

THERMOPTIM®

PRISE EN MAIN

EXEMPLE D'UNE INSTALLATION

DE

CONDITIONNEMENT D'AIR

VERSIONS JAVA 1.3 ET SUPERIEURES

© R. GICQUEL SEPTEMBRE 2013

SOMMAIRE

PRISE EN MAIN DE THERMOPTIM	3
INSTALLATION DE CONDITIONNEMENT D'AIR	3
<i>Principe de l'installation et données du problème</i>	<i>3</i>
<i>Conditions de soufflage.....</i>	<i>4</i>
<i>Propriétés du mélange (air extérieur / air recyclé).....</i>	<i>5</i>
<i>Traitement de l'air.....</i>	<i>6</i>
<i>Représentation sur diagramme psychrométrique.....</i>	<i>8</i>

© R. GICQUEL 1997 - 2013. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans autorisation est illicite, et constitue une contrefaçon sanctionnée par le Code de la propriété intellectuelle.

Avertissement : les informations contenues dans ce document peuvent faire l'objet de modifications sans préavis, et n'ont en aucune manière un caractère contractuel.

PRISE EN MAIN DE THERMOPTIM

L'objectif de cette notice est de permettre à un utilisateur de se familiariser rapidement (en moins d'une demi-heure) avec THERMOPTIM, en utilisant les éléments de base du progiciel. Une fois cette prise en main effectuée, il devient plus facile d'aborder l'étude de problèmes plus complexes.

Pour de plus amples explications, on se reportera au manuel de référence du progiciel.

installation de conditionnement d'air

Principe de l'installation et données du problème

L'installation que nous allons étudier correspond par exemple à un grand bâtiment comme un aéroport, situé dans un endroit chaud et humide, et que l'on désire climatiser. Pour cela, on dispose d'un circuit de ventilation qui permet de souffler de l'air en différents endroits du bâtiment. Pour des raisons d'hygiène, il est nécessaire de renouveler l'air, mais une partie peut cependant être recyclée, ce qui permet de réduire les besoins de climatisation.

On recycle donc une partie de l'air intérieur, que l'on mélange à de l'air extérieur. Ce mélange doit être traité avant d'être injecté dans le circuit de ventilation, afin que son état corresponde aux conditions de soufflage. Celles-ci sont calculées de telle sorte que soient évacuées les charges thermiques internes et externes, ainsi que la quantité d'eau correspondant aux apports internes. De plus, pour des questions d'hygiène et de confort, la température de soufflage ne doit généralement pas être inférieure à une certaine valeur.

Un traitement possible de l'air mélangé consiste à le refroidir en condensant l'eau en excédent jusqu'à obtenir l'humidité spécifique correspondant aux conditions de soufflage, puis à le réchauffer jusqu'à la température de soufflage. Il en existe d'autres, mais c'est celle-ci qui sera présentée ici.

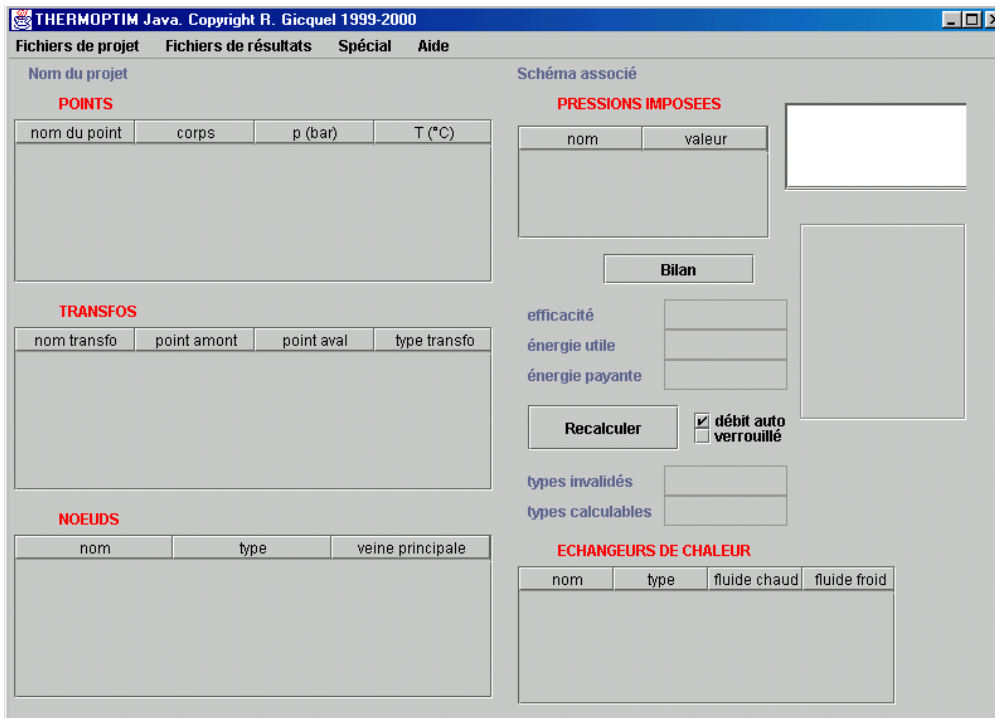
On cherche à maintenir l'ambiance intérieure d'un bâtiment à la température de 24 °C et une humidité relative égale à 50 %. Les conditions climatiques extérieures sont les suivantes : température égale à 30 °C, et humidité relative de 80 %. Il faut évacuer des apports thermiques internes et externes d'une puissance de 162,6 kW, ainsi qu'une quantité d'eau égale à 60 kg/h, soit 0,01667 kg/s.

Sachant que, pour des questions d'hygiène et de confort, la température de soufflage ne doit pas être inférieure à 14 °C, et que la proportion d'air recyclé ne doit pas dépasser 70 %, le but de l'exercice est de déterminer :

- les conditions de soufflage
- un dispositif de traitement du mélange air extérieur/air recyclé.

Dans cet exemple, nous ne pouvons pas nous servir de l'éditeur de schémas, étant donné que les transfo humides n'y sont pas représentées pour le moment. Il faut donc travailler directement dans l'environnement du simulateur.

Lorsque vous lancez ThermoOptim, l'écran suivant s'affiche :



Commencez par nommer le nouveau projet, en l'appelant par exemple "climatisation". Pour cela, tapez Ctrl N ou activez la ligne "Nouveau projet" du menu Fichiers de projet, puis entrez le nom.

Dans ce qui suit, tous les points partageront le même gaz sec, l'air, et la même pression, 1 atm.

Conditions de soufflage

Commencez par créer deux points intitulés "air intérieur" et "air extérieur", en imposant leurs températures et humidités relatives respectives, ainsi qu'un troisième point, intitulé "soufflage", avec comme température 14 °C.

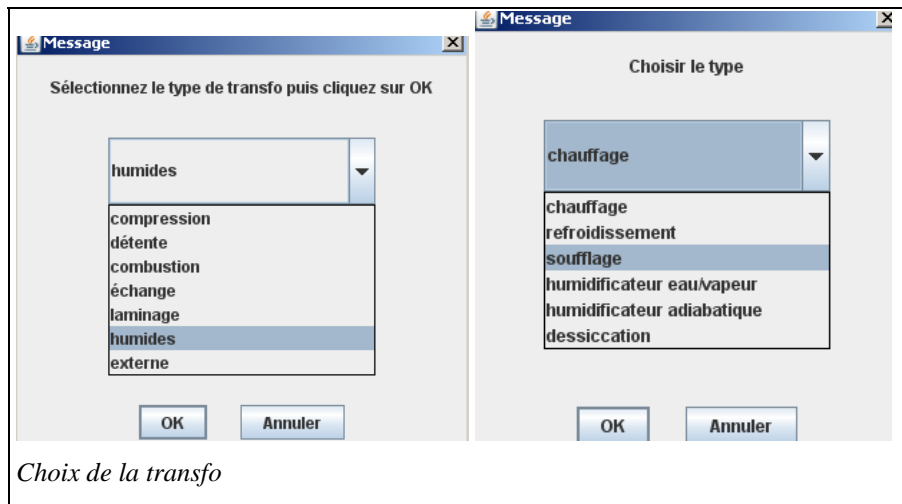
Pour cela, double-cliquez dans le bandeau de la table des points, entrez les noms du point et du corps. Pour ce dernier, vous pouvez soit le sélectionner dans la liste des corps de la base, qui s'affiche si vous double-cliquez dans le champ du nom, ou l'entrer directement vous-même. Dans ce dernier cas, il faut que vous tapiez un retour à la ligne à la suite du nom, pour que ThermoOptim sache que la saisie est terminée.

Entrez alors les valeurs de la température et de la pression, et calculez alors le point, puis sélectionnez l'onglet "Gaz humides", et entrez soit l'humidité spécifique w si vous la connaissez, soit l'humidité relative ϵ . Selon le cas, cliquez alors sur "imposer w " ou "imposer ϵ ", pour que les propriétés humides du point soient calculées.

Pour le premier point, par exemple, vous obtenez le résultat suivant :
Ensuite, créez une transfo humide de type soufflage, reliant les points "air intérieur" et "soufflage".

Pour cela, double-cliquez dans le bandeau de la table des transfos, et sélectionnez « humides » dans la liste des transfos disponibles, ce qui vous donne accès à une deuxième liste. Sélectionnez « soufflage ».

Une fois que la transfo apparaît, double-cliquez dans le champ situé sous « point amont », et sélectionnez « air intérieur » dans la liste des points existants.



Répétez l'opération pour le point aval, et sélectionnez « soufflage » comme point.

Entrez ensuite les valeurs des charges thermique et hydrique dans le cadre approprié, avec un signe négatif car il s'agit de charges à évacuer, et choisissez le mode de calcul "Calculer les conditions de soufflage, la température de soufflage étant connue", puis cliquez sur "Calculer".

transfo : soufflage type : humides

type énergie : autre débit imposé liens Supprimer Fermer

débit masse de gaz sec : 11,98321905 système fermé observée

système ouvert

point amont : air intérieur afficher Delta Q' : -164,28 Calculer

T (°C) : 24 type : soufflage

p (bar) : 1,0133

h (kJ/kg) : -0,852 rapport de pente : 9 856,729185

w (kg/kg) : 0,005078474 charge hydrique : -0,0166667

charge thermique : -162,6

point aval : soufflage afficher

T (°C) : 14

p (bar) : 1,0133

h (kJ/kg) : -10,87

w (kg/kg) : 0,00790082

Calculer les conditions de soufflage, le débit de gaz sec étant connu

Calculer les conditions de soufflage, la température de soufflage étant connue

La transfo est calculée. Le débit de soufflage est déterminé, ainsi que l'humidité du point "soufflage".

Propriétés du mélange (air extérieur / air recyclé)

La première étape du traitement de l'air consiste à calculer les propriétés du mélange (air extérieur / air recyclé), qui sera ensuite refroidi. Le calcul du mélange se fait dans un nœud particulier, appelé mélangeur humide. Comme tous les nœuds, sa définition comporte deux parties : la veine principale et les branches.

point : soufflage liens

corps : air afficher Dupliquer Sauver

mélange externe Supprimer Fermer

Système ouvert (T,P,h) Système fermé (T,v,u) Mélanges humides

imposer w imposer epsi valeurs spécifiques (rapportées à 1 kg de gaz sec)

imposer l'humidité du gaz

w (kg/kg) : 0,00790081811 q' (kJ/kg) : 33,9941

epsi : 0,795527509 v (m3/kg) : 0,8239824

condensats : 0 t' (°C) : 11,9979

p (bar) : 1,01325 tr (°C) : 10,523

T (°C) : 13,99999488

Point « soufflage »

Commencez par créer la transfo humide de type refroidissement dans laquelle il débouche. Créez pour cela deux nouveaux points, appelés "air mélangé" et "air refroidi", connectez-les en amont et aval de cette transfo, qui devient la veine principale. Construisez ensuite deux transfo-points associées aux points "air extérieur" (débit 0,3) et "air intérieur" (débit 0,7), et connectez les comme branches du mélangeur.

Une fois le mélangeur construit, vous pouvez le calculer :

nom transfo	m abs	T (°C)	H
débit extérieur	0,3	30	5,16
débit intérieur	0,7	24	-0,852

L'état du point que vous obtenez en sortie du mélangeur est le suivant :

valeurs spécifiques (rapportées à 1 kg de gaz sec)	
w (kg/kg)	0,0130016927
epsi	0,624768512
condensats	0
p (bar)	1,0133
T (°C)	25,80019531
q' (kJ/kg)	58,998
v (m3/kg)	0,864746
t' (°C)	20,5463
tr (°C)	18,092

Traitement de l'air

Le problème consiste maintenant à savoir comment traiter l'air de mélange (25,8 °C, w = 0,013) pour obtenir les conditions de soufflage (14 °C, w = 0,00792).

Une solution consiste à le refroidir jusqu'à ce que son humidité spécifique soit égale à celle de l'air de soufflage, puis à le réchauffer pour obtenir la température désirée.

Imposez w = 0,00792 comme humidité spécifique de l'air refroidi, puis choisissez dans la transfo "refroidissement" une température de surface de batterie froide réaliste (par exemple 7 °C), prenez comme débit le débit de soufflage calculé précédemment, sélectionnez le mode de calcul approprié pour que THERMOPTIM recherche l'efficacité de batterie requise, et calculez la transfo.

Vous obtenez les résultats suivants : la température de l'air refroidi est égale à 11,73 °C, et l'efficacité de la batterie froide à 75,1 %.

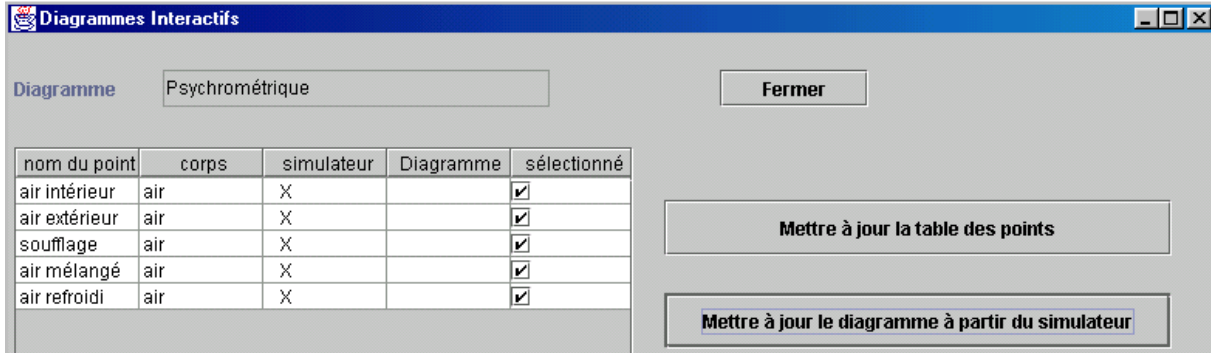
transfo	refroidissement	type	humides	<	>	Sauver
type énergie	autre	<input checked="" type="checkbox"/> débit imposé	liens	Supprimer	Fermer	
point amont	air mélangé	débit masse de gaz sec	0,9871652	<input type="checkbox"/> système fermé	<input type="checkbox"/> observée	
	afficher	Delta Q'	-26,96	<input checked="" type="checkbox"/> système ouvert	Calculer	
T (°C)	25,8	type	refroidissement	rapport de pente	5 354,554508	
p (bar)	1,0133			eau mise en jeu	-0,005035404	
h (kJ/kg)	0,952			efficacité	0,750876691	
w (kg/kg)	0,01007773			température de surface °C	7	
point aval	air refroidi	afficher				
T (°C)	11,73					
p (bar)	1,0133					
h (kJ/kg)	-13,15					
w (kg/kg)	0,00790082					
						<input type="checkbox"/> Calculer la transfo, l'efficacité de la batterie froide étant connue
						<input checked="" type="checkbox"/> Calculer la transfo, l'humidité du point aval étant connue

Pour déterminer l'échauffement à fournir, il ne reste plus qu'à relier le point "air refroidi" et le point "soufflage" par une transfo humide de type chauffage, de même débit.

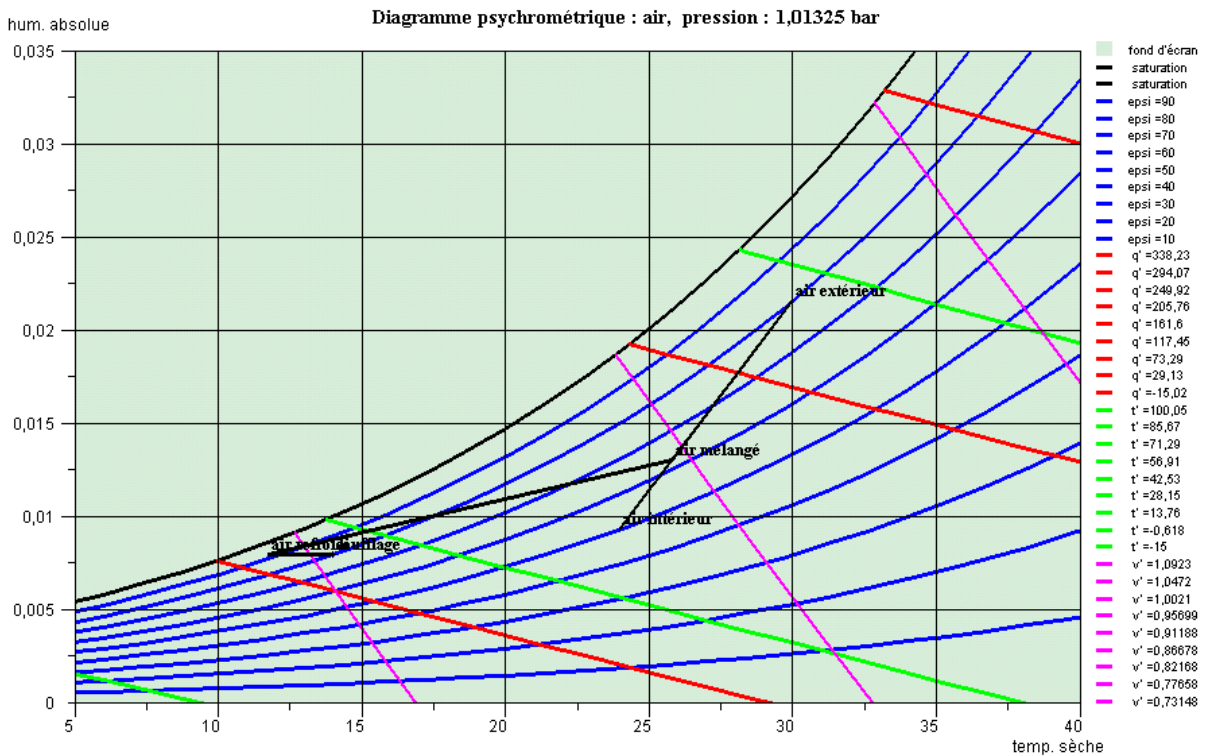
transfo	chauffage	type	humides	<	>	Sauver
type énergie	autre	<input checked="" type="checkbox"/> débit imposé	liens	Supprimer	Fermer	
point amont	air refroidi	débit masse de gaz sec	11,98322	<input type="checkbox"/> système fermé	<input type="checkbox"/> observée	
	afficher	Delta Q'	27,67	<input checked="" type="checkbox"/> système ouvert	Calculer	
T (°C)	11,73	type	chauffage	rapport de pente	-10 995 238 002,93	
p (bar)	1,0133			eau mise en jeu	0	
h (kJ/kg)	-13,15					
w (kg/kg)	0,00790082					
point aval	soufflage	afficher				
T (°C)	14					
p (bar)	1,0133					
h (kJ/kg)	-10,87					
w (kg/kg)	0,00790082					
						<input checked="" type="checkbox"/> Calculer la transfo, le point aval étant connu
						<input type="checkbox"/> Calculer le point aval, le Delta H et l'eau mis en jeu étant connus

Représentation sur diagramme psychrométrique

Retournez dans l'écran principal du projet "climatisation", et ouvrez le diagramme psychrométrique en passant par l'interface Diagrammes / Simulateur.



Mettez à jour la table des points, puis le diagramme à partir du simulateur. Choisissez enfin "Points reliés" dans le menu "Cycle". Vous obtenez le résultat suivant :



Le cycle de traitement de l'air est représenté sur le diagramme, l'air mélangé se trouvant comme il se doit sur la droite de mélange qui relie l'air intérieur et l'air extérieur.