

Démarrer avec ProSimPlus®

Cas 2 : Effectuez une analyse pincement

Software & Services In Process Simulation

We guide You to efficiency



ProSim

Introduction

L'analyse pincement (ou méthode du pincement) est une méthode permettant de minimiser la consommation énergétique des procédés en optimisant les transferts de chaleur entre les opérations unitaires.

Elle permet d'identifier les consommations minimales en utilités et répondre à la question suivante : y a-t-il des gains énergétiques potentiels ?

Cette analyse peut être effectuée en utilisant le module « Analyse pincement » dans ProSimPlus ou en utilisant le complément « Simulis Pinch » (fourni avec ProSimPlus) dans Excel.

Ce document présente les étapes à suivre afin d'effectuer les calculs dans ProSimPlus et dans Excel :

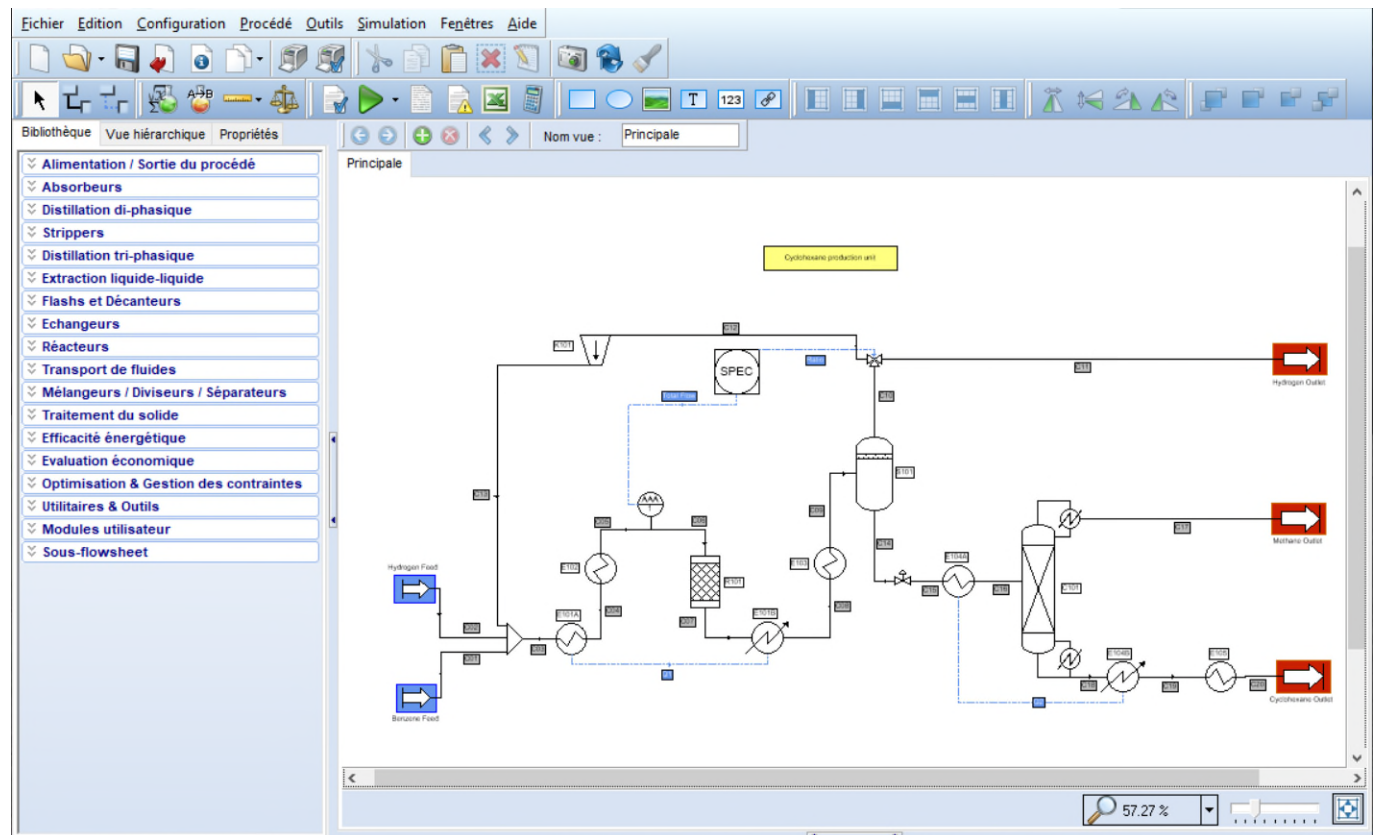
- Analyse pincement dans ProSimPlus
- Analyse pincement avec le complément Excel « Simulis Pinch »
- Pour aller plus loin...

Avant d'aborder ce chapitre, il est fortement recommandé de consulter « Démarrer avec ProSimPlus, Cas 1 » présentant les principales fonctionnalités de ProSimPlus.

1. Analyse pincement dans ProSimPlus

Ce document est basé sur l'exemple ProSimPlus « Unité de production de cyclohexane », disponible sur le site internet de ProSim (www.prosim.net).

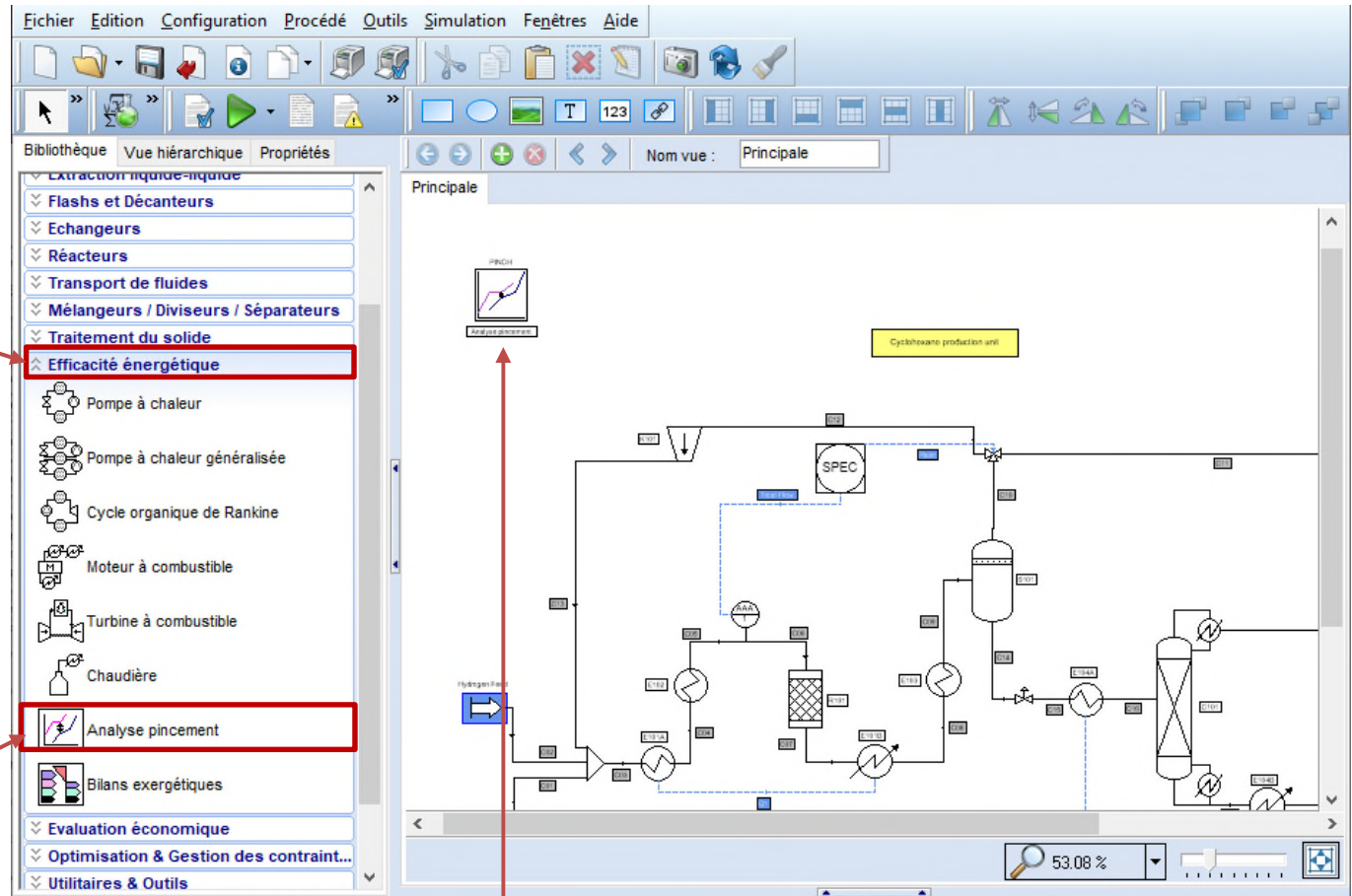
Ouvrez
l'exemple
ProSimPlus



1. Analyse pincement dans ProSimPlus

1. Cliquez sur l'onglet « Efficacité énergétique »

2. Sélectionnez le module « Analyse pincement »



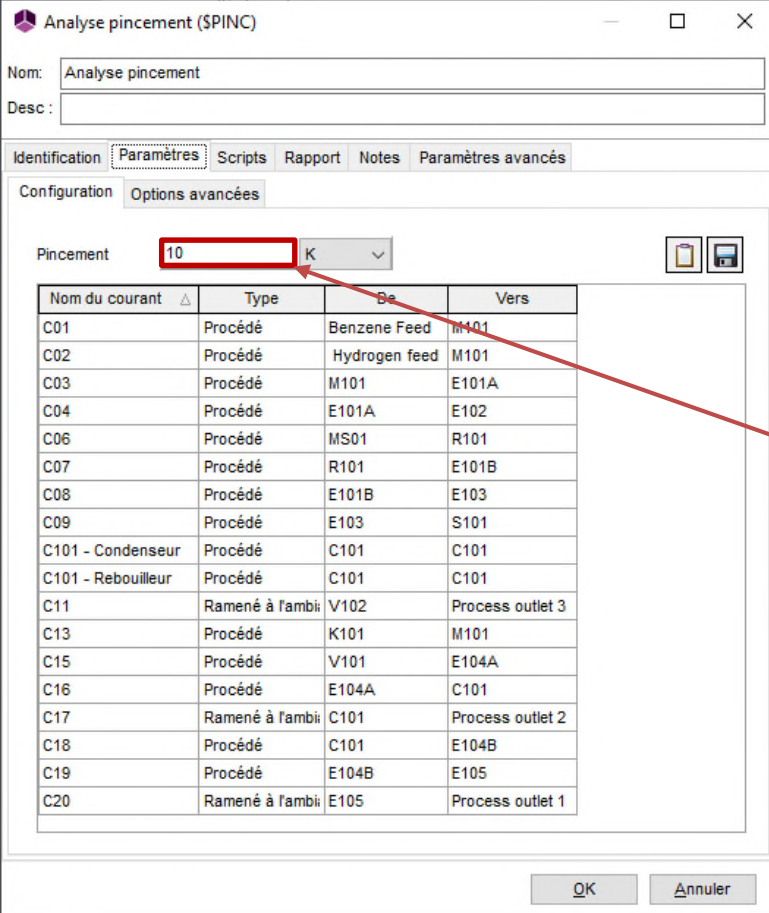
3. Déposez le module sur le flowsheet



Le module « Analyse pincement » récupère automatiquement les données nécessaires pour effectuer les calculs et n'a pas besoin d'être connecté aux autres modules du flowsheet.

1. Analyse pincement dans ProSimPlus

1. Double-cliquez sur le module « Analyse pincement » pour ouvrir la fenêtre de configuration



Nom: Analyse pincement

Desc :

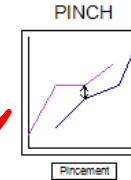
Identification Paramètres Scripts Rapport Notes Paramètres avancés

Configuration Options avancées

Pincement 10 K

Nom du courant	Type	De	Vers
C01	Procédé	Benzene Feed	M101
C02	Procédé	Hydrogen feed	M101
C03	Procédé	M101	E101A
C04	Procédé	E101A	E102
C06	Procédé	MS01	R101
C07	Procédé	R101	E101B
C08	Procédé	E101B	E103
C09	Procédé	E103	S101
C101 - Condenseur	Procédé	C101	C101
C101 - Rebouilleur	Procédé	C101	C101
C11	Ramené à l'ambi	V102	Process outlet 3
C13	Procédé	K101	M101
C15	Procédé	V101	E104A
C16	Procédé	E104A	C101
C17	Ramené à l'ambi	C101	Process outlet 2
C18	Procédé	C101	E104B
C19	Procédé	E104B	E105
C20	Ramené à l'ambi	E105	Process outlet 1

OK Annuler



Clic sur le module

2. Renseignez la valeur du pincement (10°C par défaut)



Une fois la fenêtre de configuration ouverte, cliquez sur « F1 » pour accéder à l'aide sur ce module.

1. Analyse pincement dans ProSimPlus

Tous les courants peuvent être « Typés » :

- Procédé
- Utilité chaude
- Utilité froide
- Intégré

Analyse pincement (SPINC)

Nom: Analyse pincement

Desc :

Identification Paramètres Scripts Rapport Notes Paramètres avancés

Configuration Options avancées

Pincement 10 K

Nom du courant	Type	De	Vers
C01	Procédé	Benzene Feed	M101
C02	Procédé	Hydrogen feed	M101
C03	Procédé	M101	E101A
C04	Procédé	E101A	E102
C06	Procédé	MS01	R101
C07	Procédé	R101	E101B
C08	Fluide utilité chaud	E101B	E103
C09	Fluide utilité froid	E103	S101
C101 - Condenseur	Procédé	C101	C101
C101 - Rebouilleur	Procédé	C101	C101
C11	Ignoré	V102	Process outlet 3
C13	Procédé	K101	M101
C15	Procédé	V101	E104A
C16	Procédé	E104A	C101
C17	Ignoré	C101	Process outlet 2
C18	Procédé	C101	E104B
C19	Procédé	E104B	E105
C20	Ignoré	E105	Process outlet 1

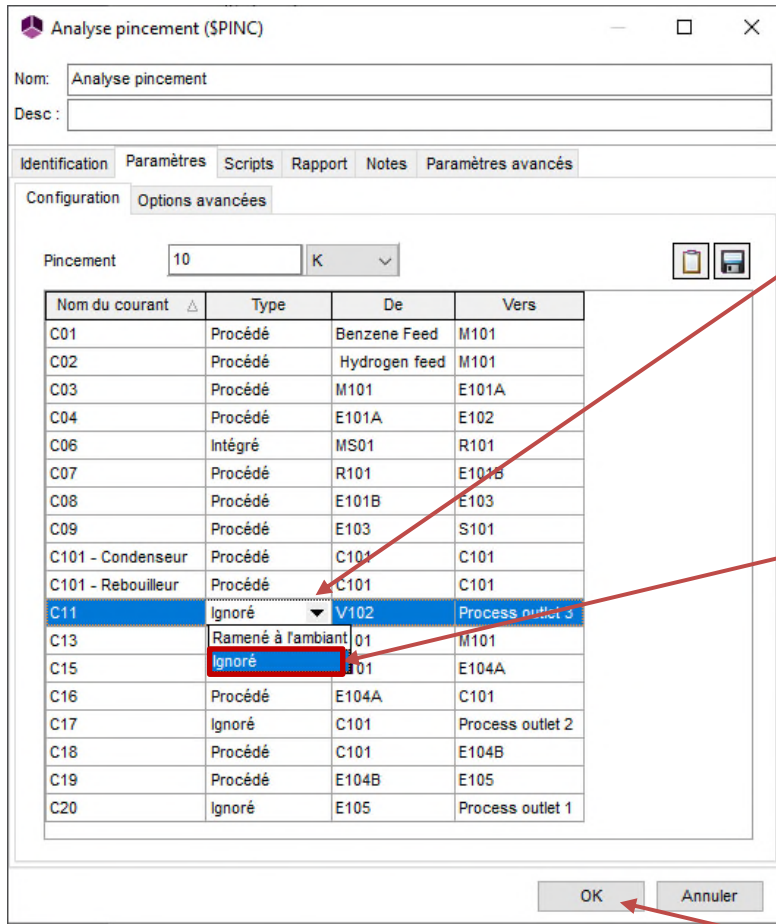
OK Annuler

Pour des raisons de sécurité et de flexibilité du procédé, il n'est pas conseillé de remplacer le fluide caloporteur par un courant « Procédé ». Modifiez le « Type » du courant C06 en courant « Intégré ».



Seuls les courants « procédé » sont pris en compte dans l'intégration énergétique.

1. Analyse pincement dans ProSimPlus



Il est possible de tenir compte du transfert de chaleur permettant de ramener les courants de sortie à la température ambiante :

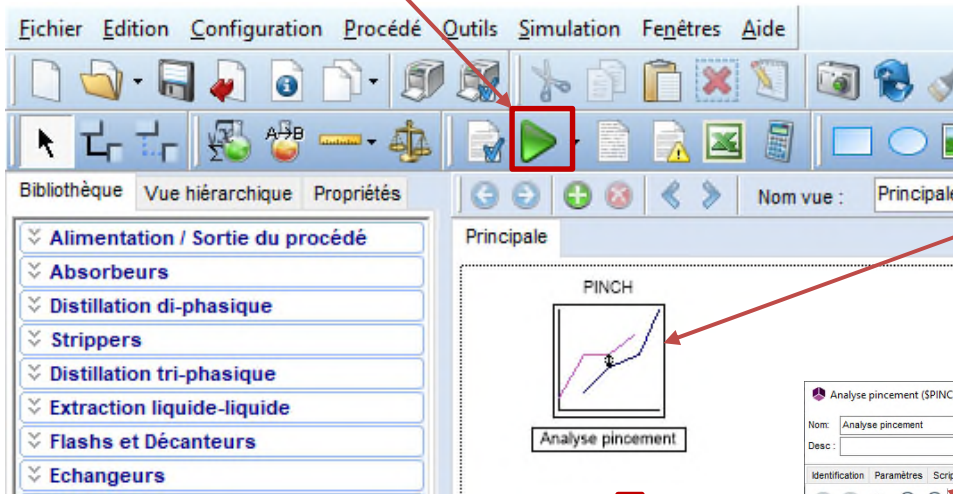
- Ignoré
- Ramené à l'ambient

1. Modifiez le « Type » des courants de sortie C11, C17 et C20 pour ne pas en tenir compte dans l'analyse : « Ignoré »

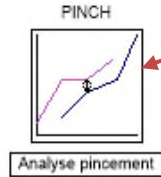
2. Cliquez sur « OK » pour confirmer

1. Analyse pincement dans ProSimPlus

1. Cliquez sur la flèche verte pour lancer la simulation

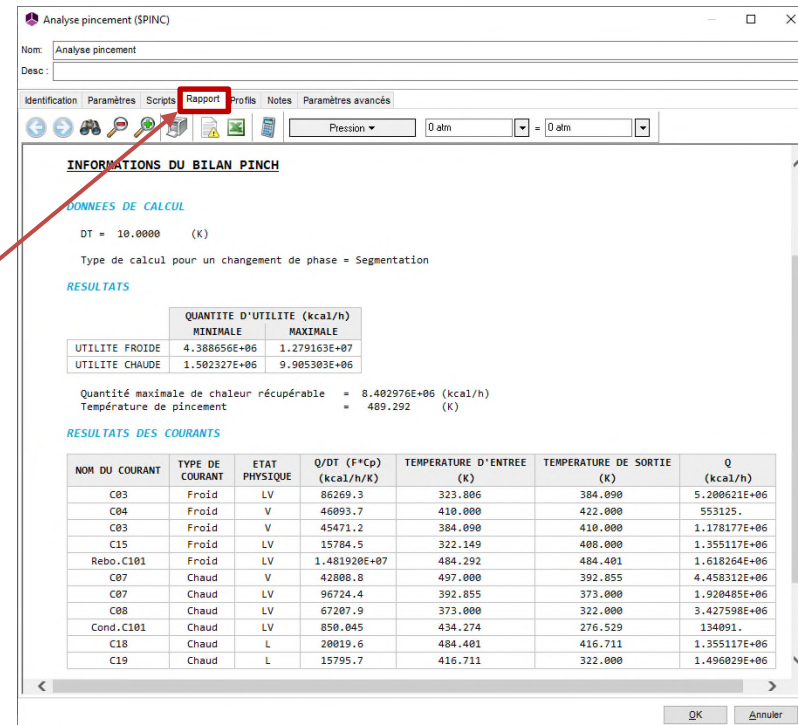


2. Une fois la simulation terminée, double-cliquez sur le module « Analyse pincement »

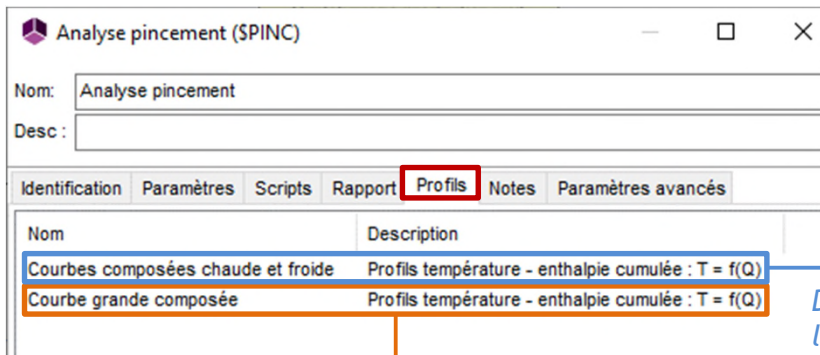


3. Cliquez sur l'onglet « Rapport » pour accéder aux résultats :

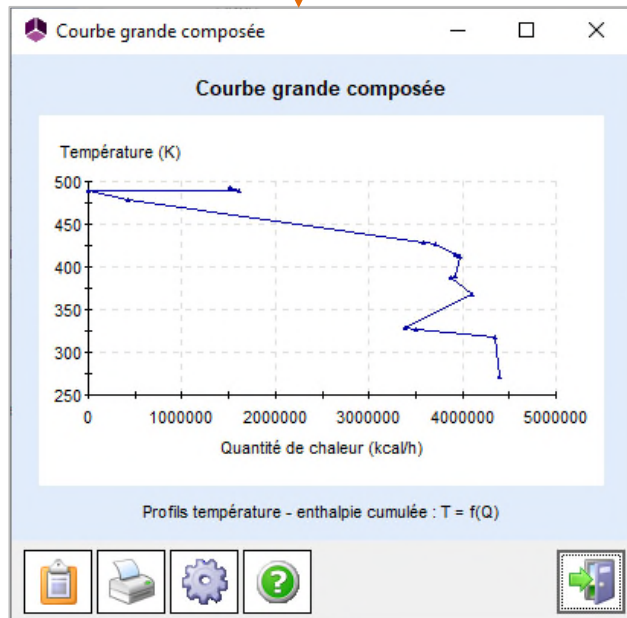
- Quantités d'utilités minimales
- Quantité maximale de chaleur récupérable
- Température de pincement
- Liste des courants chauds et courants froids utilisés pour l'analyse pincement



1. Analyse pincement dans ProSimPlus

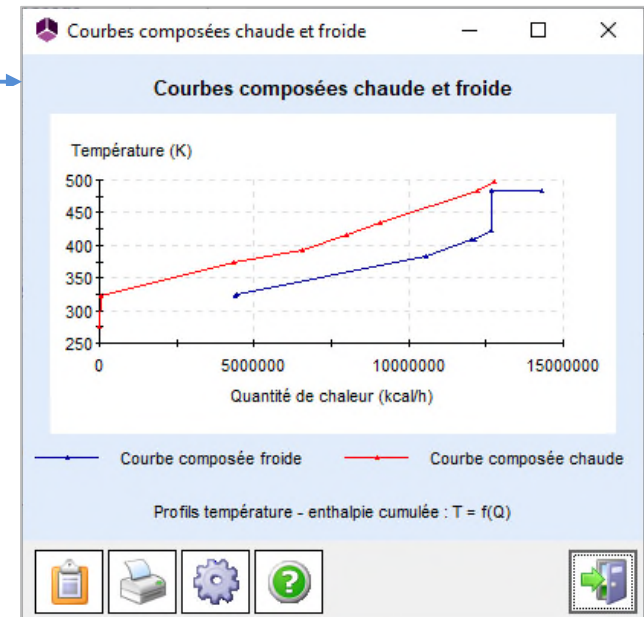


Double clic pour afficher la grande courbe composée



Cliquez sur l'onglet « Profils » afin d'accéder aux courbes

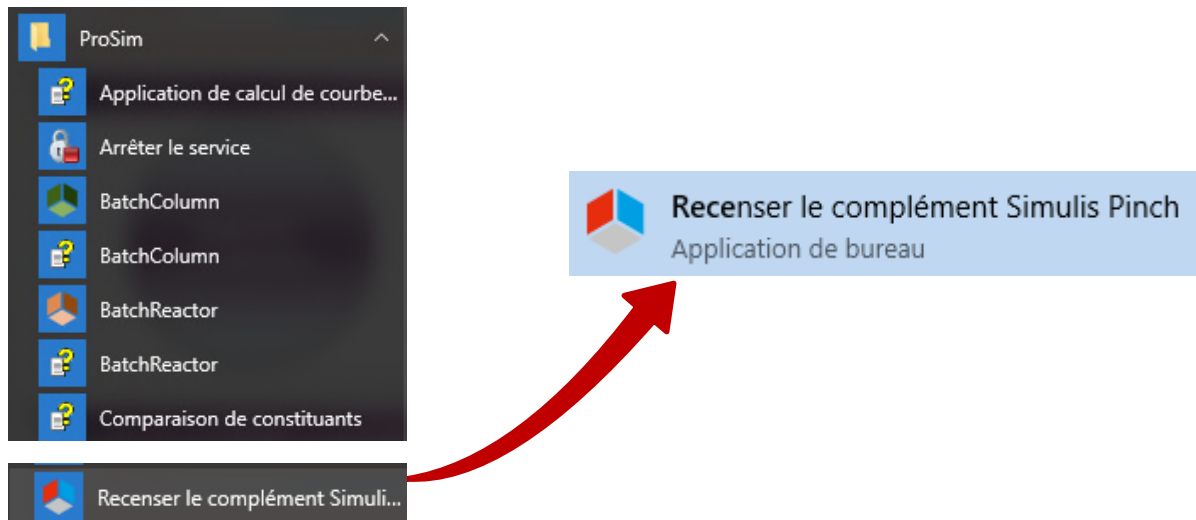
Double clic pour afficher les courbes composées chaude et froide



2. Analyse pincement avec le complément Excel

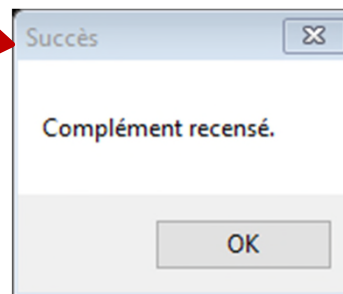
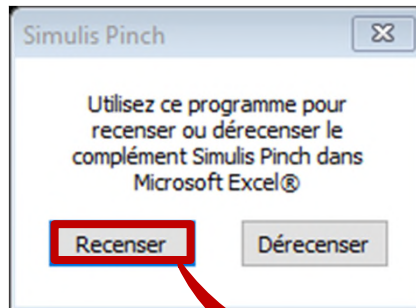
Afin d'utiliser le complément Excel (appelé « Simulis Pinch ») permettant d'effectuer une analyse pincement, il est nécessaire de le recenser dans Excel en utilisant une des deux méthodes suivantes (cette manipulation n'a besoin d'être faite qu'une seule fois, lors de l'installation ou de la première utilisation) :

1. Dans le dossier « ProSim » des applications, cliquez sur « Recenser le complément Simulis Pinch ».
2. Recherchez directement l'outil « Recenser le complément Simulis Pinch » sur votre ordinateur (en utilisant la barre de recherche).

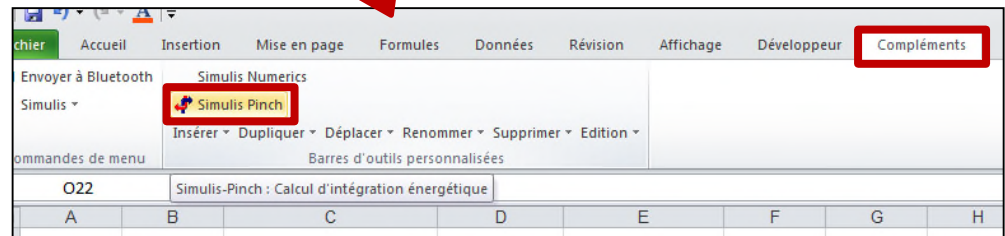


2. Analyse pincement avec le complément Excel

1. Recensez Simulis Pinch en cliquant sur « Recenser »

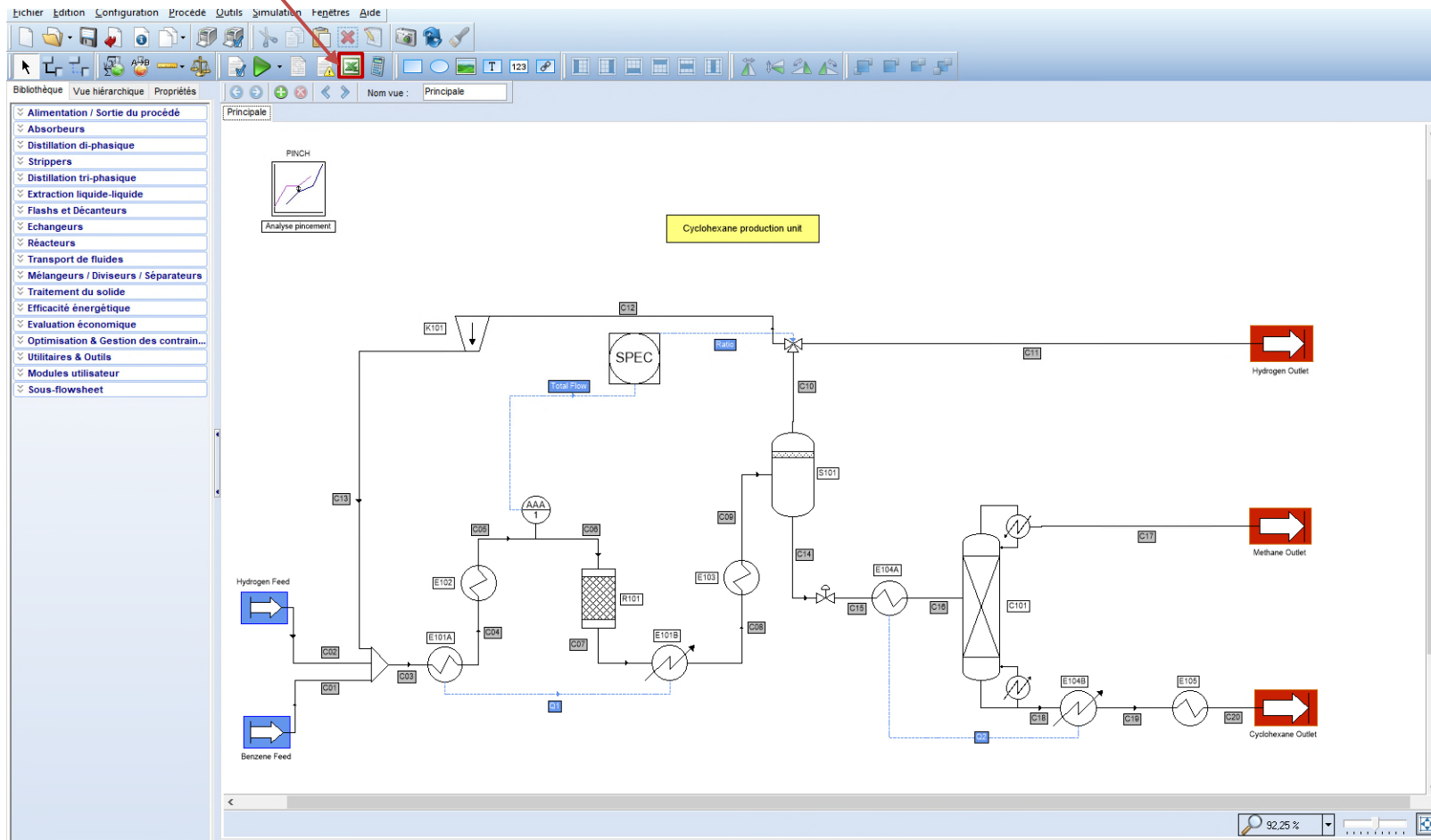


2. Une fois recensé, Simulis Pinch est disponible dans l'onglet « Compléments » de Excel



2. Analyse pincement avec le complément Excel

Dans ProSimPlus, cliquez sur le bouton « Classeur Excel de la dernière simulation »



2. Analyse pincement avec le complément Excel

Les données nécessaires pour procéder à l'analyse énergétique sont automatiquement générées à la fin du rapport Excel.

La colonne « **Courant** » présente les noms des courants impliquant un transfert de chaleur.

PINC					
Courant	Etat physique	F*Cp (kcal/h/K)	T In (K)	T Out (K)	
C03	LV	86269.32059	323.8060452	384.0895964	
C04	V	46093.73542	410	422	
C03	V	45471.17609	384.0895964	410	
C15	LV	15784.53556	322.1490638	408	
Rebo.C101	LV	14819198.89	484.2917468	484.4009473	
C07	V	42808.7678	497	392.8551551	
C07	LV	96724.42876	392.8551551	372.9999326	
C08	LV	67207.89507	372.9999326	322	
Cond.C101	LV	850.0453284	434.2743775	276.5288388	
C18	L	20019.60201	484.4009473	416.7114321	
C19	L	15795.65715	416.7114321	322	

2. Analyse pincement avec le complément Excel

La colonne « État physique » du courant indique :

- “L” pour liquide
- “V” pour vapeur
- “LV” pour liquide-vapeur (condensation ou évaporation)

PINC				
Courant	Etat physique	F*Cp (kcal/h/K)	T In (K)	T Out (K)
C03	LV	86269.32059	323.8060452	384.0895964
C04	V	46093.73542	410	422
C03	V	45471.17609	384.0895964	410
C15	LV	15784.53556	322.1490638	408
Rebo.C101	LV	14819198.89	484.2917468	484.4009473
C07	V	42808.7678	497	392.8551551
C07	LV	96724.42876	392.8551551	372.9999326
C08	LV	67207.89507	372.9999326	322
Cond.C101	LV	850.0453284	434.2743775	276.5288388
C18	L	20019.60201	484.4009473	416.7114321
C19	L	15795.65715	416.7114321	322

2. Analyse pincement avec le complément Excel

La colonne « **F*Cp** » présente la quantité de chaleur échangée divisée par ΔT (écart de température entre l'entrée et la sortie), exprimée en kcal/h/K.

Le “F*Cp” d'un courant correspond au débit massique (F) multiplié par la chaleur spécifique à pression constante (Cp).

Autrement dit, la quantité de chaleur échangée pour chauffer ou refroidir le courant (notée Q) est égale à :

$$Q = F * Cp * \Delta T = F * Cp * (T_{out} - T_{in})$$

PINC				
Courant	Etat physique	F*Cp (kcal/h/K)	T In (K)	T Out (K)
C03	LV	86269.32059	323.8060452	384.0895964
C04	V	46093.73542	410	422
C03	V	45471.17609	384.0895964	410
C15	LV	15784.53556	322.1490638	408
Rebo.C101	LV	14819198.89	484.2917468	484.4009473
C07	V	42808.7678	497	392.8551551
C07	LV	96724.42876	392.8551551	372.9999326
C08	LV	67207.89507	372.9999326	322
Cond.C101	LV	850.0453284	434.2743775	276.5288388
C18	L	20019.60201	484.4009473	416.7114321
C19	L	15795.65715	416.7114321	322

2. Analyse pincement avec le complément Excel

Les températures d'entrée (T_{in}) et de sortie (T_{out}) sont exprimées en Kelvin.

En cas d'augmentation de température ($T_{out} > T_{in}$), le courant sera considéré comme étant un courant froid (et nécessitant d'être chauffé).

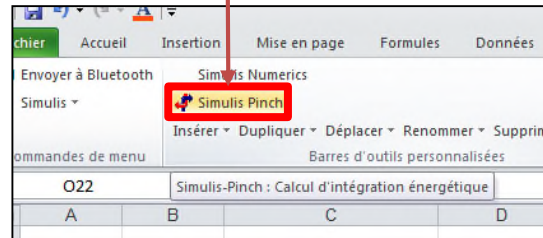
En cas de baisse de température ($T_{out} < T_{in}$), le courant sera considéré comme étant un courant chaud (et nécessitant d'être refroidi).

Lors d'une condensation, d'une évaporation ou d'un échange de chaleur à température constante (changement de phase d'un corps pur par exemple), le ΔT est automatiquement fixé à $\pm 0.01^\circ\text{C}$ et le $F \cdot C_p$ est calculé en conséquence.

PINC				
Courant	Etat physique	F*Cp (kcal/h/K)	T In (K)	T Out (K)
C03	LV	86269.32059	323.8060452	384.0895964
C04	V	46093.73542	410	422
C03	V	45471.17609	384.0895964	410
C15	LV	15784.53556	322.1490638	408
Rebo.C101	LV	14819198.89	484.2917468	484.4009473
C07	V	42808.7678	497	392.8551551
C07	LV	96724.42876	392.8551551	372.9999326
C08	LV	67207.89507	372.9999326	322
Cond.C101	LV	850.0453284	434.2743775	276.5288388
C18	L	20019.60201	484.4009473	416.7114321
C19	L	15795.65715	416.7114321	322

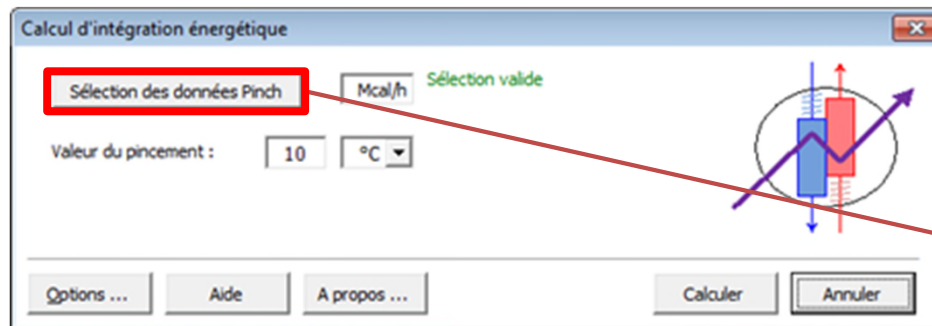
2. Analyse pincement avec le complément Excel

1. Lancez Simulis Pinch



Selon la définition du séparateur décimal de votre ordinateur, il sera ou non nécessaire de remplacer les points “.” par des virgules “,” pour que les valeurs numériques soient reconnues dans Excel.

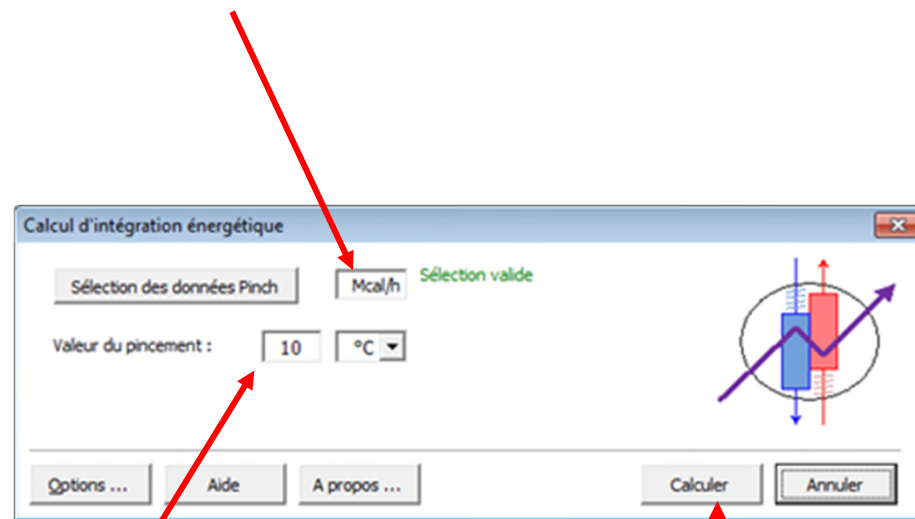
2. Sélectionnez les 3 colonnes F*Cp, Tin et Tout (uniquement les valeurs numériques, et non les titres de colonnes, comme présenté dans les copies d'écran ci après)



PINC				
Courant	Etat physique	F*Cp (kcal/h/K)	T In (K)	T Out (K)
C03	LV	86269.32059	323.8060452	384.0895964
C04	V	46093.73542	410	422
C03	V	45471.17609	384.0895964	410
C15	LV	15784.53556	322.1490638	408
Rebo.C101	LV	14819198.89	484.2917468	484.4009473
C07	V	42808.7678	497	392.8551551
C07	LV	96724.42876	392.8551551	372.9999326
C08	LV	67207.89507	372.9999326	322
Cond.C101	LV	850.0453284	434.2743775	276.5288388
C18	L	20019.60201	484.4009473	416.7114321
C19	L	15795.65715	416.7114321	322

2. Analyse pincement avec le complément Excel

1. Modifiez l'unité pour correspondre à l'unité indiquée dans le classeur Excel (kcal/h dans cet exemple)



2. Renseignez la valeur du pincement (10°C par défaut)

3. Cliquez sur « Calculer »

2. Analyse pincement avec le complément Excel

4 feuilles sont automatiquement générées dans Excel :

1. La grande courbe composée
2. Les courbes composées chaude et froide
3. Les courants traités (courants chauds et courants froids)
4. Les résultats de l'analyse pincement (données et résumé des résultats)

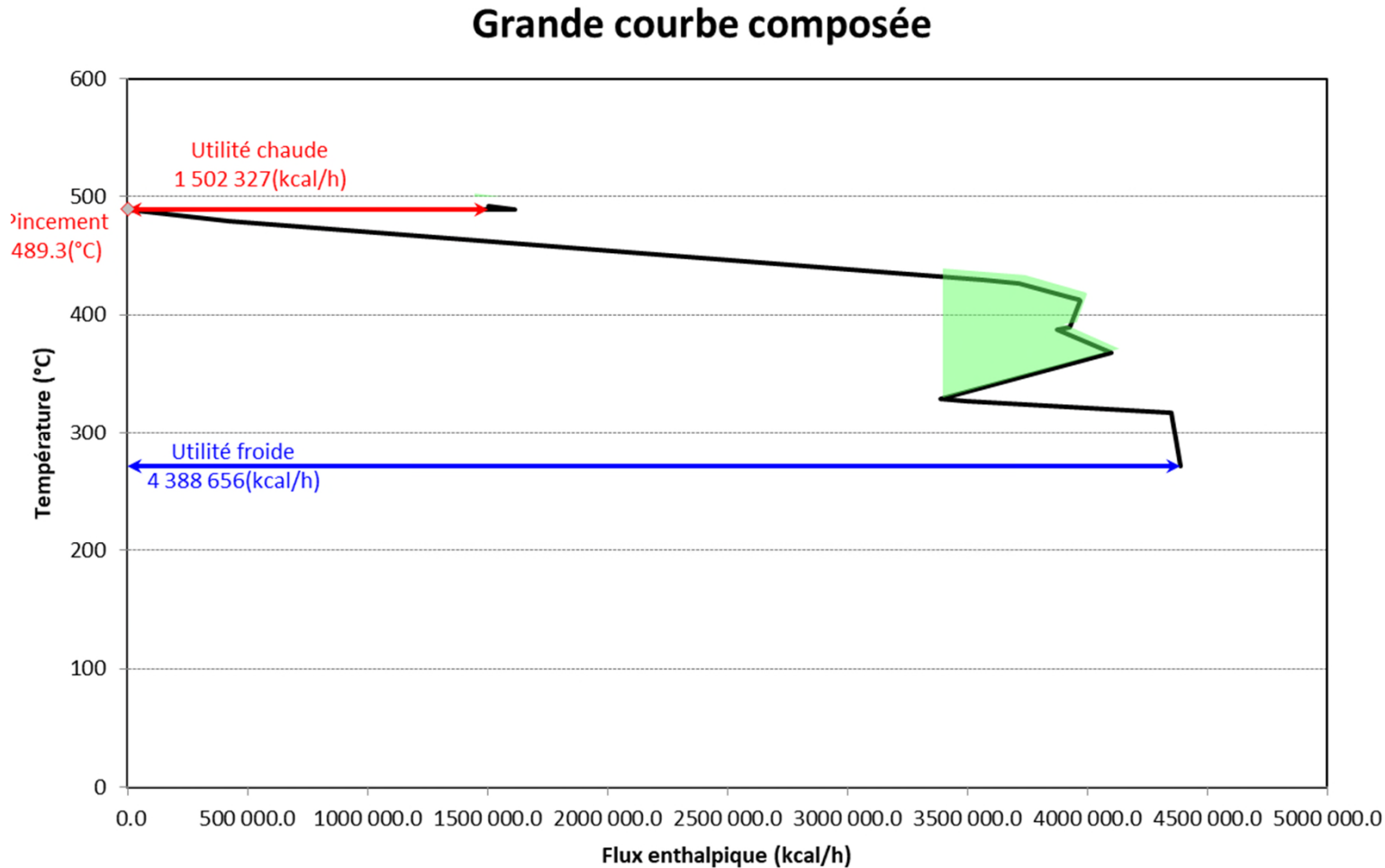
	Courant	Etat physique	F*Cp (kcal/h/K)	T In (K)	T Out (K)		Difficulté	Geom (x)	Geom (y)
307									
308	C03	LV	86269.32059	323.8060452	384.0895964				
309	C04	V	46093.73542	410	422				
310	C03	V	45471.17609	384.0895964	410				
311	C15	LV	15784.53556	322.1490638	408				
312	Rebo.C101	LV	14819198.89	484.2917468	484.4009473				
313	C07	V	42808.7678	497	392.8551551				
314	C07	LV	96724.42876	392.8551551	372.9999326				
315	C08	LV	67207.89507	372.9999326	322				
316	Cond.C101	LV	850.0453284	434.2743775	276.5288388				
317	C18	L	20019.60201	484.4009473	416.7114321				
318	C19	L	15795.65715	416.7114321	322				
319									
320									
321									
322									
323									
324									

Grande courbe composée
Courbes composées (TQ)
Courants
Résultats Pinch

PSPS_E02_FR - Unité Production

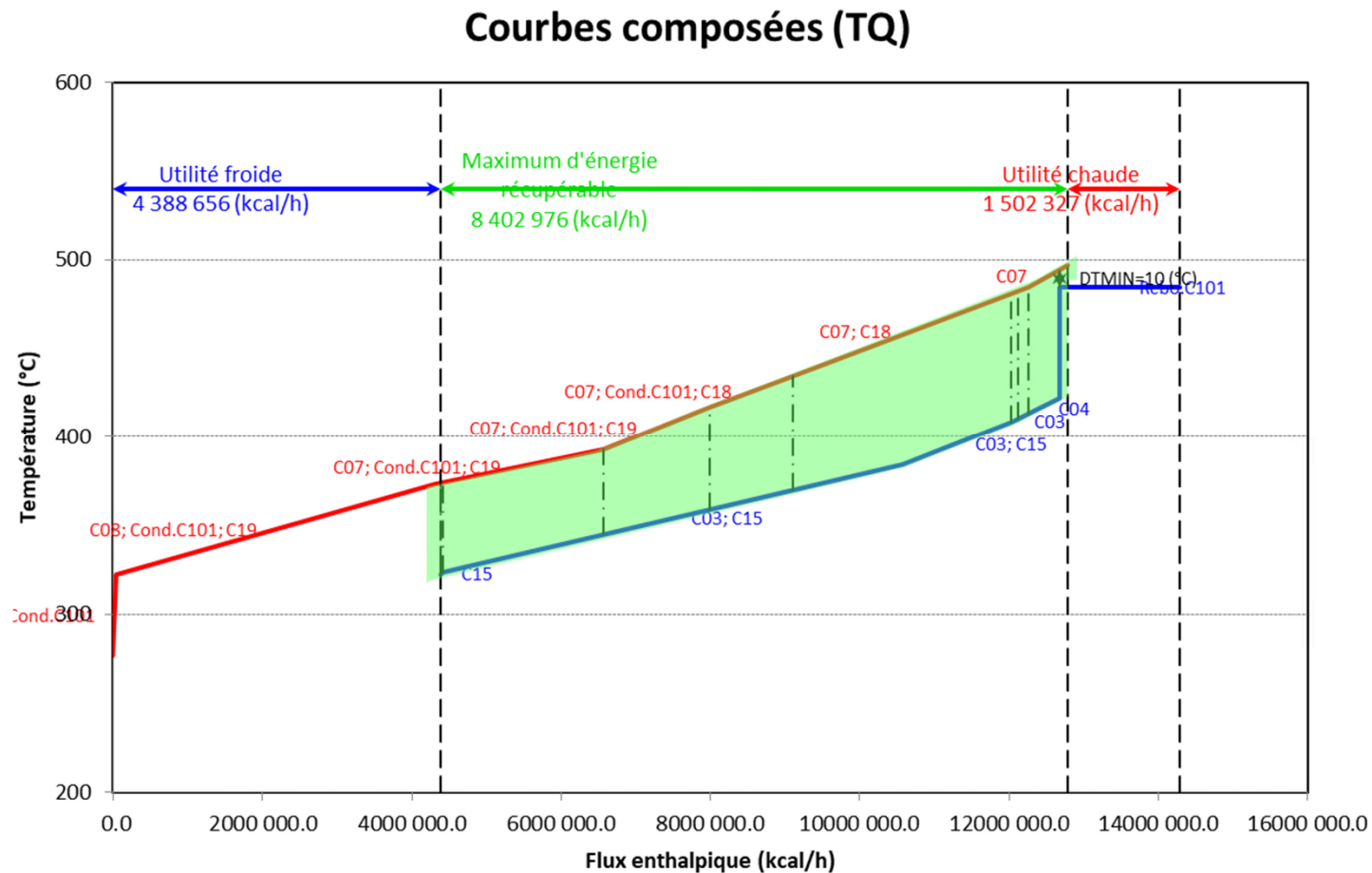
2. Analyse pincement avec le complément Excel

1. La grande courbe composée :



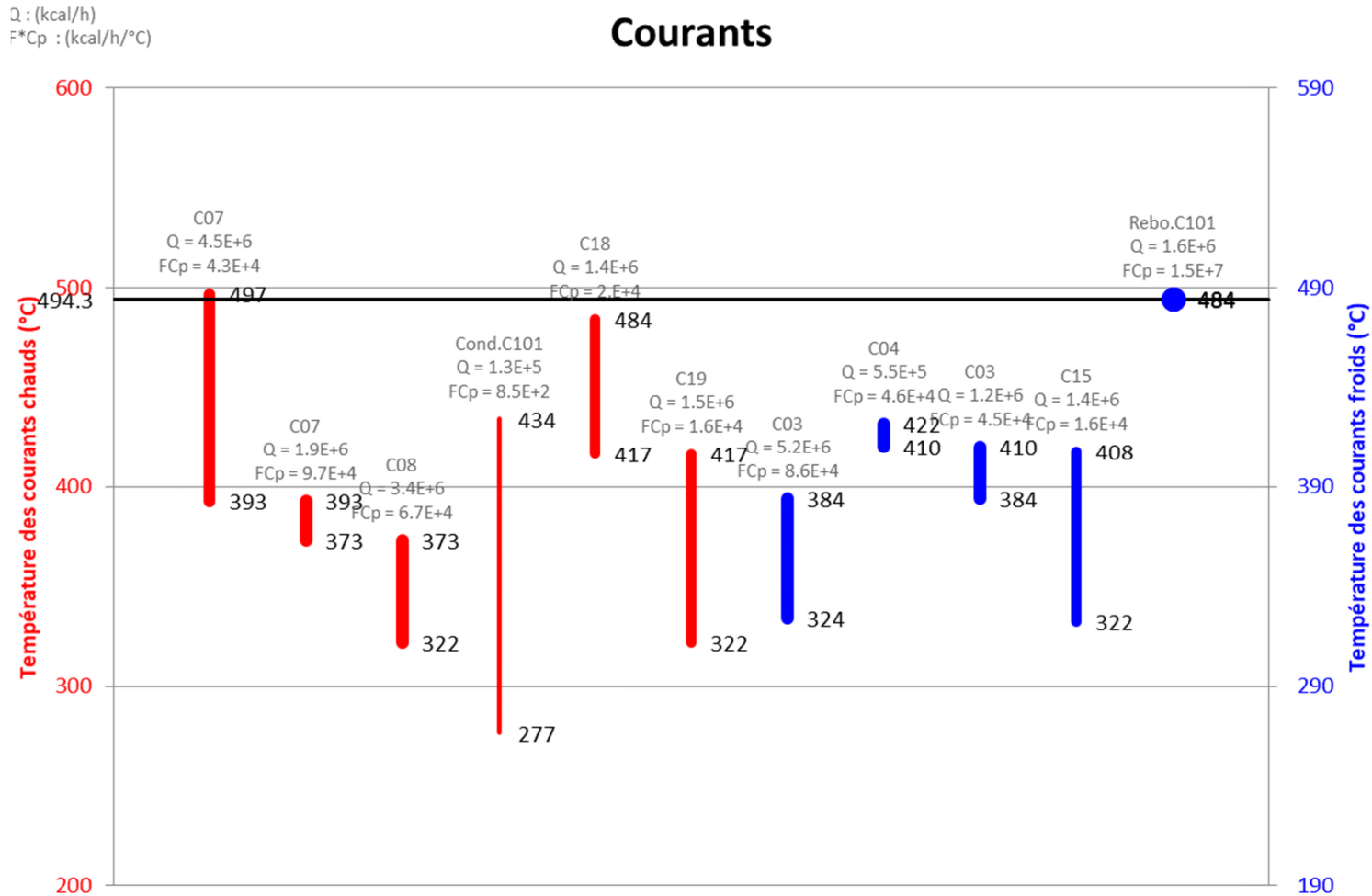
2. Analyse pincement avec le complément Excel

2. Les courbes composées chaude et froide :



2. Analyse pincement avec le complément Excel

3. Les courants traités (courants chauds et courants froids) :



2. Analyse pincement avec le complément Excel

4. Les résultats de l'analyse pincement (données et résumé des résultats) :

DONNÉES					
Noms des courants	F*Cp (kcal/h/°C)	Températures		Flux enthalpique (kcal/h)	Courant chaud ?
		Entrée (°C)	Objectif (°C)		
C07	42 808.8	497.0	392.9	4458 312.5	TRUE
C07	96 724.4	392.9	373.0	1920 485.0	TRUE
C08	67 207.9	373.0	322.0	3427 598.1	TRUE
Cond.C101	850.0	434.3	276.5	134 090.9	TRUE
C18	20 019.6	484.4	416.7	1355 117.2	TRUE
C19	15 795.7	416.7	322.0	1496 029.3	TRUE
C03	86 269.3	323.8	384.1	-5200 621.0	FALSE
C04	46 093.7	410.0	422.0	-553 124.8	FALSE
C03	45 471.2	384.1	410.0	-1178 176.5	FALSE
C15	15 784.5	322.1	408.0	-1355 117.2	FALSE
Rebo.C101	14819 198.9	484.3	484.4	-1618 263.9	FALSE
Flux global (kcal/h)				2886 329.5	

DTMIN (°C) 10.0

RÉSULTATS					
Courbe composée chaude		Courbe composée froide		Grande courbe composée	
Flux (kcal/h)	Températures (°C)	Flux (kcal/h)	Températures (°C)	Flux (kcal/h)	Températures moyennes (°C)
0.0	276.5	4388 656.5	322.1	Utilité froide 4388 656.5	271.5
38 652.5	322.0	4414 811.2	323.8	4350 003.9	317.0
4315 180.4	373.0	10566 980.0	384.1	3498 968.4	327.1
6566 169.5	392.9	12031 628.8	408.0	3386 179.3	328.8
7984 531.9	416.7	12122 571.2	410.0	4099 518.1	368.0
9102 912.4	434.3	12675 696.0	422.0	3874 831.0	387.9
12252 283.1	484.4	12675 696.0	484.3	3927 417.4	389.1
12791 633.0	497.0	14293 959.9	484.4	3968 164.8	411.7
				3965 043.0	413.0
				3928 628.5	415.0
				3717 612.4	427.0
				3572 783.6	429.3
				423 412.9	479.4
				0.0	489.3 Pincement
				1613 589.2	489.4
				Utilité chaude 1502 327.0	492.0

Température froide au pincement (°C) 484.3

Température au pincement (°C) 489.3

Température chaude au pincement (°C) 494.3

Utilité froide (kcal/h) 4 388 656.5

Maximum d'énergie récupérable (kcal/h) 8 402 976.5

Utilité chaude (kcal/h) 1 502 327.0

Température minimale de l'utilité chaude (°C) 494.4

Température maximale de l'utilité froide (°C) 266.5

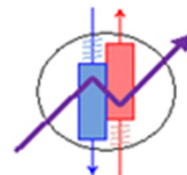
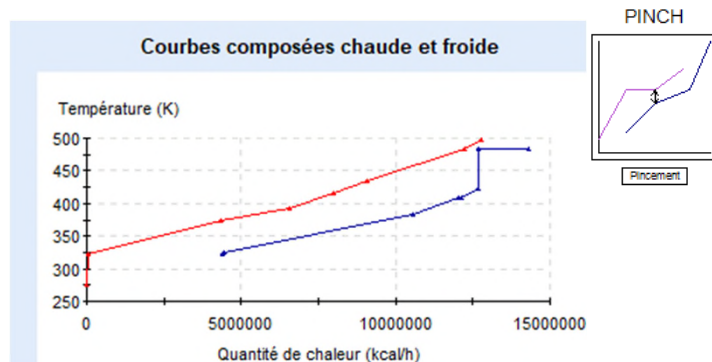
Liste des échangeurs théoriques :

n°	Puissance échangée (kcal/h)	Courants froids			Courants chauds			DTML (K)	Facteur UA (kcal/h/K)
		T entrée (°C)	T sortie (°C)	Courant(s)	T entrée (°C)	T sortie (°C)	Courant(s)		
1	26 154.7	322.1	323.8	C15	373.9	373.6	C07; Cond.C101; C19	50.8	515.0
2	2 151 358.4	323.8	344.9	C03; C15	392.9	373.9	C07; Cond.C101; C19	49.0	43 893.6
3	1 418 362.3	344.9	358.8	C03; C15	416.7	392.9	C07; Cond.C101; C19	52.8	26 867.5
4	1 118 380.5	358.8	369.7	C03; C15	434.3	416.7	C07; Cond.C101; C18	61.2	18 283.4
5	2 928 716.4	369.7	408.0	C03; C15	480.9	434.3	C07; C18	68.6	42 677.1
6	90 942.4	408.0	410.0	C03	482.3	480.9	C07; C18	72.6	1 252.4

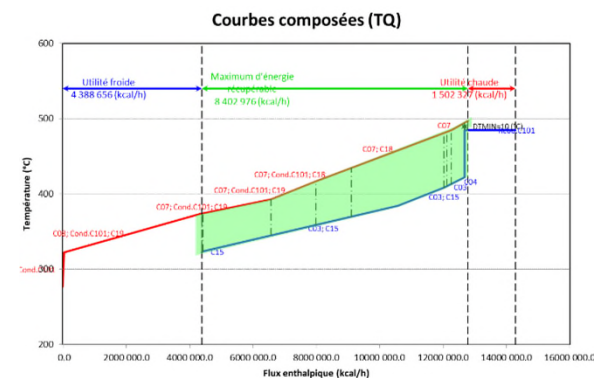
2. Analyse pincement avec le complément Excel

Les résultats obtenus en utilisant le complément Excel sont équivalents à ceux obtenus avec le module « Analyse pincement » dans ProSimPlus

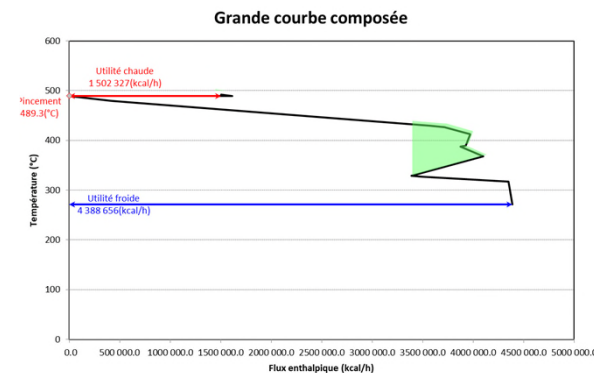
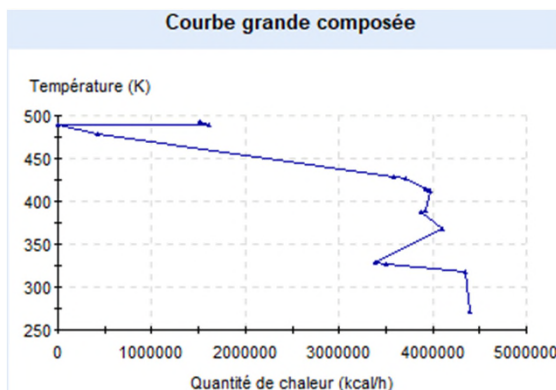
Depuis l'interface de ProSimPlus :



Depuis l'interface d'Excel :



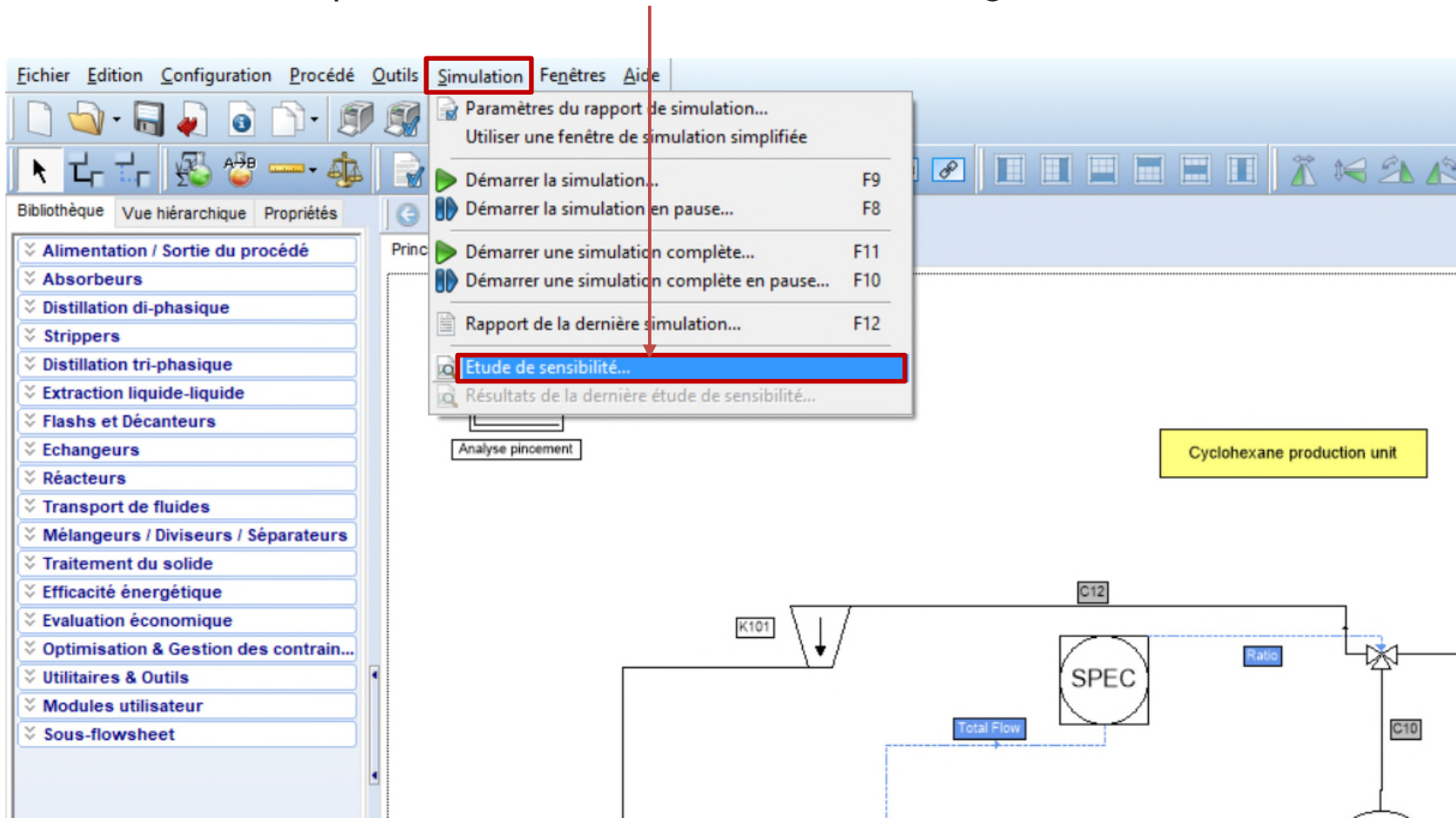
Equivalent



3. Pour aller plus loin...

Il est possible d'utiliser ProSimPlus pour effectuer une analyse de sensibilité sur la valeur de pincement.

1. Sélectionnez l'option « Etude de sensibilité » dans l'onglet « Simulation »



3. Pour aller plus loin...

1. Sélectionnez le paramètre « Pincement » dans l'opération unitaire « Analyse pincement »

Etude de sensibilité

Paramètre

Opération unitaire : Analyse pincement (Analyse pincement)

Paramètre : Pincement

Valeur initiale : 0 Pas : 2

Valeur finale : 20 Nombre de points : 11

Unité : K

Suivi

Filtrer par : Type : Analyse pincement Opération unitaire : Analyse pincement

Sélection	Variable	Forme	Constituants	Etat
<input type="checkbox"/>	Quantité d'utilités froides			
<input type="checkbox"/>	Quantité d'utilités chaudes			
<input checked="" type="checkbox"/>	Maximum de quantité de chaleur récupérable			

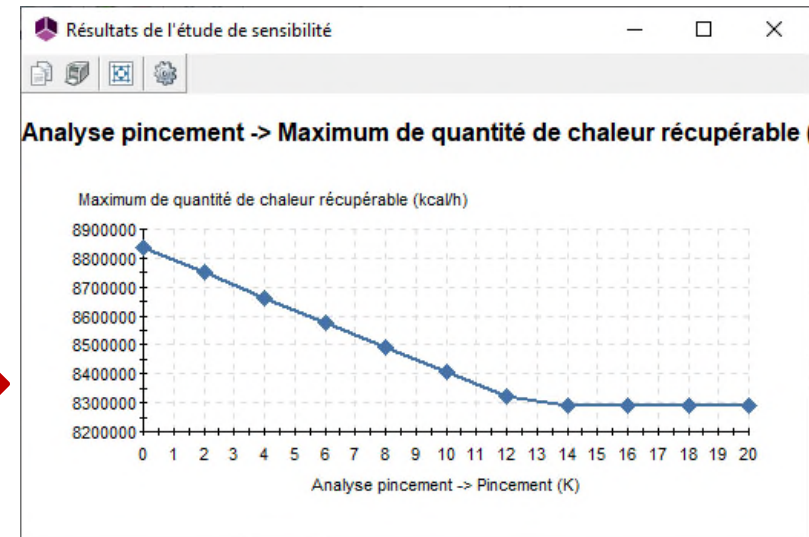
Ok Annuler

2. Renseignez la plage de variation du pincement : de 0 à 20 °C, avec un pas de 2 °C

3. Sélectionnez le(s) paramètre(s) à analyser : par exemple, « Maximum de quantité de chaleur récupérable »

4. Cliquez sur « Ok »

5. Vous pouvez afficher les résultats sous forme de graphique



3. Pour aller plus loin...

Les calculs effectués correspondent à la première phase de l'optimisation énergétique d'un procédé : c'est le diagnostic énergétique. Cela permet de statuer sur les gains potentiels d'énergie et l'intérêt de modifier la configuration du procédé. Une deuxième phase permet de générer un nouveau réseau d'échangeurs, correspondant au meilleur compromis entre les coûts d'investissement et de fonctionnement, et les aspects liés à la flexibilité et la sécurité du procédé.

Cette deuxième phase peut être effectuée en souscrivant à la version complète du logiciel Simulis Pinch® (plus d'informations sur le site internet : www.prosim.net). L'utilisation de Simulis Pinch® pour la construction d'un réseau d'échangeurs est illustrée dans les documents « Démarrer avec Simulis Pinch® ».

Analyse du réseau d'échangeurs

Caractérisation d'un échangeur

Puissance échangée minimale (kcal/h) :

Pourcentage minimum récupéré / MER (%) :

Degré de couplage maximum :

☒ Autoriser la division de courant

Utilité à préserver : ☒ Utilité chaude ☐ Utilité froide

☒ Synthèse du réseau d'échangeurs

Méthode de sélection : ☒ Automatique ☐ Semi-Automatique ☐ Manuelle

Critères pour la sélection automatique des échangeurs

Premier critère :

Deuxième critère :

Troisième critère :

Critères d'arrêt de la procédure

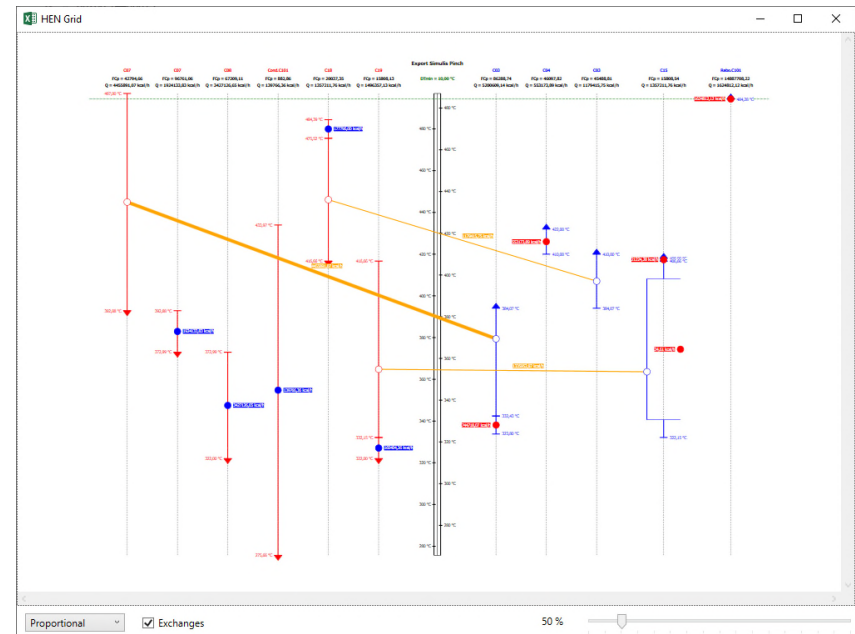
☒ Facteur multiplicatif du nombre de courants initiaux :

☒ Seuil minimum de chaleur récupérée / MER initial (%) :

☒ Nombre d'échangeurs maximum :

Options graphiques ...

Contraintes optionnelles ... Aide Paramètres par défaut < Retour Calculer Annuler





ProSim SA

51, rue Ampère
Immeuble Stratège A
F-31670 Labège
France

☎: +33 (0) 5 62 88 24 30



Software & Services In Process Simulation

www.prosim.net
info@prosim.net



ProSim, Inc.

325 Chestnut Street, Suite 800
Philadelphia, PA 19106
U.S.A.

☎: +1 215 600 3759