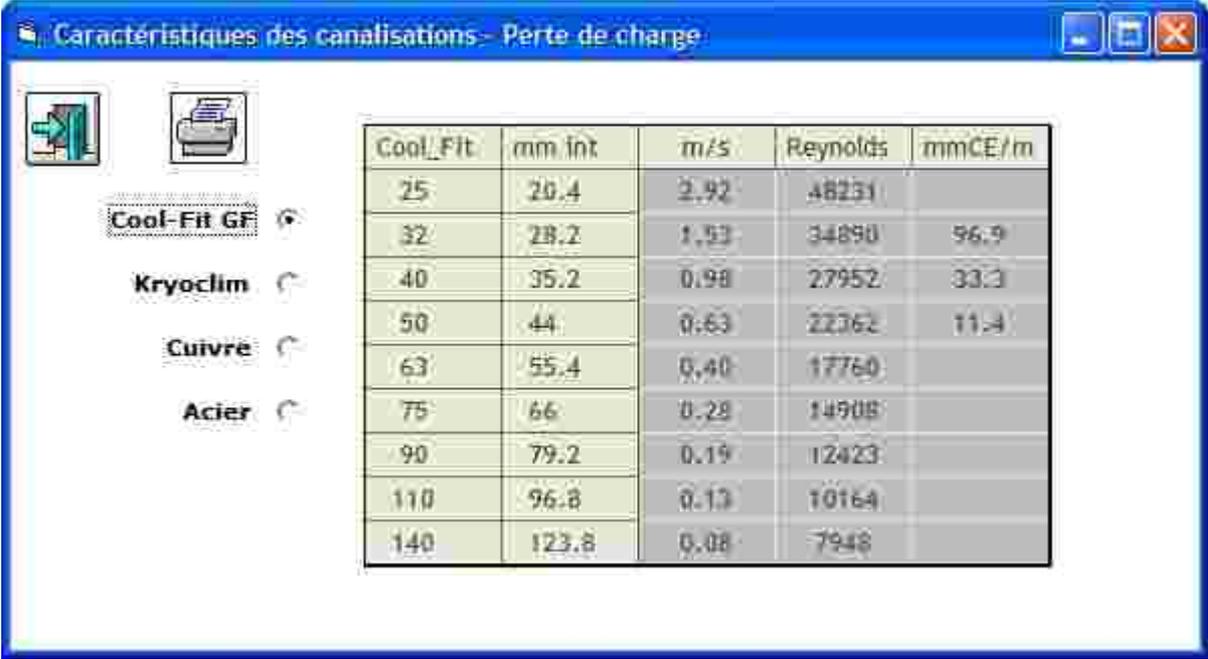
Circuit refroidisseur

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



Refroidisseur de liquide

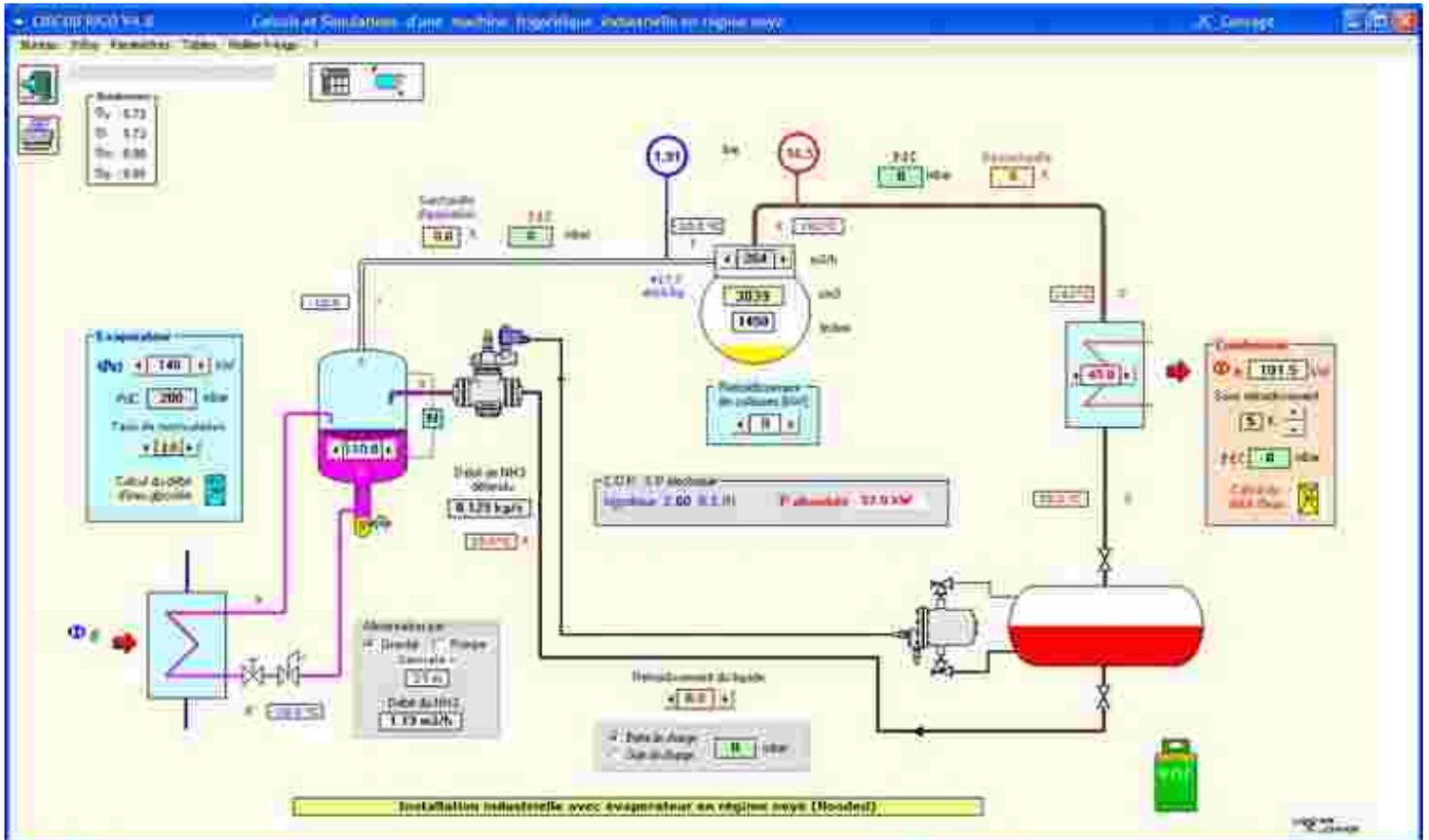
sélection de la tuyauterie



| 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 | |

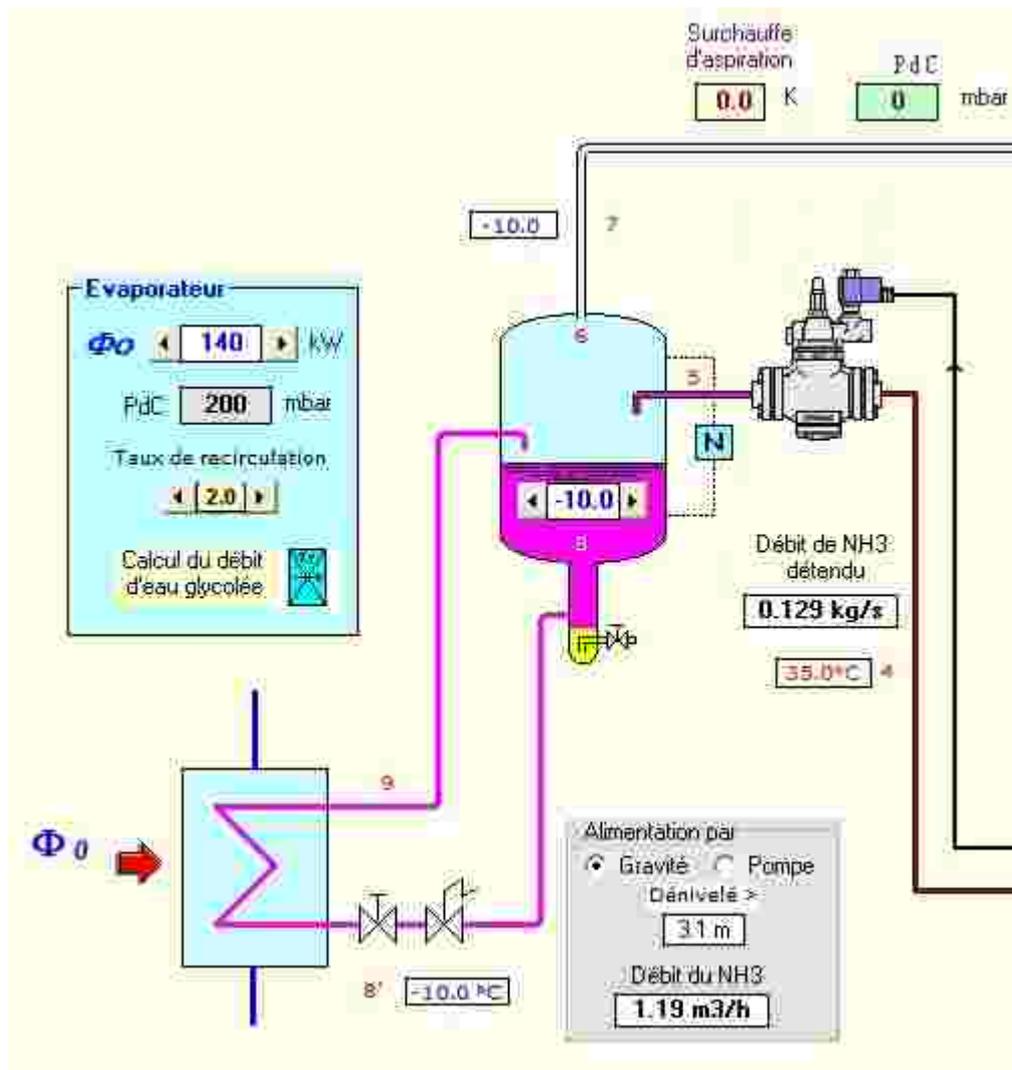
Le bouton **Canalisations** calcule en fonction des différents matériaux et du diamètre de la tuyauterie la vitesse et le nombre de Reynolds. La perte de charge est donnée pour les canalisations utilisables.

Refroidisseur industriel ammoniac



Refroidisseur industriel ammoniac

Circuit BP



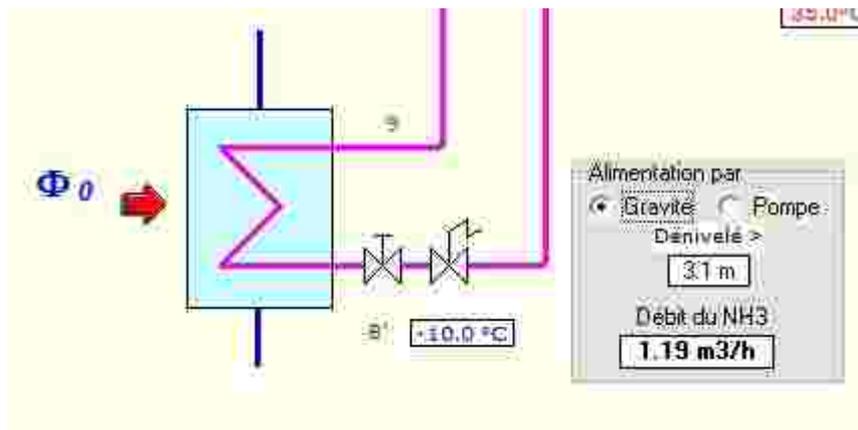
Le schéma du circuit BP représente un évaporateur alimenté en régime noyé à partir d'un séparateur de liquide BP avec injection totale.

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.

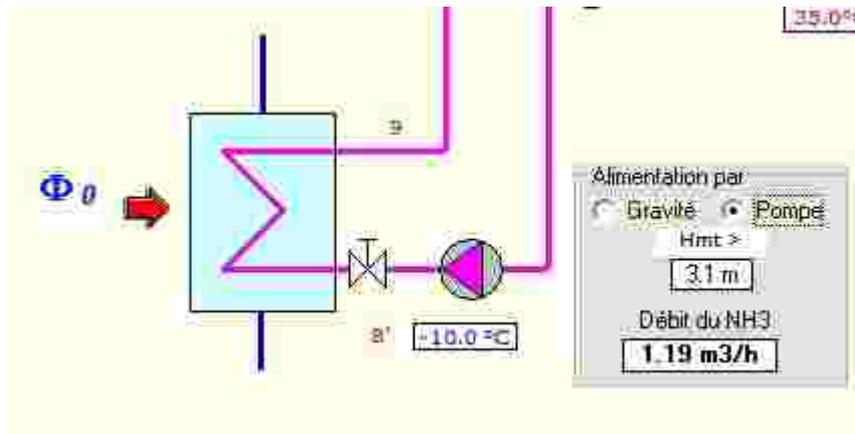
Refroidisseur industriel ammoniac

Alimentation par gravité

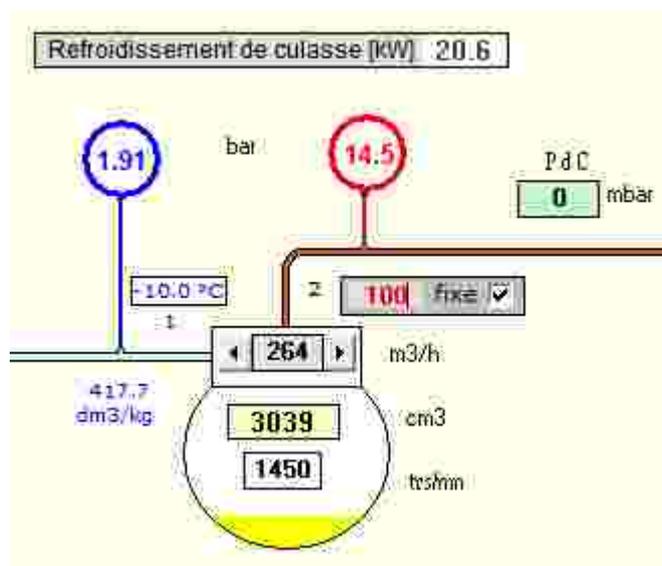


Alimentation par pompe

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



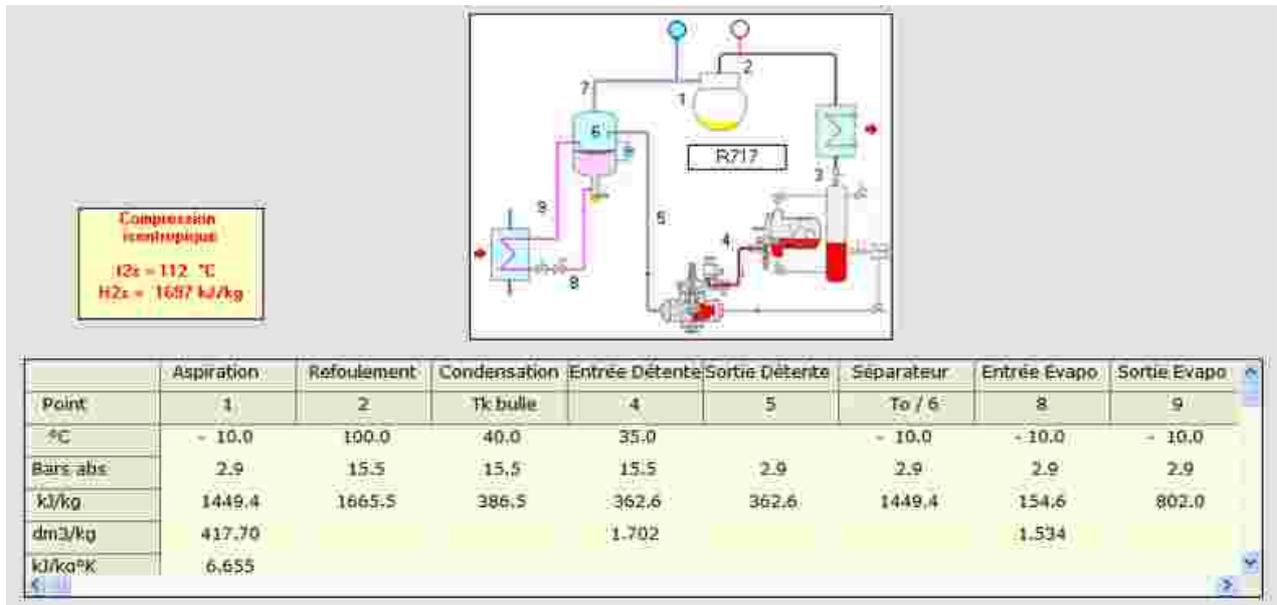
Refroidisseur de culasse



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

