fives
Industry can do it

EXEMPLE D'APPLICATION PROSEC

SIMULATION D'UN ECHANGEUR A PLAQUES ET AILETTES BRASEES (EPAB) AVEC L'OPERATION UNITAIRE CAPE-OPEN CO-PROSEC

RECUPERATION DE GPL

INTERET DE L'EXEMPLE
Cet exemple présente un échangeur de chaleur à plaques et ailettes brasées utilisé dans un procédé de récupération de GPL d'un gaz naturel. Cet échangeur est modélisé en utilisant CO-ProSec, l'opération unitaire CAPE-OPEN de Fives ProSim dédiée à la simulation des échangeurs à plaques et ailettes brasées. CO-ProSec permet de prendre en compte l'effet de l'empilage et de la pression sur les courbes enthalpiques. Deux cas sont considérés concernant les données thermodynamiques et les propriétés physico-chimiques nécessaires : calculées automatiquement par le serveur thermodynamique ou fournies sous forme tabulée par l'utilisateur.

DIFFUSION	☑ Libre Internet	☐ Réservée clients	☐ Restreinte	☐ Confidentielle

FICHIER PROSEC CORRESPONDANT	*COPROSEC_EX_FR-Recuperation-de-GPL.pmp3*

Il est rappelé au lecteur que ce cas d'utilisation est un exemple et ne doit pas être utilisé à d'autres fins. Bien que cet exemple soit basé sur un cas réel il ne doit pas être considéré comme un modèle de ce type de procédé et les données utilisées ne sont pas toujours les plus exactes disponibles. Fives ProSim ne pourra en aucun cas être tenu pour responsable de l'application qui pourra être faite des calculs basés sur cet exemple.

Fives ProSim
Siège social : Immeuble Stratège A - 51 rue Ampère - 31670 Labège - FRANCE
Tél. : +33 (0)5 62 88 24 30
S.A.S. au capital de 147 800 € - 350 476 487 R.C.S. Toulouse - Siret 350 476 487 00037 - APE 5829C - N° TVA FR 10 350 476 487
www.fivesgroup.com / www.fives-prosim.com

TABLE DES MATIERES

1. MODELISATION DU PROCEDE 3

1.1. Description du procédé 3

1.2. Schéma du procédé 4

1.3. Constituants 5

1.4. Modèle thermodynamique 5

1.5. Données tabulées 5

1.5.1. Courant « Méthane & GPL » 6

1.5.2. Courant « Retour vapeur » 8

1.5.3. Courant « Retour liquide » 9

1.5.4. Courants « Propane – 1 » et « Propane – 2 » 11

1.6. Paramètres opératoires 13

1.6.1. Alimentations du procédé 13

1.6.2. Echangeur à plaques et ailettes brasées E101 13

2. RESULTATS 18

2.1. Bilans matière et enthalpique 18

2.2. Profils de l'échangeur à plaques et ailettes brasées E101 19

3. BIBLIOGRAPHIE 20

Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés

1. MODELISATION DU PROCEDE

1.1. Description du procédé

Cet exemple traite de la simulation d'un échangeur à plaques et ailettes brasées (EPAB) utilisé dans un procédé de récupération du GPL (Gaz de Pétrole Liquéfié) d'un gaz naturel. Le GPL est un hydrocarbure composé majoritairement de coupes en C3 et C4, le propane et le butane étant les principaux composants.

Un seul EPAB peut contenir une dizaine de courants différents. Grâce à son faible coût de production et à ses hautes performances (ils sont généralement fabriqués en aluminium), il est souvent utilisé notamment dans les procédés cryogéniques. Il va être simulé avec l'opération unitaire CAPE-OPEN Co-ProSec. La modélisation mise en œuvre dans cette opération unitaire est un modèle détaillé qui tient compte notamment de toute la complexité de la géométrie de tels échangeurs. L'empilage est pris en compte. L'hypothèse de température de paroi commune (hypothèse TPC) est utilisée uniquement dans l'étape d'initialisation.

L'alimentation principale en gaz est le courant C02in. Ce courant est partiellement condensé dans l'échangeur à plaques et ailettes brasées E101. En sortie de l'échangeur (courant C02out), il est envoyé dans un séparateur diphasique (non représenté dans cet exemple) pour récupérer le méthane et l'éthane. Les deux courants de sortie sont renvoyés dans l'échangeur à plaques et ailettes brasées en tant que courants froids (courant C03in et courant C04in). Le gaz (courant C03in) une fois traité est composé principalement de méthane et d'éthane et est évacué à la sortie de l'échangeur (courants C03out). Les lourds (courant liquide C04in) partiellement vaporisés dans l'échangeur à plaques et ailettes brasées sont envoyés dans un dééthaniseur (non représenté dans cet exemple). Cette colonne est dimensionnée pour récupérer en pied de colonne du gaz liquéfié ayant une fraction massique en méthane spécifiée. Les principaux courants froids de l'échangeur à plaques et ailettes brasées (C05in et C06in) sont deux courants de propane circulant dans une boucle de réfrigération (non représentée dans cet exemple).

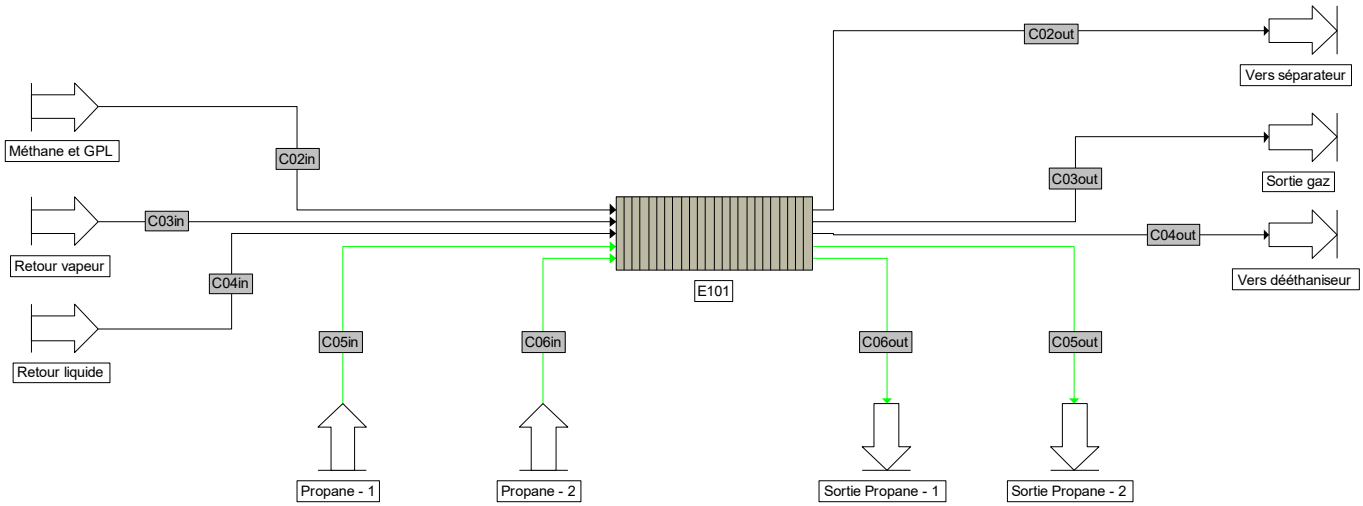
Concernant les données thermodynamiques et les propriétés physico-chimiques nécessaires à la simulation, deux cas sont considérés :

- ✓ Calculées automatiquement par l'opération unitaire : l'opération unitaire CAPE-OPEN CO-ProSec étant utilisée dans cet exemple dans l'environnement de simulation ProSimPlus, elle utilise alors le serveur de calculs de propriétés physico-chimiques et d'équilibres entre phases Simulis Thermodynamics disponible dans ProSimPlus.
- ✓ Fournies par l'utilisateur sont formes de données tabulées calculées avant la simulation et en-dehors du logiciel (en utilisant par exemple Simulis Thermodynamics dans Excel ou ProPhyPlus).

Cet exemple est extrait de [POL89].

Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés

1.2. Schéma du procédé



Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés

1.3. Constituants

Les constituants pris en compte dans la simulation, leurs formules chimiques et numéros CAS sont présentés dans le tableau ci-après. Leurs propriétés de corps pur sont extraites de la base de données standard livrée avec ProSimPlus [ROW23].

Constituant	Formule chimique	Numéro CAS[1]
Azote	N_2	7727-37-9
Méthane	CH_4	74-82-8
Ethane	C_2H_6	74-84-0
Propane	C_3H_8	74-98-6
Isobutane	C_4H_{10}	75-28-5
n-butane	C_4H_{10}	106-97-8
Isopentane	C_5H_{12}	78-78-4
n-pentane	C_5H_{12}	109-66-0
n-hexane	C_6H_{14}	110-54-3
n-heptane	C_7H_{16}	142-82-5

1.4. Modèle thermodynamique

Le modèle thermodynamique est basé sur une approche par équation d'état. L'équation d'état retenue est celle de Peng-Robinson (PR) [PEN76] avec les paramètres d'interaction binaire stockés dans la base de données de ProSimPlus.

1.5. Données tabulées

Si l'utilisateur ne souhaite pas utiliser le calcul automatique des données thermodynamiques et les propriétés physico-chimiques nécessaires à la simulation, il peut les fournir sous forme de données tabulées. Les paragraphes suivants présentent celles qui ont été utilisées dans la partie de l'exemple montrant cette possibilité. Elles ont été générées en utilisant les constituants du paragraphe 1.3 et le modèle thermodynamique du paragraphe 1.4. Elles ont été générées en utilisant Simulis Thermodynamics dans Excel.

[1] *CAS Registry Numbers® are the intellectual property of the American Chemical Society and are used by Fives ProSim SAS with the express permission of ACS. CAS Registry Numbers® have not been verified by ACS and may be inaccurate.*

Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés

1.5.1. Courant « Méthane & GPL »

	P1 = 833 psi		P2 = 828 psi	
T	ω	H	ω	H
°F	Massique	cal/g	Massique	cal/g
-21	0,6612	-74,251	0,6622	-74,071
-13,95	0,6856	-70,239	0,6864	-70,068
-6,89	0,7089	-66,309	0,7097	-66,143
0,16	0,7317	-62,442	0,7324	-62,281
7,21	0,7540	-58,628	0,7546	-58,471
14,26	0,7759	-54,859	0,7764	-54,706
21,32	0,7975	-51,135	0,7979	-50,985
28,37	0,8186	-47,455	0,8190	-47,307
35,42	0,8392	-43,824	0,8396	-43,679
42,48	0,8591	-40,249	0,8595	-40,106
49,53	0,8782	-36,737	0,8785	-36,597
56,58	0,8962	-33,296	0,8965	-33,159
63,63	0,9130	-29,934	0,9132	-29,800
70,69	0,9285	-26,654	0,9286	-26,523
77,74	0,9427	-23,453	0,9428	-23,326
84,79	0,9557	-20,326	0,9558	-20,203
91,85	0,9677	-17,262	0,9677	-17,142
98,90	0,9789	-14,247	0,9789	-14,131
105,95	0,9896	-11,268	0,9896	-11,155
113,00	1	-8,312	1,0000	-8,201
113,03	1	-8,304	1	-8,191
113,48	1	-8,149	1	-5,783
113,95	1	-7,986	1	-5,622
114,42	1	-7,823	1	-5,460
114,90	1	-7,661	1	-5,298
115,37	1	-7,498	1	-5,136
115,85	1	-7,336	1	-4,975
116,32	1	-7,173	1	-4,813
116,79	1	-7,011	1	-4,651
117,27	1	-6,849	1	-4,490
117,74	1	-6,686	1	-4,328
118,21	1	-6,524	1	-4,167
118,69	1	-6,362	1	-4,005
119,16	1	-6,200	1	-3,844
119,63	1	-6,037	1	-3,683
120,11	1	-5,875	1	-3,521
120,58	1	-5,713	1	-3,360
121,05	1	-5,551	1	-3,199
121,53	1	-5,389	1	-3,038
122	1	-5,227	1	-2,876

Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés

Phase vapeur				
T	ρ	Cp	μ	λ
°F	lb/ft3	cal/g/K	lb/ft/h	Btu/ft/h/F
-21	4,6156	0,8108	0,0280	0,0212
-13,95	4,5081	0,7847	0,0282	0,0213
-6,89	4,4140	0,7626	0,0284	0,0213
0,16	4,3308	0,7436	0,0286	0,0213
7,21	4,2568	0,7272	0,0288	0,0214
14,26	4,1903	0,7128	0,0290	0,0215
21,32	4,1297	0,7001	0,0292	0,0216
28,37	4,0739	0,6889	0,0295	0,0216
35,42	4,0215	0,6788	0,0297	0,0217
42,48	3,9715	0,6699	0,0300	0,0219
49,53	3,9229	0,6618	0,0302	0,0220
56,58	3,8747	0,6546	0,0304	0,0221
63,63	3,8263	0,6480	0,0307	0,0222
70,69	3,7775	0,6422	0,0309	0,0224
77,74	3,7284	0,6369	0,0312	0,0226
84,79	3,6791	0,6322	0,0315	0,0227
91,85	3,6303	0,6281	0,0317	0,0229
98,90	3,5825	0,6246	0,0320	0,0231
105,95	3,5364	0,6215	0,0322	0,0233
112,90	3,4931	0,6189	0,0325	0,0235
122	3,3992	0,6156	0,0328	0,0238

Phase liquide				
T	ρ	Cp	μ	λ
°F	lb/ft3	cal/g/K	lb/ft/h	Btu/ft/h/F
-21	28,8991	0,6387	0,2500	0,0685
-13,95	29,1793	0,6328	0,2558	0,0682
-6,89	29,4256	0,6281	0,2609	0,0677
0,16	29,6464	0,6242	0,2655	0,0673
7,21	29,8492	0,6211	0,2699	0,0668
14,26	30,0404	0,6185	0,2742	0,0663
21,32	30,2258	0,6163	0,2785	0,0659
28,37	30,4107	0,6142	0,2831	0,0654
35,42	30,5995	0,6123	0,2880	0,0651
42,48	30,7962	0,6105	0,2934	0,0647
49,53	31,0033	0,6087	0,2995	0,0644
56,58	31,2216	0,6069	0,3062	0,0642
63,63	31,4496	0,6051	0,3135	0,0640
70,69	31,6830	0,6034	0,3214	0,0638
77,74	31,9157	0,6020	0,3296	0,0636
84,79	32,1401	0,6009	0,3378	0,0634
91,85	32,3493	0,6003	0,3457	0,0632
98,90	32,5371	0,6001	0,3530	0,0630
105,95	32,6997	0,6004	0,3596	0,0628
112,90	32,8328	0,6011	0,3651	0,0625

Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés

1.5.2. Courant « Retour vapeur »

	P1 = 829 psi		P2 = 808 psi	
T	ω	H	ω	H
°F	Massique	cal/g	Massique	cal/g
-5,04	1	-48,283	1	-47,506
1,17	1	-45,716	1	-44,981
7,38	1	-43,218	1	-42,519
13,59	1	-40,776	1	-40,111
19,81	1	-38,384	1	-37,747
26,02	1	-36,032	1	-35,422
32,23	1	-33,716	1	-33,131
38,45	1	-31,431	1	-30,868
44,66	1	-29,173	1	-28,629
50,87	1	-26,937	1	-26,413
57,08	1	-24,722	1	-24,215
63,30	1	-22,524	1	-22,033
69,51	1	-20,341	1	-19,865
75,72	1	-18,171	1	-17,710
81,94	1	-16,013	1	-15,564
88,15	1	-13,864	1	-13,428
94,36	1	-11,723	1	-11,299
100,57	1	-9,589	1	-9,176
106,79	1	-7,461	1	-7,059
113	1	-5,338	1	-4,946

Phase vapeur				
T	ρ	Cp	μ	λ
°F	lb/ft3	cal/g/K	lb/ft/h	Btu/ft/h/F
-5,04	4,3620	0,7549	0,0284	0,0213
1,17	4,2161	0,7332	0,0285	0,0213
7,38	4,0838	0,7152	0,0286	0,0214
13,59	3,9629	0,6999	0,0287	0,0216
19,81	3,8519	0,6869	0,0289	0,0217
26,02	3,7492	0,6758	0,0290	0,0218
32,23	3,6540	0,6663	0,0292	0,0220
38,45	3,5651	0,6580	0,0293	0,0221
44,66	3,4820	0,6508	0,0295	0,0223
50,87	3,4039	0,6446	0,0297	0,0225
57,08	3,3304	0,6392	0,0299	0,0226
63,30	3,2610	0,6345	0,0301	0,0228
69,51	3,1954	0,6304	0,0303	0,0230
75,72	3,1331	0,6269	0,0305	0,0232
81,94	3,0738	0,6239	0,0307	0,0234
88,15	3,0174	0,6213	0,0309	0,0236
94,36	2,9637	0,6192	0,0311	0,0239
100,57	2,9123	0,6173	0,0313	0,0241
106,79	2,8631	0,6159	0,0315	0,0243
113	2,8159	0,6147	0,0317	0,0245

Phase liquide				
T	ρ	Cp	μ	λ
°F	lb/ft3	cal/g/K	lb/ft/h	Btu/ft/h/F
-5	4,1131	0,7547	0,0284	0,0213
1,21	3,9859	0,7331	0,0285	0,0213
7,43	3,8699	0,7150	0,0286	0,0214
13,64	3,7635	0,6998	0,0287	0,0216
19,85	3,6652	0,6869	0,0289	0,0217

Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés

1.5.3. Courant « Retour liquide »

	P1 = 829 psi		P2 = 824 psi	
T	ω	H	ω	H
°F	Massique	cal/g	Massique	cal/g
-20,89	0	-113,026	0	-113,030
-20,05	0	-112,744	0	-112,747
-19,21	0	-112,461	0	-112,464
-18,37	0	-112,178	0	-112,181
-17,53	0	-111,894	0	-111,897
-16,69	0	-111,610	0	-111,612
-15,85	0	-111,325	0	-111,327
-15,01	0	-111,039	0	-111,042
-14,17	0	-110,754	0	-110,756
-13,34	0	-110,467	0	-110,470
-12,50	0	-110,180	0	-110,183
-11,66	0	-109,893	0	-109,895
-10,82	0	-109,605	0	-109,607
-9,98	0	-109,317	0	-109,319
-9,14	0	-109,028	0	-109,030
-8,30	0	-108,738	0	-108,740
-7,46	0	-108,448	0	-108,450
-6,62	0	-108,158	0	-108,159
-5,89	0	-107,904	0	-107,906
-5,78	0	-107,867	0,0003	-107,856
-4,94	0	-107,575	0,0024	-107,474
5,78	0,0255	-102,746	0,0277	-102,650
16,50	0,0490	-97,988	0,0510	-97,897
27,22	0,0714	-93,254	0,0734	-93,165
37,95	0,0936	-88,506	0,0955	-88,417
48,67	0,1161	-83,714	0,1179	-83,625
59,39	0,1395	-78,854	0,1413	-78,762
70,11	0,1643	-73,902	0,1662	-73,807
80,83	0,1912	-68,841	0,1931	-68,742
91,56	0,2205	-63,654	0,2224	-63,549
102,28	0,2528	-58,327	0,2548	-58,215
113	0,2886	-52,848	0,2907	-52,729

Phase vapeur				
T	ρ	Cp	μ	λ
°F	lb/ft3	cal/g/K	lb/ft/h	Btu/ft/h/F
-4,84	4,3597	0,7543	0,0284	0,0213
5,88	4,2829	0,7312	0,0287	0,0213
16,60	4,2311	0,7126	0,0291	0,0214
27,32	4,2013	0,6977	0,0295	0,0215
38,05	4,1911	0,6856	0,0299	0,0216
48,77	4,1987	0,6760	0,0304	0,0217
59,49	4,2228	0,6685	0,0308	0,0218
70,21	4,2623	0,6629	0,0312	0,0218
80,93	4,3163	0,6588	0,0317	0,0219
91,66	4,3837	0,6563	0,0322	0,0220
102,38	4,4636	0,6552	0,0326	0,0221
113,1	4,5551	0,6552	0,0331	0,0222

Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés

Phase liquide				
T	ρ	Cp	μ	λ
°F	lb/ft3	cal/g/K	lb/ft/h	Btu/ft/h/F
-20,89	30,4344	0,6050	0,2897	0,0712
-20,05	30,3882	0,6061	0,2882	0,0710
-19,21	30,3419	0,6071	0,2868	0,0709
-18,37	30,2954	0,6081	0,2853	0,0707
-17,53	30,2488	0,6092	0,2839	0,0705
-16,69	30,2021	0,6103	0,2825	0,0703
-15,85	30,1553	0,6113	0,2810	0,0701
-15,01	30,1083	0,6124	0,2796	0,0699
-14,17	30,0612	0,6135	0,2782	0,0697
-13,34	30,0139	0,6146	0,2768	0,0695
-12,50	29,9665	0,6157	0,2754	0,0693
-11,66	29,9190	0,6168	0,2740	0,0691
-10,82	29,8713	0,6179	0,2727	0,0690
-9,98	29,8234	0,6191	0,2713	0,0688
-9,14	29,7754	0,6202	0,2699	0,0686
-8,30	29,7273	0,6214	0,2686	0,0684
-7,46	29,6790	0,6225	0,2672	0,0682
-6,62	29,6305	0,6237	0,2659	0,0680
-5,78	29,5818	0,6249	0,2646	0,0678
-4,94	29,5330	0,6261	0,2632	0,0677
5,78	29,5416	0,6280	0,2612	0,0663
16,50	29,4912	0,6316	0,2579	0,0650
27,22	29,3936	0,6366	0,2537	0,0636
37,95	29,2576	0,6426	0,2489	0,0623
48,67	29,0901	0,6497	0,2436	0,0609
59,39	28,8964	0,6575	0,2381	0,0596
70,11	28,6810	0,6661	0,2325	0,0584
80,83	28,4478	0,6753	0,2270	0,0572
91,56	28,2002	0,6851	0,2215	0,0560
102,28	27,9412	0,6953	0,2161	0,0550
113	27,6741	0,7059	0,2110	0,0539

Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés

1.5.4. Courants « Propane – 1 » et « Propane – 2 »

	P1 = 31 psi		P2 = 30 psi	
T	ω	H	ω	H
°F	Massique	cal/g	Massique	cal/g
-20,89	0	-119,656	0	-119,657
-20,42	0	-119,515	0	-119,516
-19,94	0	-119,374	0	-119,376
-19,47	0	-119,234	0	-119,235
-19,00	0	-119,093	0	-119,094
-18,52	0	-118,952	0	-118,953
-18,05	0	-118,810	0	-118,812
-17,57	0	-118,669	0	-118,670
-17,10	0	-118,528	0	-118,529
-16,63	0	-118,386	0	-118,387
-16,15	0	-118,245	0	-118,246
-15,68	0	-118,103	0	-118,104
-15,21	0	-117,961	0	-117,962
-14,73	0	-117,819	0	-117,820
-14,26	0	-117,677	0	-117,678
-13,79	0	-117,534	0	-117,535
-13,49	0	-117,446	0	-117,447
-13,31	0	-117,392	0,0208	-115,365
-12,84	0	-117,249	0,0947	-108,046
-12,36	0	-117,107	0,2101	-96,688
-11,89	0	-116,964	0,3819	-79,881
-11,27	0,0897	-108,076	0,6389	-54,815
-10,65	0,2493	-92,422	0,8322	-35,960
-10,03	0,4963	-68,347	0,9582	-23,672
-9,41	0,7329	-45,325	1	-19,518
-8,79	0,8941	-29,641	1	-19,395
-8,17	1	-19,330	1	-19,272
-1,32	1	-17,962	1	-17,905
5,53	1	-16,581	1	-16,525
12,38	1	-15,186	1	-15,132
19,23	1	-13,777	1	-13,725
26,08	1	-12,355	1	-12,303
32,94	1	-10,918	1	-10,868
39,79	1	-9,467	1	-9,417
46,64	1	-8,000	1	-7,952
53,49	1	-6,519	1	-6,472
60,34	1	-5,023	1	-4,977
67,19	1	-3,511	1	-3,466
74,04	1	-1,984	1	-1,940
80,89	1	-0,441	1	-0,398
87,74	1	1,117	1	1,160
94,60	1	2,692	1	2,733
101,45	1	4,282	1	4,322
108,30	1	5,888	1	5,928
115,15	1	7,510	1	7,549
122	1	9,148	1	9,186

Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés

Phase vapeur				
T	ρ	Cp	μ	λ
°F	lb/ft3	cal/g/K	lb/ft/h	Btu/ft/h/F
-11,79	0,2979	0,3565	0,0167	0,0083
-11,17	0,2989	0,3566	0,0167	0,0083
-10,55	0,2997	0,3568	0,0167	0,0083
-9,93	0,3002	0,3570	0,0167	0,0083
-9,31	0,3005	0,3572	0,0167	0,0083
-8,69	0,3006	0,3575	0,0167	0,0083
-8,07	0,3006	0,3578	0,0167	0,0083
-1,22	0,2953	0,3612	0,0170	0,0085
5,63	0,2903	0,3647	0,0172	0,0087
12,48	0,2854	0,3683	0,0175	0,0089
19,33	0,2808	0,3719	0,0177	0,0091
26,18	0,2762	0,3757	0,0180	0,0094
33,04	0,2719	0,3795	0,0182	0,0096
39,89	0,2677	0,3833	0,0185	0,0098
46,74	0,2636	0,3872	0,0188	0,0101
53,59	0,2597	0,3912	0,0190	0,0103
60,44	0,2558	0,3952	0,0193	0,0105
67,29	0,2521	0,3993	0,0195	0,0108
74,14	0,2485	0,4033	0,0198	0,0110
80,99	0,2451	0,4074	0,0200	0,0113
87,84	0,2417	0,4116	0,0203	0,0115
94,70	0,2384	0,4157	0,0205	0,0118
101,55	0,2352	0,4199	0,0208	0,0121
108,40	0,2321	0,4241	0,0211	0,0124
115,25	0,2291	0,4283	0,0213	0,0126
122,10	0,2262	0,4325	0,0216	0,0129

Phase liquide				
T	ρ	Cp	μ	λ
°F	lb/ft3	cal/g/K	lb/ft/h	Btu/ft/h/F
-20,89	34,9465	0,5340	0,4123	0,0731
-20,42	34,9259	0,5344	0,4111	0,0730
-19,94	34,9053	0,5349	0,4099	0,0729
-19,47	34,8846	0,5353	0,4087	0,0728
-19,00	34,8640	0,5358	0,4075	0,0727
-18,52	34,8433	0,5363	0,4064	0,0726
-18,05	34,8226	0,5367	0,4052	0,0725
-17,57	34,8020	0,5372	0,4040	0,0724
-17,10	34,7813	0,5377	0,4028	0,0723
-16,63	34,7606	0,5381	0,4017	0,0723
-16,15	34,7399	0,5386	0,4005	0,0722
-15,68	34,7191	0,5391	0,3995	0,0721
-15,21	34,6984	0,5395	0,3983	0,0720
-14,73	34,6777	0,5400	0,3972	0,0719
-14,26	34,6569	0,5405	0,3961	0,0718
-13,79	34,6361	0,5410	0,3949	0,0717
-13,31	34,6154	0,5415	0,3938	0,0716
-12,84	34,5946	0,5419	0,3926	0,0715
-12,36	34,5738	0,5424	0,3915	0,0714
-11,89	34,5530	0,5429	0,3904	0,0713
-11,27	34,5452	0,5432	0,3898	0,0712
-10,65	34,5429	0,5434	0,3894	0,0710
-10,03	34,5536	0,5433	0,3896	0,0709
-9,41	34,5791	0,5430	0,3905	0,0708
-8,79	34,6120	0,5426	0,3917	0,0706
-8,27	34,6415	0,5422	0,3928	0,0705

Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés

1.6. Paramètres opératoires

1.6.1. Alimentations du procédé

	Méthane et GPL	Retour vapeur	Retour liquide	Propane - 1 Propane - 2
Température (°F)	113	-5		Température de bulle
Pression (psi)	833	829		31
Débit total (lb/h)	25 450	18 215	7 236	3 070
Fractions massiques				
Azote	0,000235	0,000318	0,000026	0
Méthane	0,608936	0,780905	0,176034	0
Ethane	0,101003	0,098790	0,106575	0,006574
Propane	0,142075	0,087232	0,280131	0,966526
Isobutane	0,039877	0,014381	0,104059	0,022367
n-butane	0,043558	0,012766	0,121071	0,004533
Isopentane	0,018874	0,002923	0,059027	0
n-pentane	0,012827	0,001777	0,040646	0
n-hexane	0,012997	0,000562	0,044298	0
n-heptane	0,019618	0,000346	0,068133	0

1.6.2. Echangeur à plaques et ailettes brasées E101

✓ Paramètres globaux

Paramètres	Valeur
Type d'échangeur	ProSec
Nombre de corps	1
Inclinaison	Horizontal
Banque d'ondes	2011 -> 2015
Matériau	Aluminium TRANE
Largeur utile (in)	12
Epaisseur des barres latérales (in)	1
Epaisseur des barres d'extrémités (in)	0,25
Epaisseur des tôles de séparation (in)	0,1
Epaisseur des tôles de fermeture (in)	0,1

Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés

✓ Paramètres des courants

	Courants				
Paramètre	**C02**	**C03**	**C04**	**C05**	**C06**
Sens d'écoulement	Du haut vers le bas	Du bas vers le haut			
Corrélation du coefficient d'échange	HTFS85				
Perte de charge	Prise en compte				
Perte de charge maximum (psi)	5	21	5	1	1
Autres paramètres	Valeurs par défaut				

✓ Caractéristiques des ondes

Nom	Onde #1	Onde #2	Onde #3
Origine	Utilisateur		
Mode de calcul	A partir de la géométrie		
Référence	2848	2858	2923
Type	A serration		Perforée
Hauteur (in)	0,25		0,25
Epaisseur (in)	0,016		0,010
Nombre d'ailettes par mètre	669	748	551
Porosité (%)	-		5
Longueur de serration (in)	0,125		-
Autres paramètres	Valeurs par défaut		

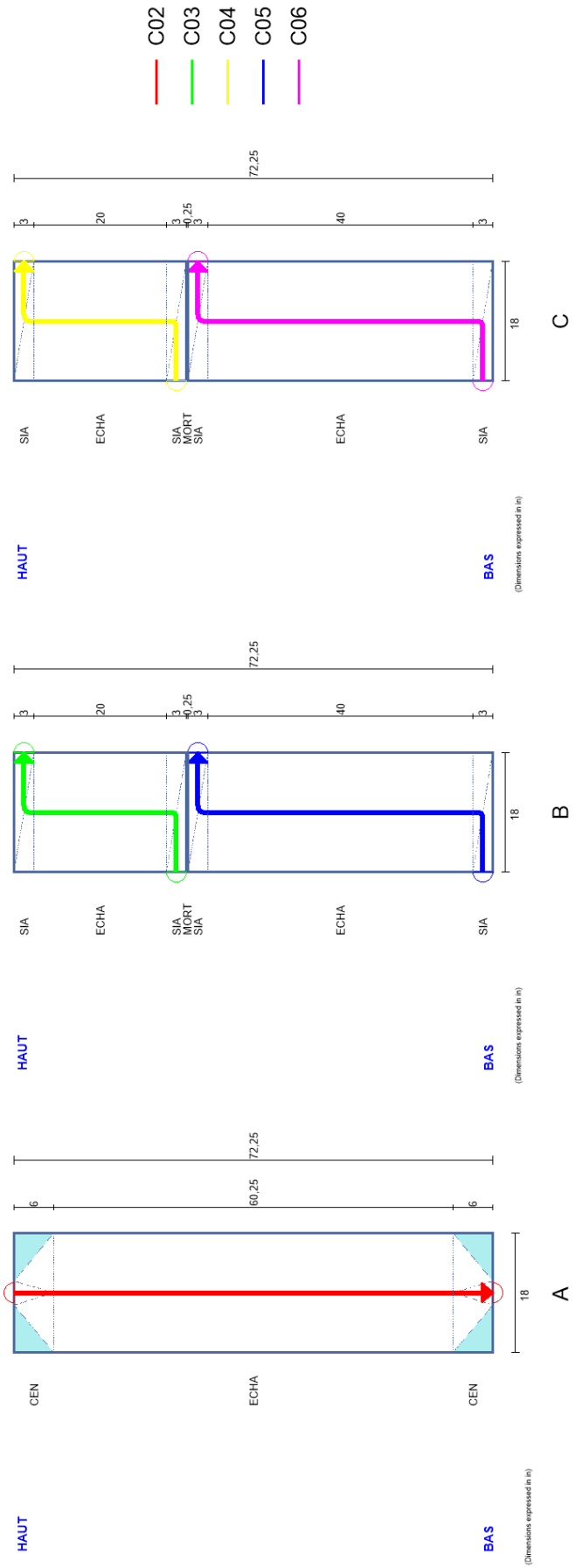
✓ Passages de référence

Les ondes utilisées pour chaque courant sont listées dans le tableau ci-après :

Courant	Onde
C02	Onde #1
C03	Onde #1
C04	Onde #2
C05	Onde #3
C06	Onde #3
Zone élémentaire "MORT"	Onde #1

Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés

La figure suivante montre les trois passages de référence de cet échangeur. Les dimensions sont exprimées en inch.

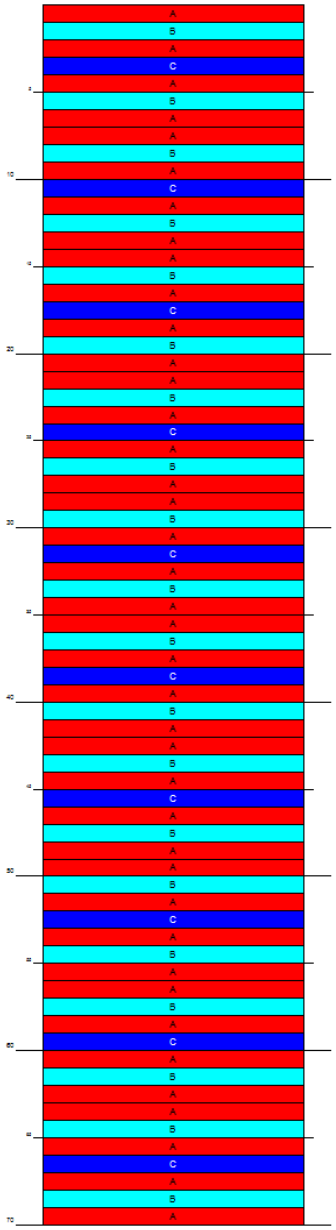


Les caractéristiques des distributeurs sont détaillées dans le tableau suivant :

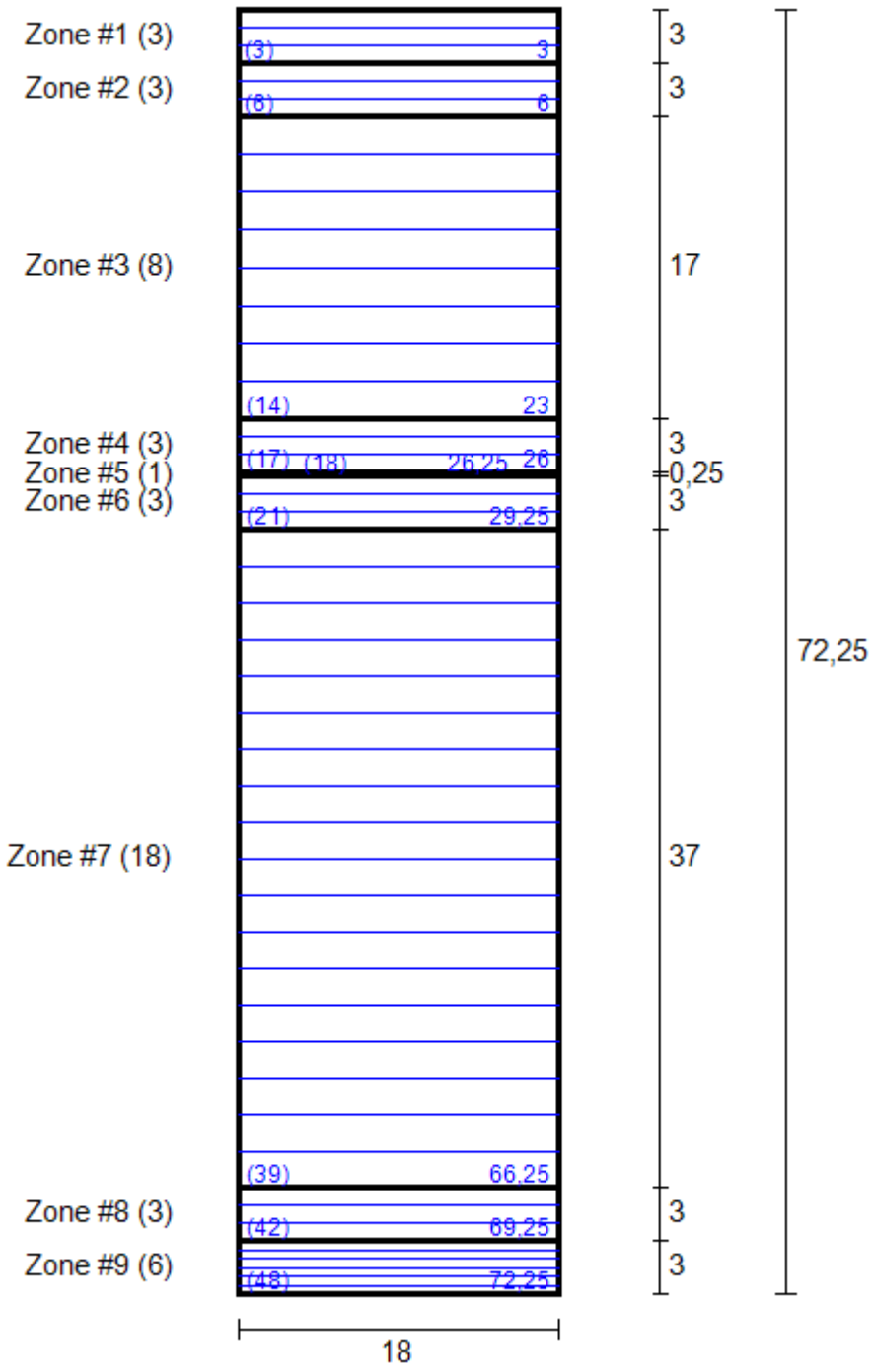
	Type de distributeur	
Paramètre	**CEN**	**SIA**
Ouverture (in)	3	3
Hauteur (in)	6	3
Hauteur de tête (in)	1,5	1,5
Autres paramètres	Valeurs par défaut	

✓ Empilage

Paramètres	**Valeur**
Nombre de répétitions de la séquence	10
Séquence	A B A C A B A



✓ Nombre de mailles pour chaque zone élémentaire (les dimensions sont exprimées en inch)



2. RESULTATS

Les résultats des deux cas étant proches, seuls ceux issus du calcul automatique des données thermodynamiques et des propriétés physico-chimiques sont présentés.

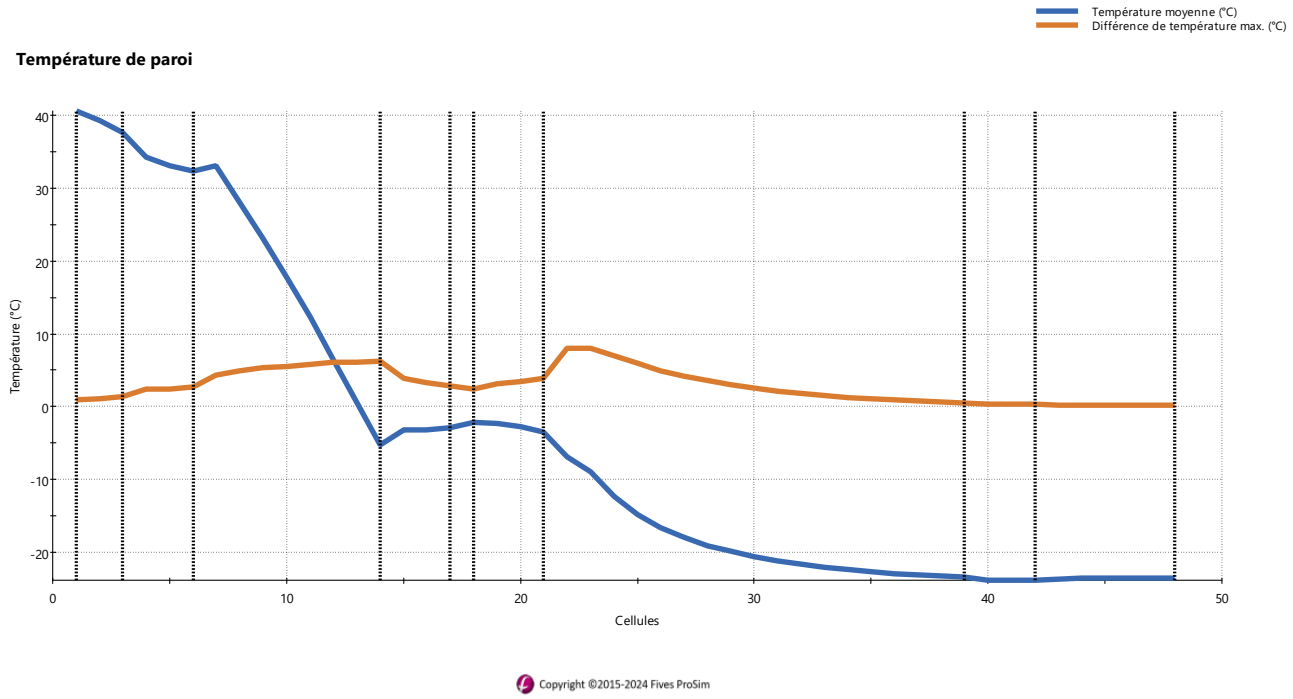
2.1. Bilans matière et enthalpique

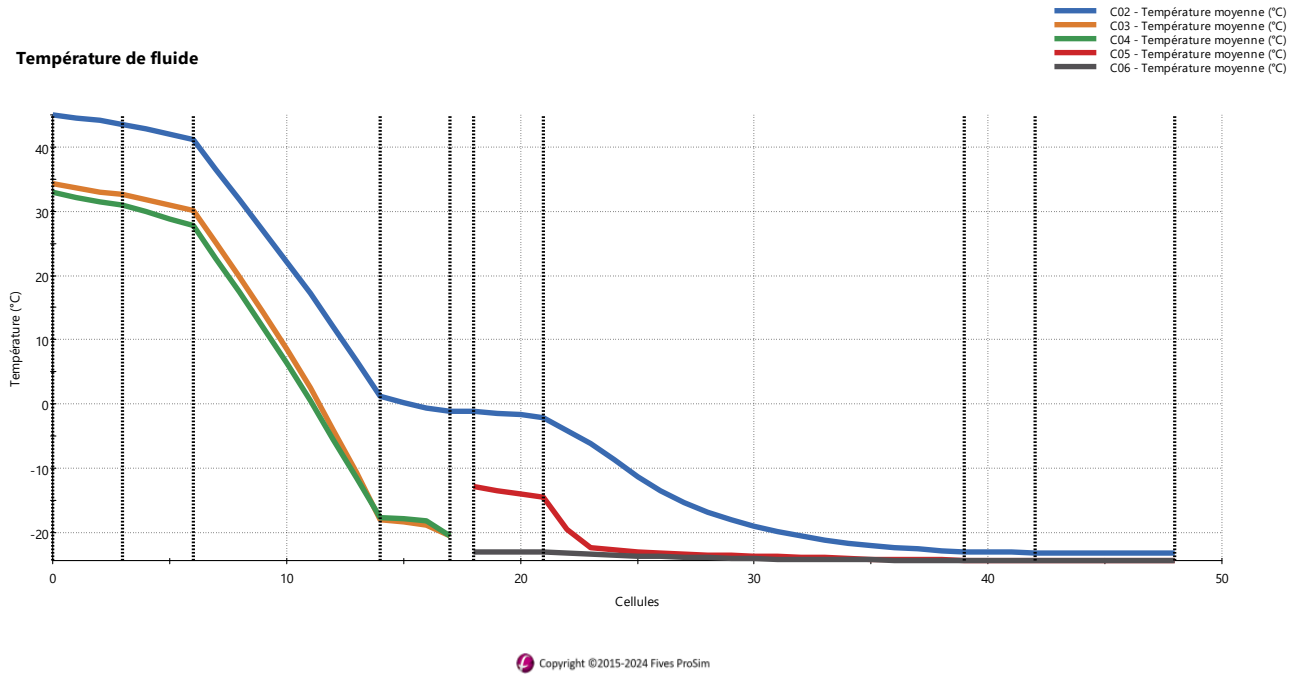
Courants		C02out	C03out	C04out	C05out	C06out
De		E101	E101	E101	E101	E101
Vers		Vers sépar...	Sortie gaz	Vers dééth...	Sortie Propa...	Sortie Propa..
Débits partiels (massiques)		lb/h	lb/h	lb/h	lb/h	lb/h
NITROGEN		6.0018	5.8116	0.18829	0	0
METHANE		15497	14224	1273.8	0	0
ETHANE		2570.5	1799.5	771.17	20.183	20.183
PROPANE		3615.8	1588.9	2027	2967.2	2967.2
ISOBUTANE		1014.9	261.93	752.97	68.669	68.669
n-BUTANE		1108.6	232.5	876.07	13.917	13.917
ISOPENTANE		480.3	53.211	427.12	0	0
n-PENTANE		326.41	32.371	294.12	0	0
n-HEXANE		330.79	10.265	320.55	0	0
n-HEPTANE		499.25	6.2661	493	0	0
Débit total (massique)	lb/h	25450	18215	7236	3070	3070
Fractions massiques						
NITROGEN		0.00023583	0.00031906	2.6021E-005	0	0
METHANE		0.60894	0.78091	0.17604	0	0
ETHANE		0.101	0.09879	0.10657	0.0065741	0.0065741
PROPANE		0.14208	0.087231	0.28013	0.96653	0.96653
ISOBUTANE		0.039877	0.01438	0.10406	0.022368	0.022368
n-BUTANE		0.043558	0.012764	0.12107	0.0045332	0.0045332
ISOPENTANE		0.018872	0.0029213	0.059027	0	0
n-PENTANE		0.012826	0.0017771	0.040646	0	0
n-HEXANE		0.012998	0.00056353	0.044299	0	0
n-HEPTANE		0.019617	0.00034401	0.068131	0	0
Etat physique		Liq./Vap.	Vapeur	Liq./Vap.	Vapeur	Liq./Vap.
Température	°F	-9.7201	92.622	89.967	7.725	-9.5255
Pression	psi	828.63	808.76	824.9	30.728	30.324
Flux enthalpique	Btu/h	-3.1038E006	-3.9051E005	-8.3827E005	-89293	-1.3246E005
Fraction vaporisée molaire		0.8216	1	0.34056	1	0.95549

Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés

2.2. Profils de l'échangeur à plaques et ailettes brasées E101

Plusieurs profils (température de paroi, température des fluides, pression, coefficient de transfert, taux de vaporisation, etc.) dans l'échangeur à plaques et ailettes brasées sont disponibles à la fin de la simulation dans la fenêtre d'édition (onglet « Résultats ») de CO-ProSec. Les figures suivantes présentent les températures de paroi (moyenne et écart maximal) et les températures moyennes des courants en fonction de la longueur de l'échangeur de chaleur.





Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés

3. BIBLIOGRAPHIE

[PEN76] PENG Y.D., ROBINSON D.B., "A New Two Constant Equation of State", Ind. Eng. Chem. Fundam., 15, 59-64 (1976)

[POL89] POLASEK J.C., DONNELLY S.T., BULLIN J.A., "Process Simulation and Optimization of Cryogenic Operations using Multi-Stream Brazed Aluminium Exchangers", Proc. 68th GPA Annual Convention, GPSA, 100-106 (1989)

[ROW23] ROWLEY R.L., WILDING W.V., OSCARSON J.L., GILES N.F., "DIPPR® Data Compilation of Pure Chemical Properties", Design Institute for Physical Properties, AIChE (2023)

Copyright © 2025 Fives ProSim, Labège, France –Tous droits réservés