

Démarrer avec Simulis® Pinch module “Energy”

Cas 1 : Intégration énergétique d'un procédé d'estérification
- Principes de base de Simulis Pinch Energy

Release Simulis Pinch 2.0.0

Software & Services In Process Simulation

We guide You to efficiency



Introduction

Ce guide de démarrage vous présente la prise en main de Simulis Pinch Energy pour effectuer une analyse de l'intégration énergétique d'un procédé.

Cet exemple est tiré de l'exemple d'application de ProSimPlus « Analyse énergétique d'un procédé d'estérification d'une huile végétale ».

Ce guide est organisé comme suit :

-  Étape 1 : Génération des données dans MS-Excel
-  Étape 2 : Définition de l'objectif énergétique
-  Étape 3 : Conception du réseau d'échangeurs de chaleur

Étape 1 : génération des données dans MS-Excel

Les données nécessaires à l'analyse peuvent être générées directement depuis une simulation dans ProSimPlus.

Dans ProSimPlus, ouvrez le fichier **PSPS_E30_FR - Procédé Estérification.pmp3**

Ajoutez un module **Analyse Pincement Energie**

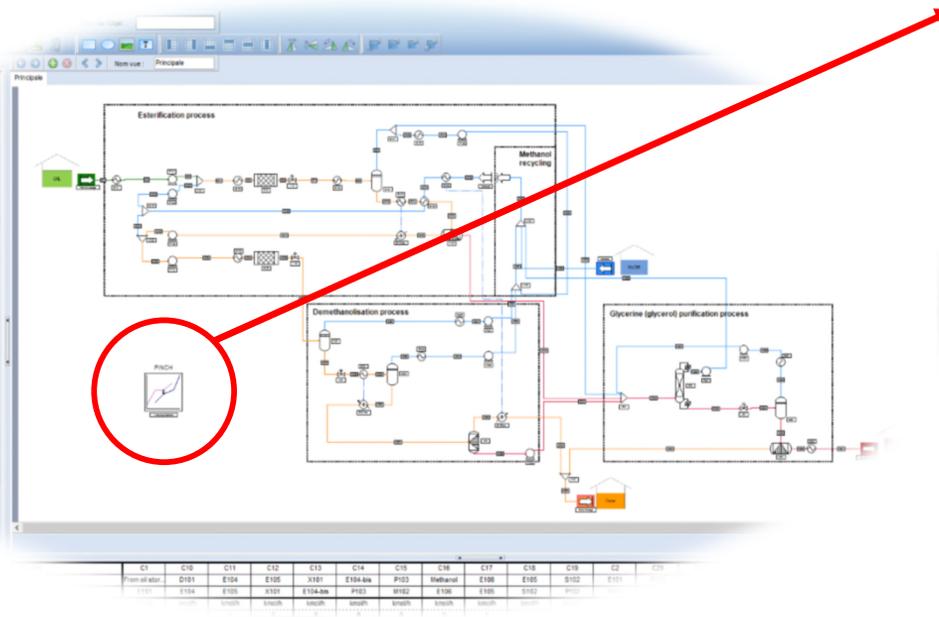
The screenshot displays the ProSimPlus software interface. The main workspace shows a process flow diagram for an esterification process, including units for 'Esterification process', 'Methanol recycling', 'Demethanolisation process', and 'Glycerine (glycerol) purification process'. A red circle highlights the 'Analyse pincement' icon in the left-hand library. Below the diagram is a data table with columns for streams and rows for flow rates and partial flow rates.

Courants	C1	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C2	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26
De	From oil stor...	D101	E104	E105	X101	E104-bis	P103	Methanol	E106	E105	S102	E101	P102	M101	M102	P104	E108	R102	V102
Vers	E101	E104	E105	X101	E104-bis	P103	M102	E106	E105	S102	P102	P101	M101	M102	P104	E108	R102	V102	DZ01
Débâts partiels	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h
W&ATP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Étape 1 : génération des données dans MS-Excel

Configurez le module **Analyse Pincement**

La configuration du module est détaillée dans un getting started ProSimPlus dédié au module “Analyse Pincement Energie”



Analyse pincement énergie (SPINC1)

Nom: Analyse pincement énergie

Desc :

Identification Paramètres Scripts Rapport Notes Paramètres avancés

Configuration Options avancées

Pincement (DT min) 10 K

Nom du courant	Type	De	Vers
C1	Procédé	From oil storage	E101
C10	Procédé	D101	E104
C11	Procédé	E104	E105
C13	Procédé	X101	E104-bis
C15	Procédé	P103	M102
C16	Procédé	Methanol	E106
C17	Procédé	E106	E105
C20	Procédé	P102	M101
C21	Procédé	S102	M102
C23	Procédé	P104	E108
C24	Procédé	E108	R102
C26	Procédé	V102	D201
C28	Procédé	V201	E201
C29	Procédé	E201	D202
C3	Procédé	D101	M101

OK Annuler

Étape 1 : génération des données dans MS-Excel

Cliquez sur le bouton **Démarrer la simulation**



A la fin de la simulation, cliquez sur le bouton **Classeur Excel** de la dernière simulation



The screenshot displays the ProSimPlus software interface. The main window shows a detailed process flow diagram with four main sections: Esterification process, Methanol recycling, Demethanolisation process, and Glycerine (glycerol) purification process. The interface includes a menu bar, a toolbar with various icons, and a left-hand library panel. A red arrow points to the 'Démarrer la simulation' (Start Simulation) button in the toolbar. Another red arrow points to the 'Classeur Excel' (Excel Spreadsheet) button in the toolbar. At the bottom of the window, a data table is visible, showing flow rates for various streams.

Courants	C1	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C2	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26
De	From oil stor...	D101	E104	E105	X101	E104-bis	P103	Methanol	E106	E105	S102	E101	P102	S102	M102	P104	E108	R102	V102
Vers	E101	E104	E105	X101	E104-bis	P103	M102	E106	E105	S102	P102	M101	M101	M102	M102	E108	R102	V102	D201
Débts partiels	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h	kmo/h

Étape 1 : génération des données dans MS-Excel

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

La colonne **Courant** présente les noms des courants impliquant un transfert de chaleur dans la simulation. Ces courants peuvent être par exemple :

- Un courant entrant dans un échangeur de chaleur
- Un courant entrant dans le condenseur ou le rebouilleur d'une colonne
- Un courant entrant dans un ballon de séparation et pour lequel un échange de chaleur est effectué

PINC				
Courant	Etat physique	F*Cp (KCAL/HR/K)	T In (C)	T Out (C)
C1	L	5598,5	25,0	135,0
C16	L	12863,6	45,0	54,0
C4	L	17535,5	96,0	200,0
C7	LV	53389,9	90,8	100,0
C17	L	13172,4	54,0	61,8
C13	L	6140,5	65,0	88,0
C23	L	15527,9	76,6	200,0
C28	LV	12990,1	38,6	70,0
C29	LV	6902,6	70,0	150,0
Rebo.C301	L	12420,4	83,9	136,2
C61	LV	865,0	116,9	140,0
C10	L	7064,3	100,0	80,0
C11	L	6859,1	80,0	65,0
C43	V	86842,1	100,0	82,1
C26	LV	225,0	76,7	76,7
C30	V	42039,9	76,7	25,0
C33	V	5143,6	150,0	25,0
C36	L	5811,4	150,0	79,8
C39	L	5149,4	79,8	57,3
Cond.C301	V	152710,2	48,4	38,5
C52	V	189,7	140,0	11,0
C62	L	4952,8	57,7	20,0
C51	L	623,5	70,0	20,0
C50	L	701,4	140,0	70,0



Ces données générées automatiquement sont disponibles dans les derniers résultats du fichier MS-Excel



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 MS-Excel.

Étape 1 : génération des données dans MS-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/HR/K)	T In (C)	T Out (C)
C1	L	5598,5	25,0	135,0
C16	L	12863,6	45,0	54,0
C4	L	17535,5	96,0	200,0
C7	LV	53389,9	90,8	100,0
C17	L	13172,4	54,0	61,8
C13	L	6140,5	65,0	88,0
C23	L	15527,9	76,6	200,0
C28	LV	12990,1	38,6	70,0
C29	LV	6902,6	70,0	150,0
Rebo.C301	L	12420,4	83,9	136,2
C61	LV	865,0	116,9	140,0
C10	L	7064,3	100,0	80,0
C11	L	6859,1	80,0	65,0
C43	V	86842,1	100,0	82,1
C26	LV	225,0	76,7	76,7
C30	V	42039,9	76,7	25,0
C33	V	5143,6	150,0	25,0
C36	L	5811,4	150,0	79,8
C39	L	5149,4	79,8	57,3
Cond.C301	V	152710,2	48,4	38,5
C52	V	189,7	140,0	11,0
C62	L	4952,8	57,7	20,0
C51	L	623,5	70,0	20,0
C50	L	701,4	140,0	70,0

Étape 1 : génération des données dans MS-Excel

La colonne **F*Cp** présente la quantité de chaleur échangée divisée par ΔT (écart de température entre l'entrée et la sortie de l'échange thermique), 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 :

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

Le "**F*Cp**" représente donc la différence d'enthalpie entre l'entrée et la sortie divisée par ΔT pour un fluide monophasé (dénomination utilisée dans l'analyse de pincement, bien que non appropriée au changement de phase).

Courant	Etat physique	F*Cp (KCAL/HR/K)	T In (C)	T Out (C)
C1	L	5598,5	25,0	135,0
C16	L	12863,6	45,0	54,0
C4	L	17535,5	96,0	200,0
C7	LV	53389,9	90,8	100,0
C17	L	13172,4	54,0	61,8
C13	L	6140,5	65,0	88,0
C23	L	15527,9	76,6	200,0
C28	LV	12990,1	38,6	70,0
C29	LV	6902,6	70,0	150,0
Rebo.C301	L	12420,4	83,9	136,2
C61	LV	865,0	116,9	140,0
C10	L	7064,3	100,0	80,0
C11	L	6859,1	80,0	65,0
C43	V	86842,1	100,0	82,1
C26	LV	225,0	76,7	76,7
C30	V	42039,9	76,7	25,0
C33	V	5143,6	150,0	25,0
C36	L	5811,4	150,0	79,8
C39	L	5149,4	79,8	57,3
Cond.C301	V	152710,2	48,4	38,5
C52	V	189,7	140,0	11,0
C62	L	4952,8	57,7	20,0
C51	L	623,5	70,0	20,0
C50	L	701,4	140,0	70,0

Étape 1 : génération des données dans MS-Excel

Les températures d'entrée (**Tin**) et de sortie (**Tout**) sont exprimées en degrés Celsius.

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/HR/K)	T In (C)	T Out (C)
C1	L	5598,5	25,0	135,0
C16	L	12863,6	45,0	54,0
C4	L	17535,5	96,0	200,0
C7	LV	53389,9	90,8	100,0
C17	L	13172,4	54,0	61,8
C13	L	6140,5	65,0	88,0
C23	L	15527,9	76,6	200,0
C28	LV	12990,1	38,6	70,0
C29	LV	6902,6	70,0	150,0
Rebo.C301	L	12420,4	83,9	136,2
C61	LV	865,0	116,9	140,0
C10	L	7064,3	100,0	80,0
C11	L	6859,1	80,0	65,0
C43	V	86842,1	100,0	82,1
C26	LV	225,0	76,7	76,7
C30	V	42039,9	76,7	25,0
C33	V	5143,6	150,0	25,0
C36	L	5811,4	150,0	79,8
C39	L	5149,4	79,8	57,3
Cond.C301	V	152710,2	48,4	38,5
C52	V	189,7	140,0	11,0
C62	L	4952,8	57,7	20,0
C51	L	623,5	70,0	20,0
C50	L	701,4	140,0	70,0

Étape 1 : génération des données dans MS-Excel



Des données peuvent provenir de sources externes. Par exemple, l'utilisateur peut générer le Cp manquant d'un ou plusieurs courants en utilisant le serveur de propriétés thermodynamiques de ProSim, **Simulis Thermodynamics**, directement dans l'environnement MS-Excel.

Dans tous les cas, l'utilisateur doit veiller à conserver un format identique :

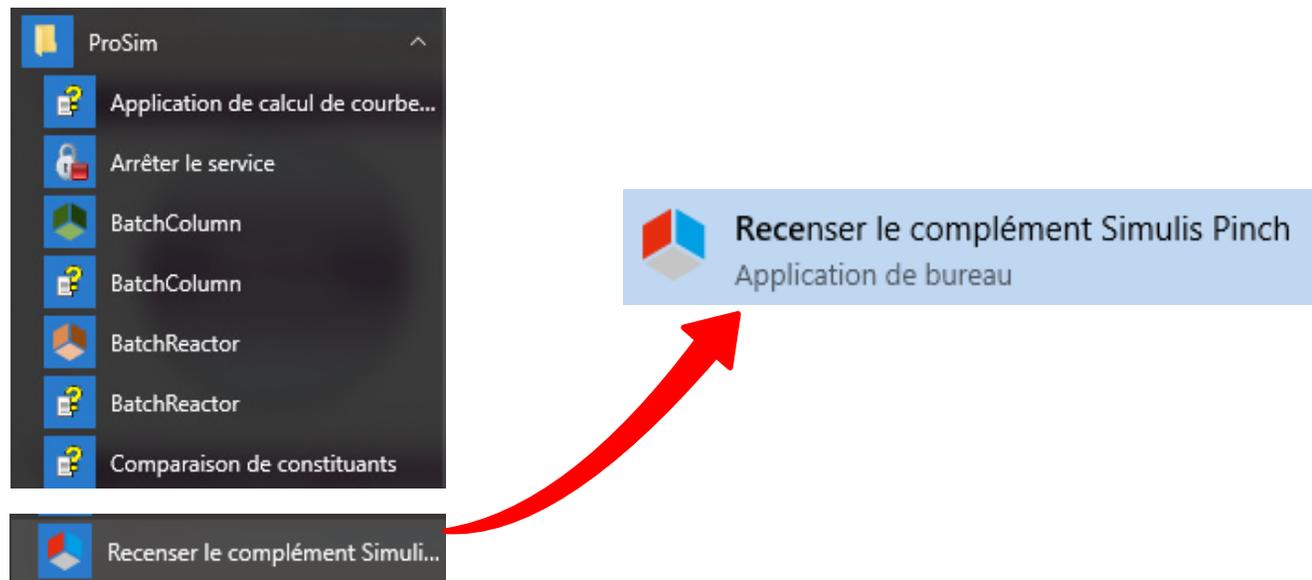
- 1^{ère} colonne : Noms des courants
- 2^{ème} colonne : Etat physique
- 3^{ème} colonne : F*Cp
- 4^{ème} colonne : Tin
- 5^{ème} colonne : Tout

Courant	Etat physique	F*Cp (KCAL/HR/K)	T In (C)	T Out (C)
C1	L	5598,5	25,0	135,0
C16	L	12863,6	45,0	54,0
C4	L	17535,5	96,0	200,0
C7	LV	53389,9	90,8	100,0
C17	L	13172,4	54,0	61,8
C13	L	6140,5	65,0	88,0
C23	L	15527,9	76,6	200,0
C28	LV	12990,1	38,6	70,0
C29	LV	6902,6	70,0	150,0
Rebo.C301	L	12420,4	83,9	136,2
C61	LV	865,0	116,9	140,0
C10	L	7064,3	100,0	80,0
C11	L	6859,1	80,0	65,0
C43	V	86842,1	100,0	82,1
C26	LV	225,0	76,7	76,7
C30	V	42039,9	76,7	25,0
C33	V	5143,6	150,0	25,0
C36	L	5811,4	150,0	79,8
C39	L	5149,4	79,8	57,3
Cond.C301	V	152710,2	48,4	38,5
C52	V	189,7	140,0	11,0
C62	L	4952,8	57,7	20,0
C51	L	623,5	70,0	20,0
C50	L	701,4	140,0	70,0

Étape 2 : définition de l'objectif énergétique

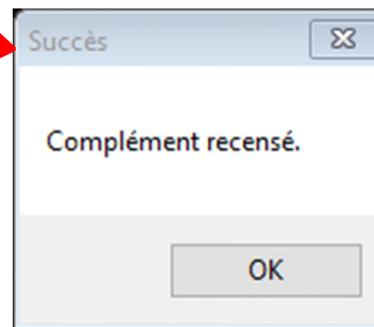
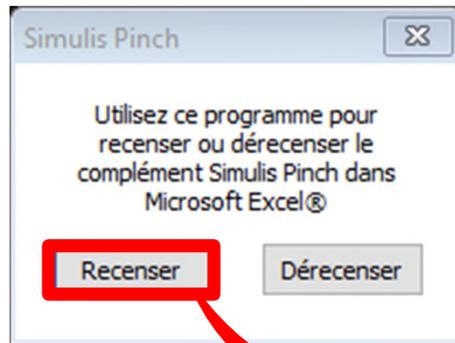
Après l'installation de Simulis Pinch, l'outil doit être recensé dans MS-Excel avec l'outil ProSim dédié en utilisant l'une des deux méthodes suivantes :

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

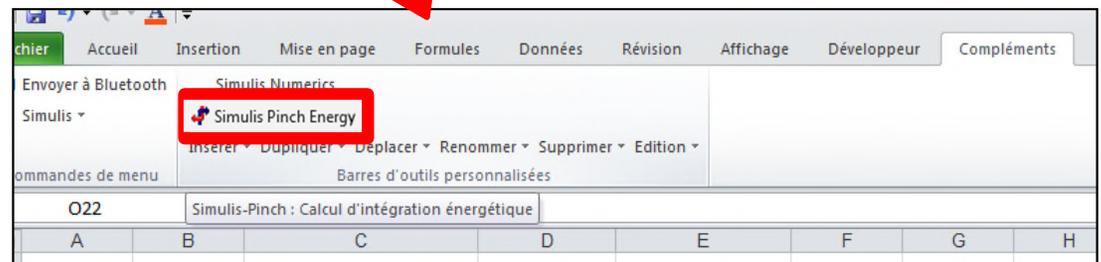


Étape 2 : définition de l'objectif énergétique

Recensez Simulis Pinch en cliquant sur « Recenser » :

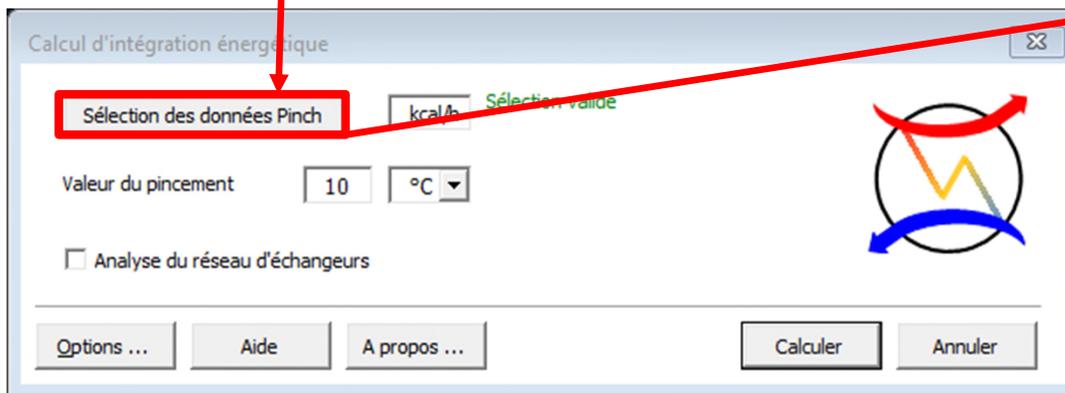
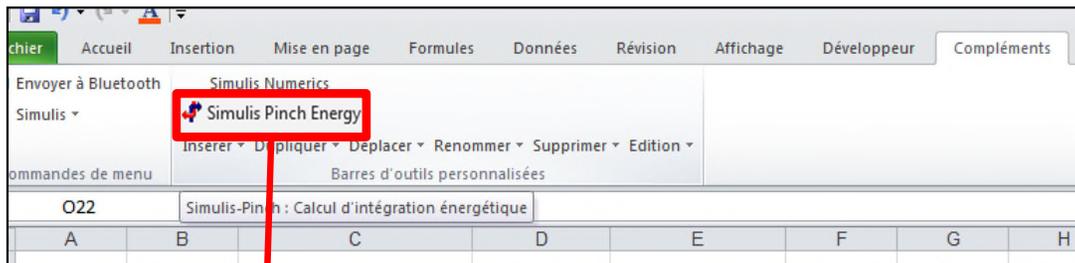


Une fois recensé, Simulis Pinch est disponible dans MS-Excel dans l'onglet « Compléments »



Étape 2 : définition de l'objectif énergétique

1. Lancez Simulis Pinch Energy
2. Sélectionnez les 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/HR/K)	T In (C)	T Out (C)
C1	L	5598,5	25,0	135,0
C16	L	12863,6	45,0	54,0
C4	L	17535,5	96,0	200,0
C7	LV	53389,9	90,8	100,0
C17	L	13172,4	54,0	61,8
C12	L	6140,5	65,0	88,0
C23	L	15527,9	76,6	200,0
C28	LV	12990,1	38,6	70,0
C29	LV	6902,6	70,0	150,0
Rebo.C301	L	12420,4	83,9	136,2
C61	LV	865,0	116,9	140,0
C10	L	7064,3	100,0	80,0
C11	L	6859,1	80,0	65,0
C43	V	86842,1	100,0	82,1
C26	LV	225,0	76,7	76,7
C30	V	42039,9	76,7	25,0
C33	V	5143,6	150,0	25,0
C36	L	5811,4	150,0	79,8
C39	L	5149,4	79,8	57,3
Cond.C301	V	152710,2	48,4	38,5
C52	V	189,7	140,0	11,0
C62	L	4952,8	57,7	20,0
C51	L	623,5	70,0	20,0
C50	L	701,4	140,0	70,0

Étape 2 : définition de l'objectif énergétique



Simulis Pinch Energy peut également être lancé à partir du menu contextuel (clic droit) après avoir sélectionné la plage de données :

1. Sélectionnez les 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)
2. Faites un clic droit pour accéder au menu contextuel

PINC				
Courant	Etat physique	F*Cp (KCAL/HR/K)	T In (C)	T Out (C)
C1	L	5598,5	25,0	135,0
C16	L	12863,6	45,0	54,0
C4	L	17535,5	96,0	200,0
C7	LV	53389,9	90,8	100,0
C17	L	13172,4	54,0	61,8
C13	L	6140,5	65,0	88,0
C23	L	15527,9	76,6	200,0
C28	LV	12990,1	38,6	70,0
C29	LV	6902,6	70,0	150,0
Rebo.C301	L	12420,4	83,9	136,2
C61	LV	865,0	116,9	140,0
C10	L	7064,3	100,0	80,0
C11	L	6859,1	80,0	65,0
C43	V	86842,1	100,0	82,1
C26	LV	225,0	76,7	76,7
C30	V	42039,9	76,7	25,0
C33	V	5143,6	150,0	25,0
C36	L	5811,4	150,0	79,8
C39	L	5149,4	79,8	57,3
Cond.C301	V	152710,2	48,4	38,5
C52	V	189,7	140,0	11,0
C62	L	4952,8	57,7	20,0
C51	L	623,5	70,0	20,0
C50	L	701,4	140,0	70,0



Context menu options:

- Couper
- Copier
- Options de collage :
- Collage spécial...
- Recherche intelligente
- Insérer...
- Supprimer...
- Effacer le contenu
- Analyse rapide
- Filtrer
- Trier
- Insérer un commentaire
- Format de cellule
- Liste déroulante de choix...
- Définir un nom...
- Lien
- Simulis Pinch Energy**
- Simulis Pinch Water

Étape 2 : définition de l'objectif énergétique

1. Modifiez l'unité pour correspondre à l'unité indiquée dans le classeur MS-Excel (kcal/h dans le cas ci-dessous)

Calcul d'intégration énergétique

Sélection des données Pinch kcal/h Sélection valide

Valeur du pincement 10 °C

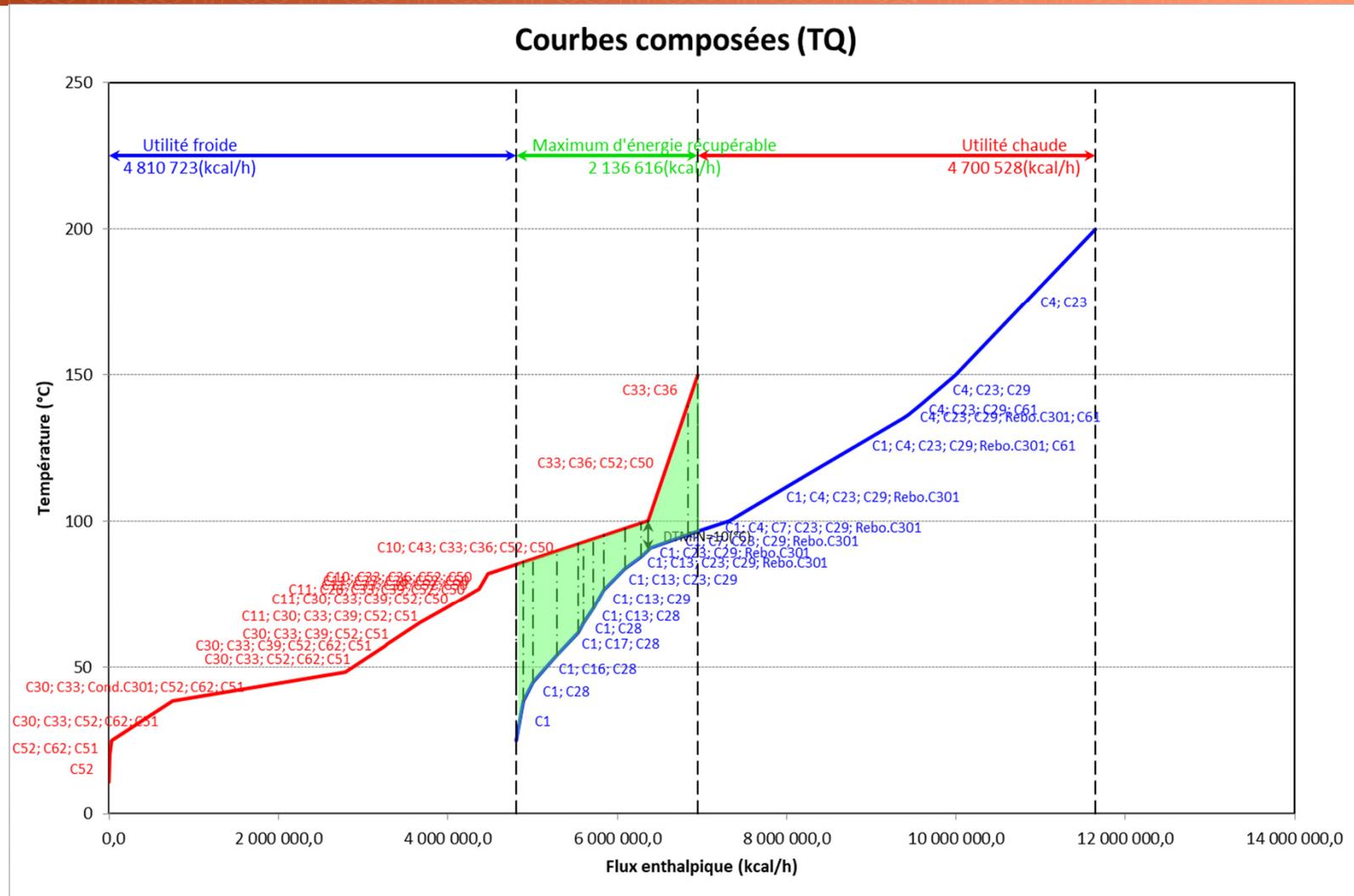
Analyse du réseau d'échangeurs

Options ... Aide A propos ... Calculer Annuler

2. Renseignez la valeur du pincement (c'est-à-dire la différence de température au pincement)

3. Cliquez sur **Calculer**

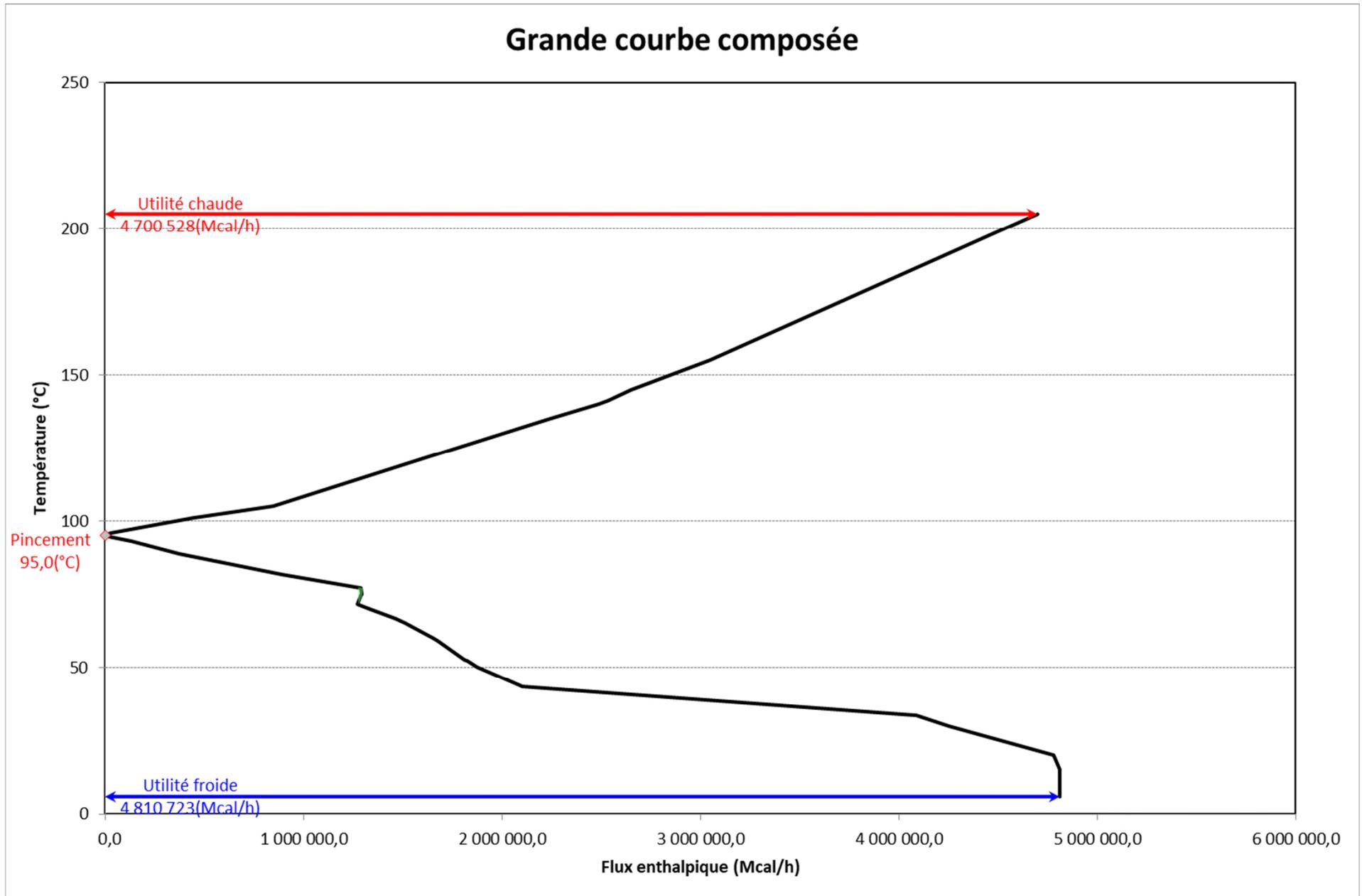
Étape 2 : définition de l'objectif énergétique



4 feuilles sont générées lors du diagnostic énergétique :

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)

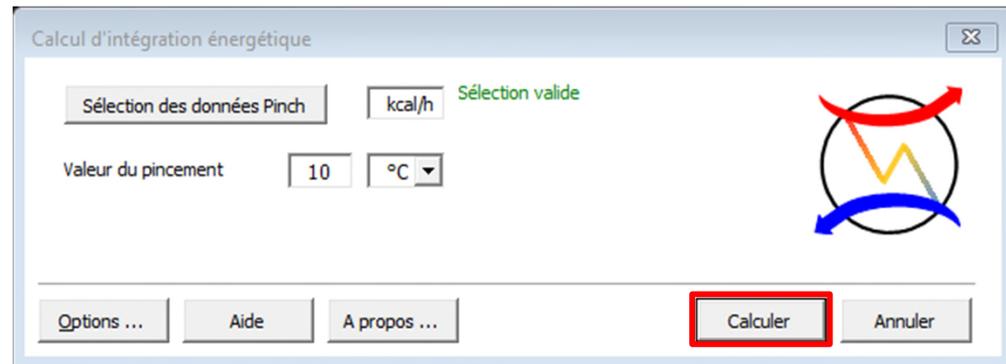
Étape 2 : définition de l'objectif énergétique



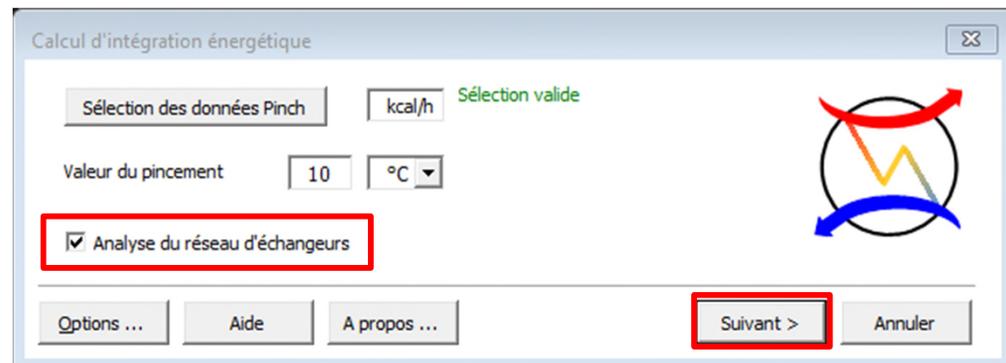
Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

Si l'utilisateur dispose d'une licence pour l'utilisation de Simulis Pinch Energy, l'outil lui permet de générer un réseau d'échangeurs dont le but est de récupérer un maximum d'énergie interne au procédé

Interface **sans** licence Simulis Pinch Energy



Interface **avec** licence Simulis Pinch Energy



Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

1. Modifiez l'unité pour correspondre à l'unité indiquée dans le classeur MS-Excel (kcal/h dans le cas ci-dessous)

2. Renseignez la valeur du pincement (c'est-à-dire la différence de température au pincement)

Calcul d'intégration énergétique

Sélection des données Pinch

Mcal/h Sélection valide

Valeur du pincement 10 °C

Analyse du réseau d'échangeurs

Options ... Aide A propos ... Suivant > Annuler

3. Cochez l'option **Analyse du réseau d'échangeurs**

4. Cliquez sur **Suivant**

Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

1. Cochez l'option **Synthèse du réseau d'échangeurs**



Dans un premier temps, les critères par défaut seront conservés
(**Sélection automatique des échangeurs**)

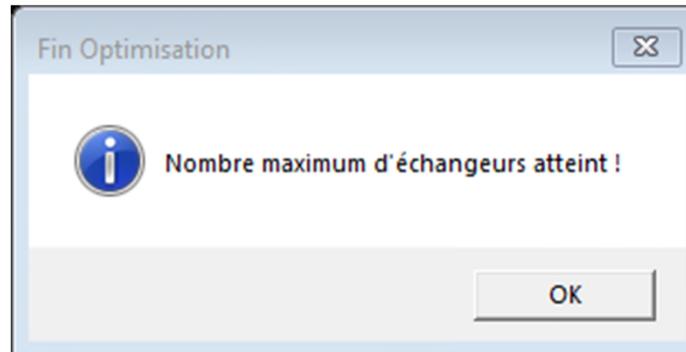
2. Décochez l'option **Seuil minimum de chaleur récupérée (%)**. Lorsque cette option est décochée, le logiciel tente d'atteindre le MER c'est à dire le Maximum d'Energie Récupérable.

3. Cliquez sur **Calculer**

Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

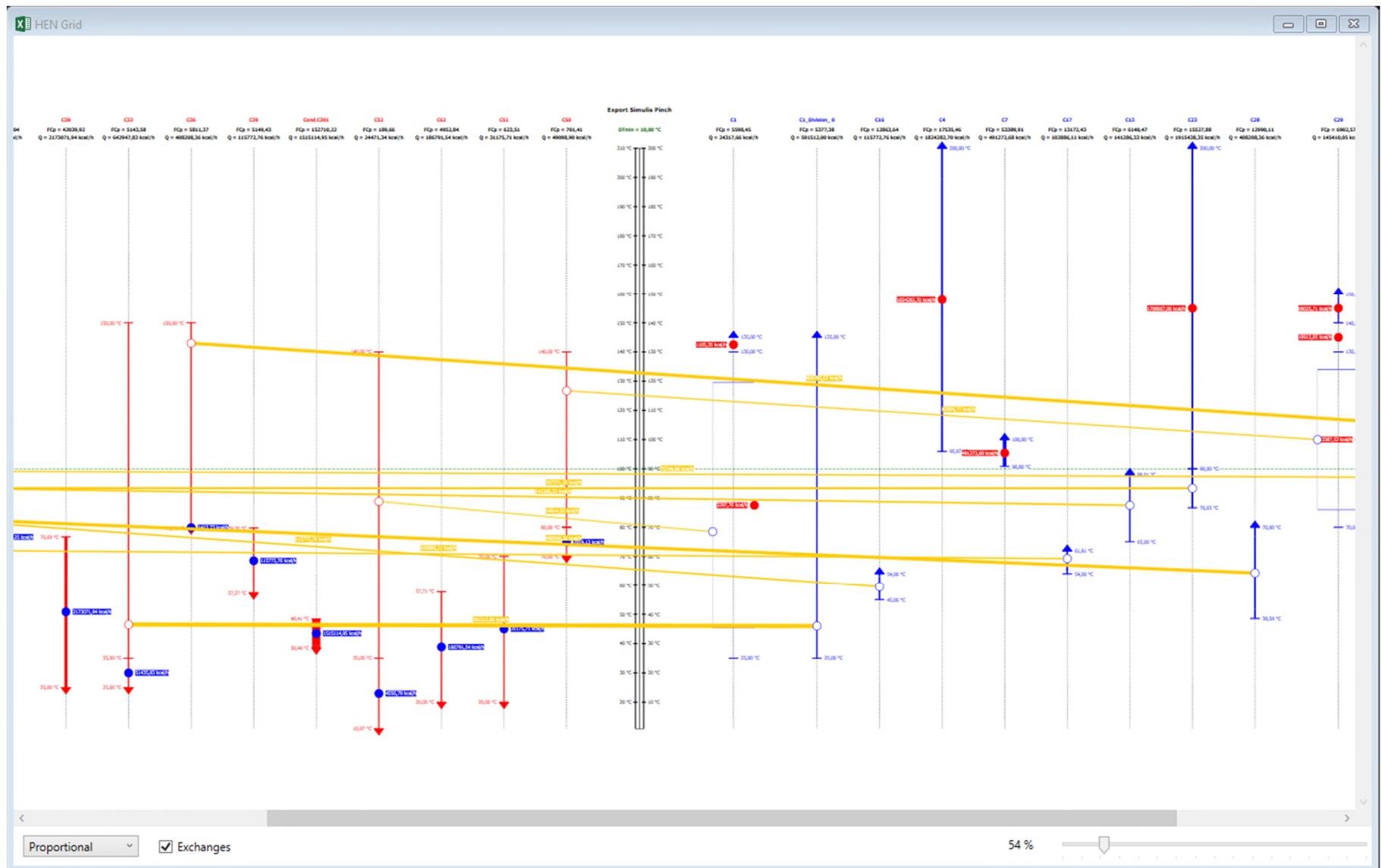
Un message indiquera la fin des calculs (lorsqu'un critère d'arrêt est atteint)

Pour cet exemple, le nombre maximum d'échangeurs défini par l'utilisateur (10 échangeurs par défaut) est atteint



Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

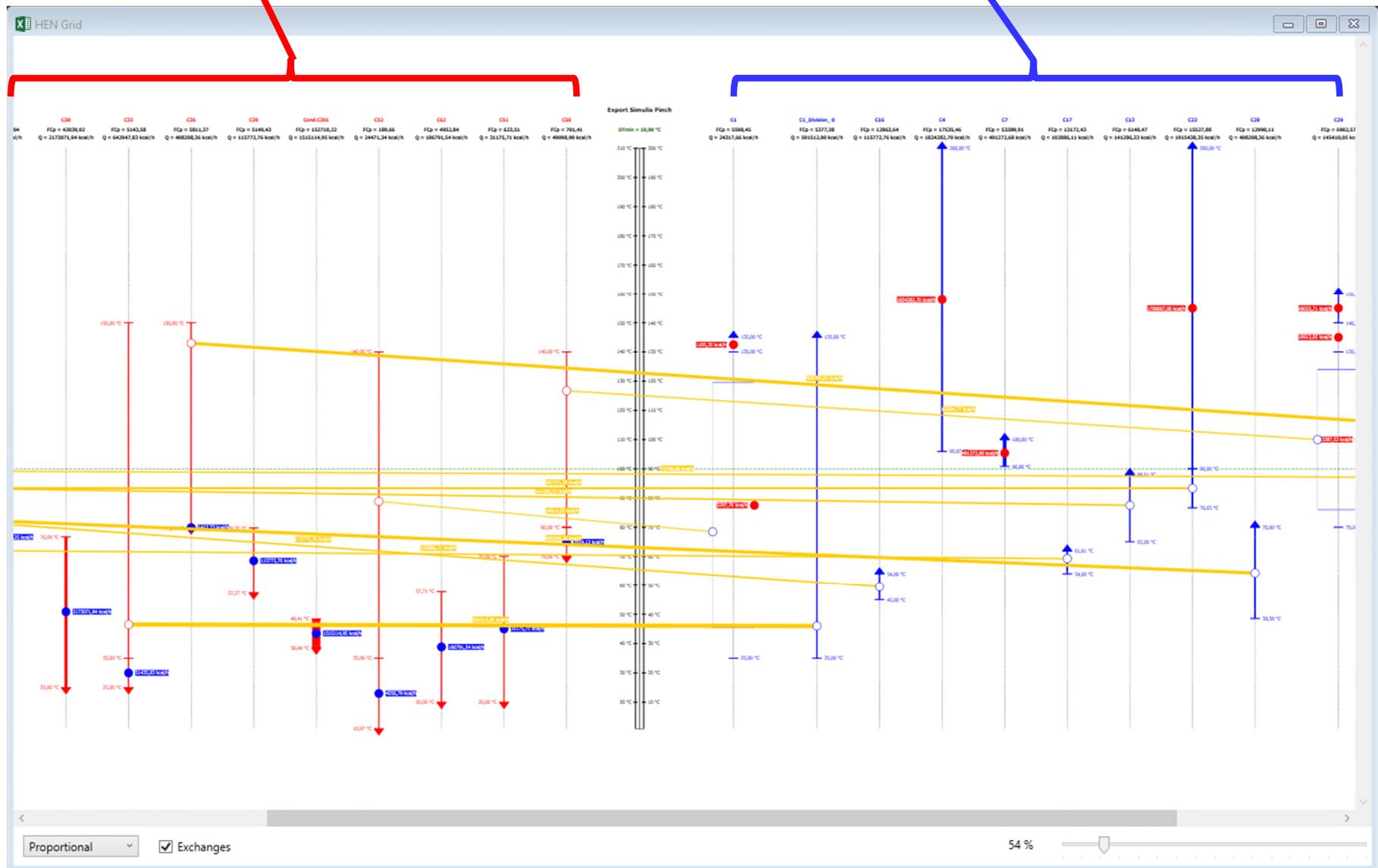
Le réseau d'échangeurs est alors affiché à l'utilisateur :



Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

Noms, $F \cdot Cp$ et Q des courants chauds

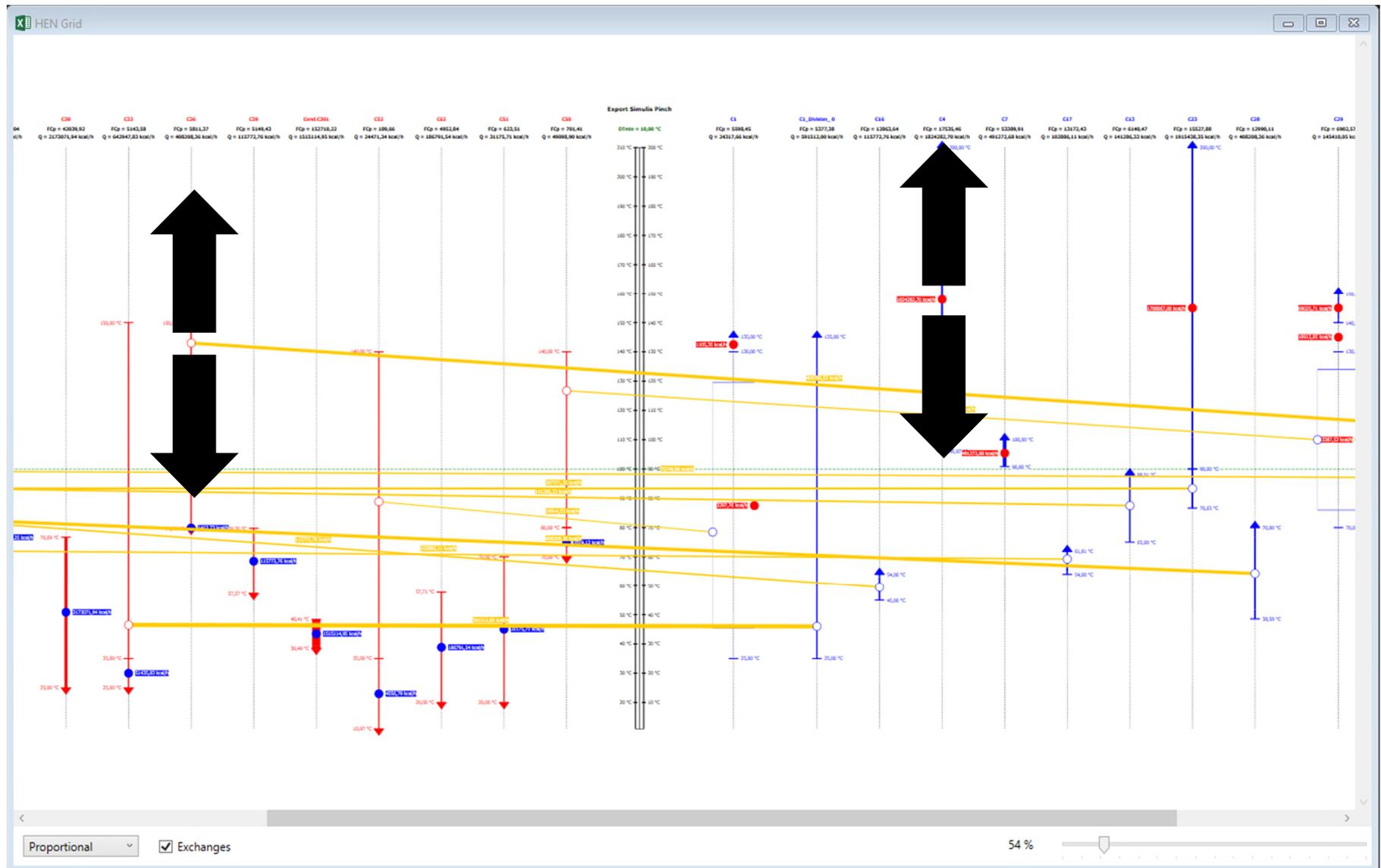
Noms, $F \cdot Cp$ et Q des courants froids



Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

Chaque rond représente un échangeur d'utilité froide (rond bleu par défaut), d'utilité chaude (rond rouge par défaut) ou un échangeur d'intégration (rond blanc par défaut)

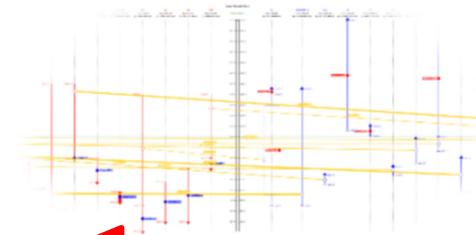
Il est possible de modifier la position des ronds et de changer les couleurs des différentes informations



Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

Deux feuilles supplémentaires ont été générées :

1. *Résultats intégration énergétique*
2. *Données d'entrée*



Ce bouton permet de réafficher le réseau d'échangeurs

 Afficher le réseau d'échangeurs

BILAN SUR LE RÉSEAU D'ÉCHANGEURS

Nombre initial d'échanges possibles :	40
Facteur multiplicatif du nombre de courants initiaux :	1,0
Pourcentage cumulé de la quantité de chaleur récupérée :	98,83
Nombre d'échangeurs :	10
Puissance totale récupérée (kcal/h) :	2 111 581,8
Quantité de chaleur encore récupérable (kcal/h) :	9 837,3
Quantité d'utilité froide encore nécessaire (kcal/h) :	4 835 756,9
Quantité d'utilité chaude encore nécessaire (kcal/h) :	4 725 562,0
Nombre d'échangeur d'utilité chaude :	10
Nombre d'échangeur d'utilité froide :	13

RÉSULTATS DE LA SYNTHÈSE AUTOMATIQUE DU RÉSEAU D'ÉCHANGEURS

Numéro de l'échangeur	DONNÉES D'ENTRÉE								Cour. T entrée (°C)
	Courant froid			Courant chaud					
	Nom	T entrée (°C)	T objectif (°C)	Q objectif (kcal/h)	Nom	T entrée (°C)	T objectif (°C)	Q objectif (kcal/h)	
1	C1	25,0	135,0	615 829,7	C33	150,0	25,0	642 947,8	25,0
2	C28	38,6	70,0	408 208,4	C43	100,0	82,1	1 556 510,7	38,6
3	C29	70,0	150,0	552 205,7	C36	150,0	79,8	408 208,4	70,0
4	C23	76,6	200,0	1 915 438,4	C43	100,0	86,8	1 148 302,4	76,6
5	C13	65,0	88,0	141 286,3	C43	100,0	86,8	940 931,0	65,0
6	C16	45,0	54,0	115 772,8	C10	100,0	80,0	141 286,3	45,0
7	C17	54,0	61,8	102 886,1	C11	80,0	65,0	102 886,1	54,0
8	Rebo.C301	83,9	136,2	650 000,0	C43	100,0	86,8	799 644,7	83,9
9	C29	70,0	140,0	76 384,3	C50	140,0	70,0	49 098,9	70,0
10	C1	25,0	135,0	24 317,7	C52	140,0	11,0	24 471,3	25,0

ÉCHANGEUR RESTANTS APRÈS LA SYNTHÈSE DU RÉSEAU D'ÉCHANGEURS

Numéro de l'échangeur	DONNÉES D'ENTRÉE								Cour. T entrée (°C)
	Courant froid			Courant chaud					
	Nom	T entrée (°C)	T objectif (°C)	Q objectif (kcal/h)	Nom	T entrée (°C)	T objectif (°C)	Q objectif (kcal/h)	
1	C29	70,0	130,0	23 387,5	C10	100,0	96,4	25 513,6	70,0
2	C28	70,0	130,0	23 387,5	C10	100,0	96,4	25 513,6	70,0

Res. Intégration Énergétique Données d'entrée

Grande courbe composée

Courbes composées (TQ)

Courants

Résultats Pinch

EE3a_Esterific ...

Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

La première partie de la feuille « Résultats intégration énergétique » récapitule les informations globales sur l'intégration énergétique et sur le réseau d'échangeurs

BILAN SUR LE RÉSEAU D'ÉCHANGEURS

Nombre initial d'échanges possibles :	40
Facteur multiplicatif du nombre de courants initiaux :	1,0
Pourcentage cumulé de la quantité de chaleur récupérée :	98,83
Nombre d'échangeurs :	10
Puissance totale récupérée (kcal/h) :	2 111 581,8
Quantité de chaleur encore récupérable (kcal/h) :	9 837,3
Quantité d'utilité froide encore nécessaire (kcal/h) :	4 835 756,9
Quantité d'utilité chaude encore nécessaire (kcal/h) :	4 725 562,0
Nombre d'échangeur d'utilité chaude :	10
Nombre d'échangeur d'utilité froide :	13

Dans le cas étudié, avec 10 échangeurs d'intégration, le réseau d'échangeurs proposé par Simulis Pinch Energy permet de récupérer 98.83% du MER (**M**aximum d'**E**nergie **R**écupérable)

Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

Les 10 échangeurs de chaleur sont décrits dans un tableau présentant les caractéristiques des échangeurs de chaleur :

RÉSULTATS DE LA SYNTHÈSE AUTOMATIQUE DU RÉSEAU D'ÉCHANGEURS

Numéro de l'échangeur	DONNÉES D'ENTRÉE							
	Courant froid				Courant chaud			
	Nom	T entrée (°C)	T objectif (°C)	Q objectif (kcal/h)	Nom	T entrée (°C)	T objectif (°C)	Q objectif (kcal/h)
1	C1	25,0	135,0	615 829,7	C33	150,0	25,0	642 947,8
2	C28	38,6	70,0	408 208,4	C43	100,0	82,1	1 556 510,7
3	C29	70,0	150,0	552 205,7	C36	150,0	79,8	408 208,4
4	C23	76,6	200,0	1 915 438,4	C43	100,0	86,8	1 148 302,4
5	C13	65,0	88,0	141 286,3	C43	100,0	86,8	940 931,0
6	C16	45,0	54,0	115 772,8	C10	100,0	80,0	141 286,3
7	C17	54,0	61,8	102 886,1	C11	80,0	65,0	102 886,1
8	Rebo.C301	83,9	136,2	650 000,0	C43	100,0	86,8	799 644,7
9	C29	70,0	140,0	76 384,3	C50	140,0	70,0	49 098,9
10	C1	25,0	135,0	24 317,7	C52	140,0	11,0	24 471,3

CARACTÉRISTIQUES DES ÉCHANGEURS							INFORMATIONS SUR L'INTÉGRATION ÉNERGÉTIQUE					
Courant froid		Courant chaud		Puissance échangée (kcal/h)	Facteur UA (kcal/h/°C)	DTML (°C)	% de la puissance récupérée / MER	Degré de couplage	Index	Efficacité	Taux de division	Puissance* efficacité
T entrée (°C)	T sortie (°C)	T entrée (°C)	T sortie (°C)									
25,0	135,0	150,0	35,0	591 512,0	47 967,5	12,3	27,7	2	222	0,99	0,96	587 304,8
38,6	70,0	86,8	82,1	408 208,4	14 553,5	28,0	26,7	1	111	1,00	1,00	408 208,4
70,0	140,0	150,0	80,0	406 795,6	40 679,6	10,0	36,3	3	322	1,00	0,84	406 795,6
76,6	90,0	100,0	86,8	207 371,3	20 601,6	10,1	29,0	2	212	1,00	0,18	207 371,3
65,0	88,0	100,0	86,8	141 286,3	8 614,9	16,4	27,8	1	112	1,00	0,15	141 286,3
45,0	54,0	96,4	80,0	115 772,8	3 001,1	38,6	31,6	1	111	1,00	1,00	115 772,8
54,0	61,8	80,0	65,0	102 886,1	7 197,6	14,3	41,1	1	111	1,00	1,00	102 886,1
83,9	90,0	100,0	98,7	75 750,0	6 176,6	12,3	51,3	2	213	1,00	1,00	75 750,0
70,0	130,0	140,0	80,0	42 084,8	4 208,5	10,0	58,6	3	322	1,00	0,64	42 084,8
25,0	130,0	140,0	35,0	19 914,6	1 991,5	10,0	66,9	3	322	1,00	0,86	19 914,6

Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

Le premier résultat permet de voir que $\approx 100\%$ de l'énergie récupérable (MER) ont bien été récupérés à l'aide de 10 échangeurs de chaleur.

Cette solution est-elle la plus adaptée ? Existe-t-il une autre configuration plus intéressante ?

Du point de vue de la récupération de chaleur, $\approx 100\%$ de la chaleur récupérable ont bien été récupérés, donc il semble difficile de mieux faire !

Du point de vue de la conception, il existe peut être des contraintes de site :

- Deux courants ne peuvent pas échanger car ils sont trop visqueux (problème de conception d'échangeurs)
- Deux courants ne peuvent pas échanger parce qu'ils sont trop éloignés
- L'utilisateur préfère une intégration locale
- L'utilisateur ne veut pas de division de courant
- L'utilisateur veut diminuer le coût des échangeurs
- ...

Il sera moins coûteux de favoriser les échangeurs présentant une moyenne logarithmique de différence de température (DTML) entre les courants chauds et froids la plus haute possible, afin de réduire au maximum la surface d'échange et de baisser ainsi les coûts des échangeurs de chaleur.

A ce stade, il est possible de choisir une autre spécification pour les échangeurs de chaleur, ou bien de modifier certains critères afin de trouver la meilleure solution possible.

Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

Les options graphiques de Simulis Pinch Energy :

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

Synthèse du réseau d'échangeurs : Options graphiques

Affichage du réseau d'échangeurs

Type de graphique

Type d'affichage des flux

Options de tracé...

Autres résultats graphiques

Tracer les diagrammes en barres des échangeurs

Tracer les connexions entre les courants

Afficher les noms des courants

Afficher les numéros des échangeurs

Ajouter une image en fond

Aucune image sélectionnée

Sélection des dimensions

Aide Valider Annuler

Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

Les options graphiques de Simulis Pinch Energy :

Synthèse du réseau d'échangeurs : Options graphiques

Affichage du réseau d'échangeurs

Type de graphique : Standard

Type d'affichage des flux : Proportionnel

Options de tracé...

Autres résultats graphiques

Tracer les diagrammes en barres des échangeurs

Tracer les connexions entre les courants

Afficher les noms des courants

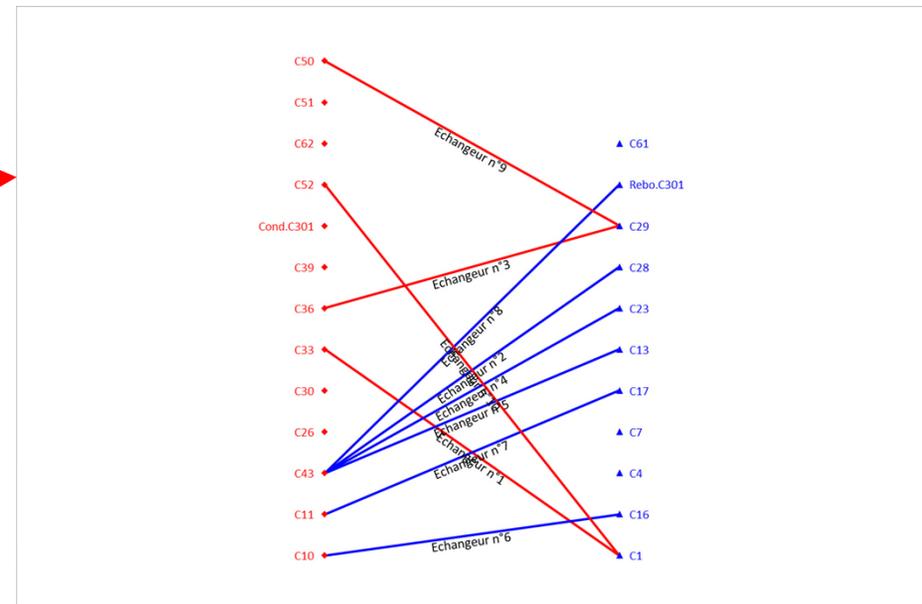
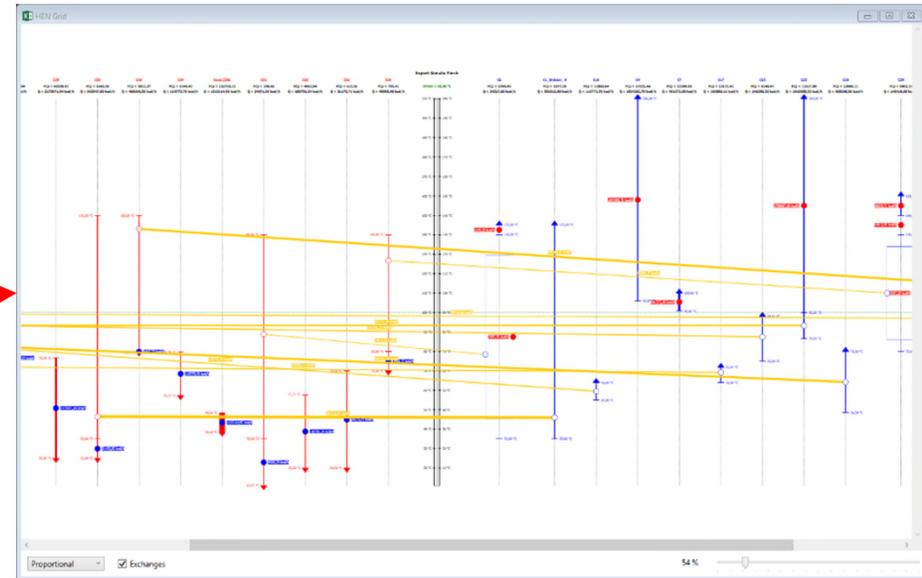
Afficher les numéros des échangeurs

Ajouter une image en fond

Aucune image sélectionnée

Sélection des dimensions

Aide Valider Annuler



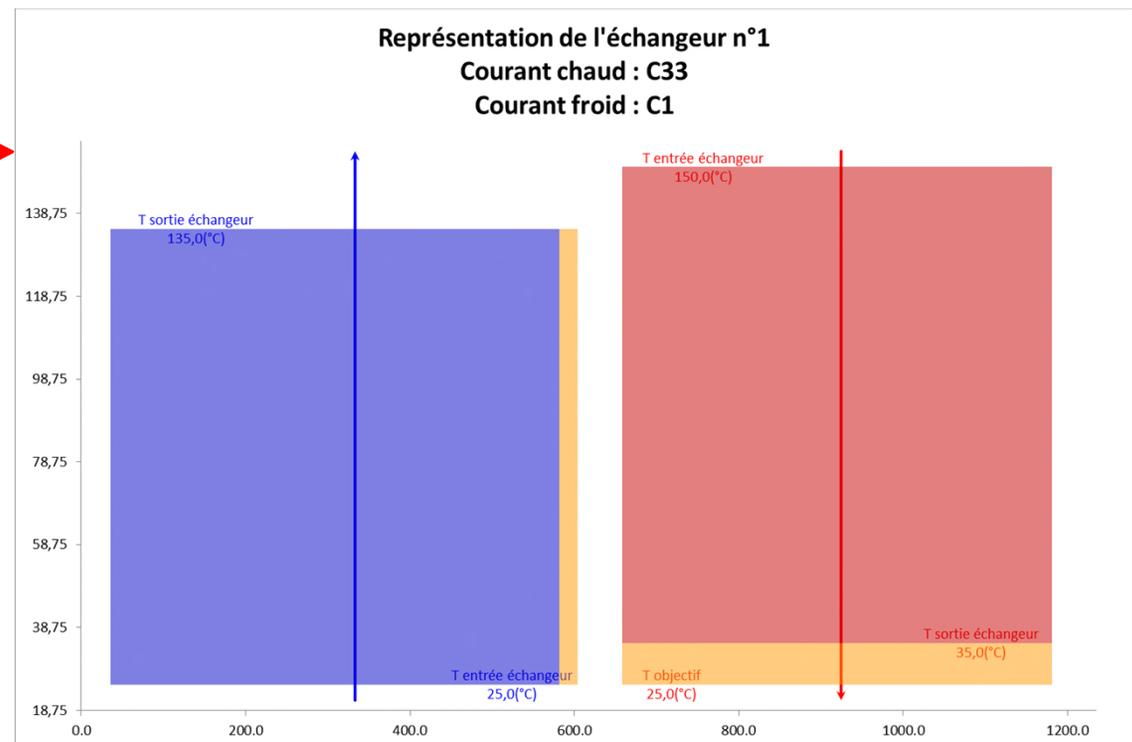
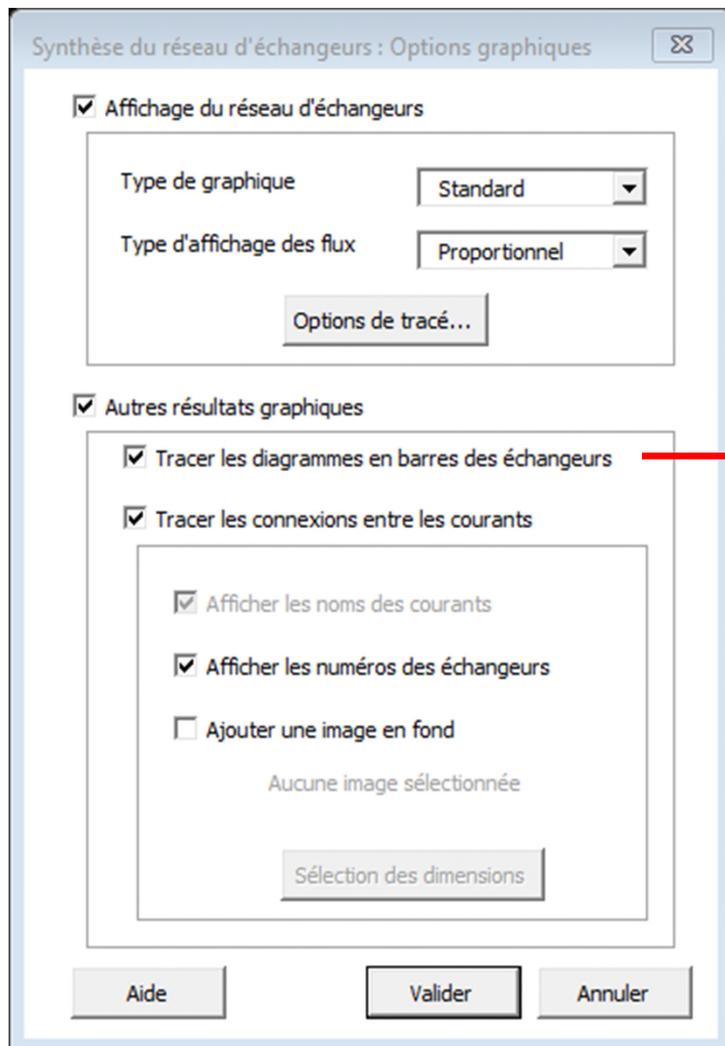
Les couleurs utilisées pour le réseau d'échangeurs sont modifiées en cliquant sur le bouton **Options du tracé**

Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

Les **options graphiques** de Simulis Pinch Energy :

Une représentation en diagramme pour chaque échangeur est possible en cochant la case suivante.

Simulis Pinch Energy génère à la fin du calcul une feuille MS-Excel par échangeur avec la représentation en diagramme



Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

Utilisation de Simulis Pinch Energy en mode de sélection **Manuelle** ou **Semi-Automatique** :

1. Sélectionnez les données et retrouvez la fenêtre suivante
2. Cochez l'option **Synthèse du réseau d'échangeurs**
3. Méthode de sélection : **Manuelle**

Analyse du réseau d'échangeurs

Caractérisation d'un échange

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

Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

Numéro de l'échangeur	DONNÉES D'ENTRÉE								CARACTÉRISTIQUES DES ÉCHANGEURS						
	Courant froid				Courant chaud				Courant froid		Courant chaud		Puissance échangée (kcal/h)	Facteur UA (kcal/h/°C)	DTML (°C)
	Nom	T entrée (°C)	T objectif (°C)	Q objectif (kcal/h)	Nom	T entrée (°C)	T objectif (°C)	Q objectif (kcal/h)	T entrée (°C)	T sortie (°C)	T entrée (°C)	T sortie (°C)			
1	C1	25,0	135,0	615 829,7	C43	100,0	82,1	1 556 510,7	25,0	90,0	100,0	82,1	363 899,3	13 464,1	27,0
2	C1	25,0	135,0	615 829,7	C43	100,0	82,1	1 556 510,7	25,0	90,0	100,0	95,8	363 899,3	11 713,6	31,1
3	C1	25,0	135,0	615 829,7	C30	76,7	25,0	2 173 071,9	25,0	66,7	76,7	35,0	233 403,2	23 340,3	10,0
4	C1	25,0	135,0	615 829,7	C30	76,7	25,0	2 173 071,9	25,0	66,7	76,7	71,1	233 403,2	9 875,5	23,6
5	C1	25,0	135,0	615 829,7	C33	150,0	25,0	642 947,8	25,0	135,0	150,0	35,0	591 512,0	47 967,5	12,3
6	C1	25,0	135,0	615 829,7	C33	150,0	25,0	642 947,8	25,0	135,0	150,0	35,0	591 512,0	41 768,2	14,2
7	C1	25,0	135,0	615 829,7	C36	150,0	79,8	408 208,4	79,8	100,0	100,0	79,8	408 208,4	25 044,6	16,3
8	C1	25,0	135,0	615 829,7	C36	150,0	79,8	408 208,4	79,8	100,0	100,0	79,8	408 208,4	13 295,0	30,7
9	C1	25,0	135,0	615 829,7	C36	150,0	79,8	408 208,4	79,8	100,0	100,0	79,8	408 208,4	7 642,9	53,4
10	C4	96,0	200,0	1 824 282,7	C33	150,0	25,0	642 947,8	96,0	110,6	150,0	106,0	226 492,2	22 649,2	10,0
11	C4	96,0	200,0	1 824 282,7	C33	150,0	25,0	642 947,8	96,0	110,6	150,0	106,0	226 492,2	10 290,8	22,0
12	C4	96,0	200,0	1 824 282,7	C36	150,0	79,8	408 208,4	96,0	110,6	150,0	106,0	255 897,4	25 589,7	10,0
13	C4	96,0	200,0	1 824 282,7	C36	150,0	79,8	408 208,4	96,0	110,6	150,0	106,0	255 897,4	11 927,2	21,5
14	C7	90,8	100,0	491 272,7	C33	150,0	25,0	642 947,8	90,8	100,0	150,0	100,8	253 072,5	10 182,6	24,9
15	C7	90,8	100,0	491 272,7	C33	150,0	25,0	642 947,8	90,8	95,5	150,0	100,8	253 072,5	9 647,3	26,2
16	C7	90,8	100,0	491 272,7	C36	150,0	79,8	408 208,4	90,8	100,0	150,0	100,8	285 928,5	11 504,6	24,9
17	C7	90,8	100,0	491 272,7	C36	150,0	79,8	408 208,4	90,8	96,2	150,0	100,8	285 928,5	10 978,7	26,0
18	C23	76,6	200,0	1 915 438,4	C33	150,0	25,0	642 947,8	76,6	140,0	150,0	86,6	325 870,5	32 587,1	10,0
19	C23	76,6	200,0	1 915 438,4	C33	150,0	25,0	642 947,8	76,6	97,6	150,0	86,6	325 870,5	12 734,7	25,6
20	C23	76,6	200,0	1 915 438,4	C36	150,0	79,8	408 208,4	76,6	140,0	150,0	86,6	368 177,8	36 817,8	10,0
21	C23	76,6	200,0	1 915 438,4	C36	150,0	79,8	408 208,4	76,6	100,4	150,0	86,6	368 177,8	14 880,6	24,7
22	C28	38,6	70,0	408 208,4	C43	100,0	82,1	1 556 510,7	38,6	70,0	86,8	82,1	408 208,4	14 553,5	28,0
23	C28	38,6	70,0	408 208,4	C43	100,0	82,1	1 556 510,7	38,6	70,0	100,0	82,1	408 208,4	11 235,1	36,3
24	C28	38,6	70,0	408 208,4	C43	100,0	82,1	1 556 510,7	38,6	70,0	100,0	95,3	408 208,4	9 730,2	42,0
25	C28	38,6	70,0	408 208,4	C30	76,7	25,0	2 173 071,9	38,6	66,7	76,7	48,6	365 219,9	36 522,0	10,0
26	C28	38,6	70,0	408 208,4	C30	76,7	25,0	2 173 071,9	38,6	66,7	76,7	68,0	365 219,9	20 290,6	18,0
27	C28	38,6	70,0	408 208,4	C33	150,0	25,0	642 947,8	38,6	70,0	127,9	48,6	408 208,4	14 959,6	27,3

Selection de l'échangeur

Sélectionner le numéro de l'échangeur désiré

Sélection automatique

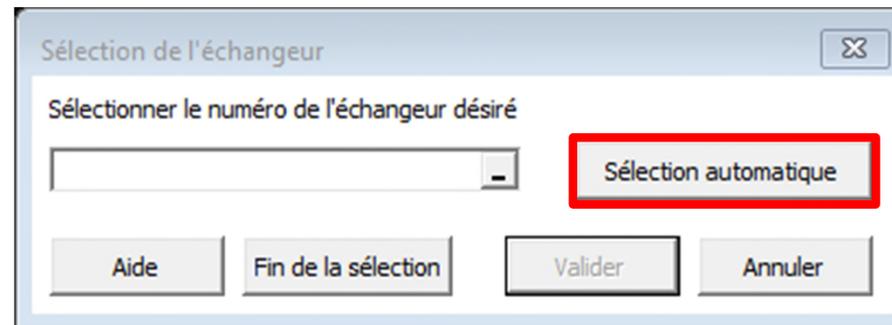
Aide Fin de la sélection Valider Annuler

1. Sélectionnez l'échangeur désiré dans la colonne **Numéro de l'échangeur**
2. Cliquez sur **Valider**

Étape 3 : conception du réseau d'échangeurs de chaleur

En mode de sélection **Manuelle**, Simulis Pinch Energy propose à l'utilisateur une liste d'échangeurs. L'utilisateur sélectionne les échangeurs jusqu'à ce qu'un des critères d'arrêt soit atteint.

En mode de sélection **Semi-Automatique**, l'utilisateur commence à sélectionner les échangeurs comme pour la méthode **Manuelle**. Avec cette méthode, l'utilisateur peut à Tout moment demander à Simulis Pinch Energy de continuer la sélection des échangeurs de manière automatique (méthode **Automatique**) en appuyant sur le bouton **Sélection automatique**.





ProSim SA

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

☎: +33 (0) 5 62 88 24 30



ProSim

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