

Démarrer avec ProSimPlus®

Cas 8 : Etude de sensibilité et Spécifications

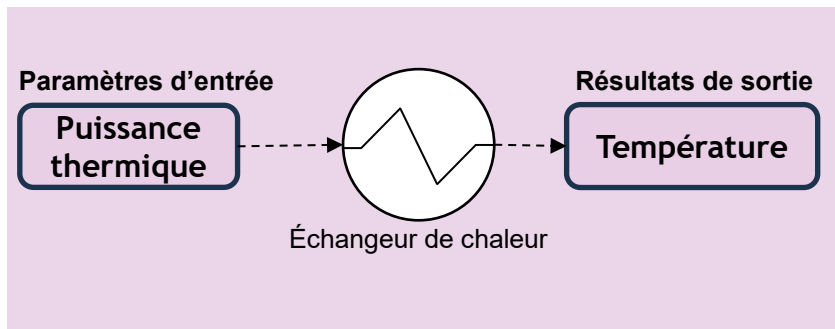
Ce document présente l'outil **d'étude de sensibilité** utilisé pour analyser l'influence des paramètres d'entrée sur les résultats de sortie du procédé. De plus, cet outil aide à identifier les paramètres de procédé à ajuster pour atteindre des **spécifications** afin d'optimiser la performance du procédé.

Résumé de ce document :

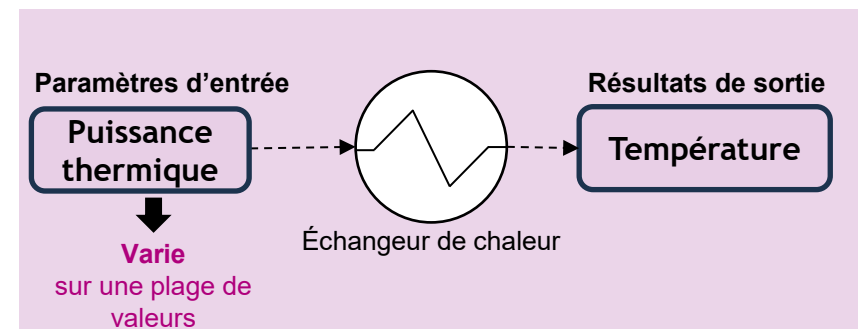
- 1) Introduction des concepts et de l'exemple d'application
- 2) Comment créer une **étude de sensibilité**
- 3) Comment définir les **spécifications**

Ce document présente l'outil **d'étude de sensibilité** utilisé pour analyser l'influence des paramètres d'entrée sur les résultats de sortie du procédé. De plus, cet outil aide à identifier les paramètres de procédé à ajuster pour atteindre des **spécifications** afin d'optimiser la performance du procédé.

Concept de l'étude de sensibilité



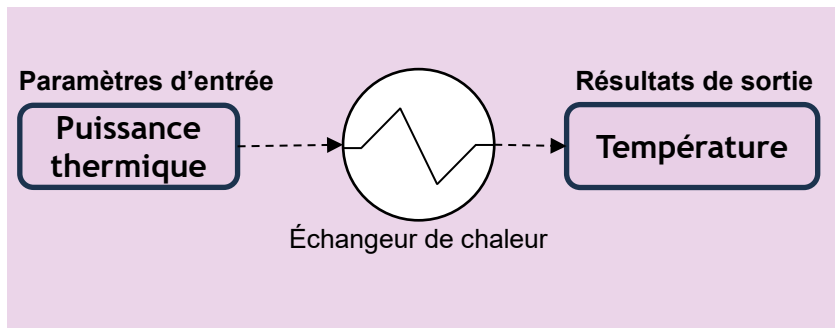
Simulation nominale



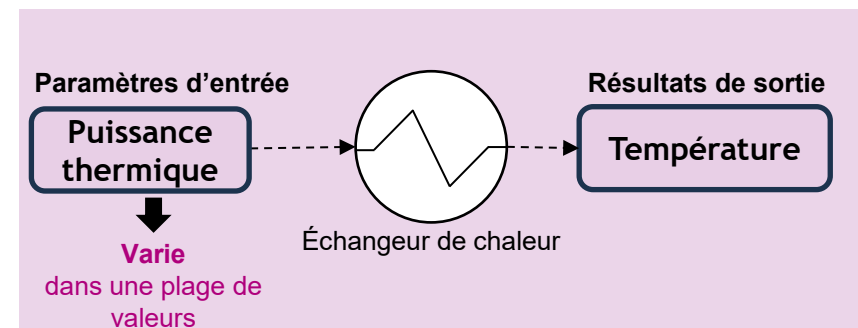
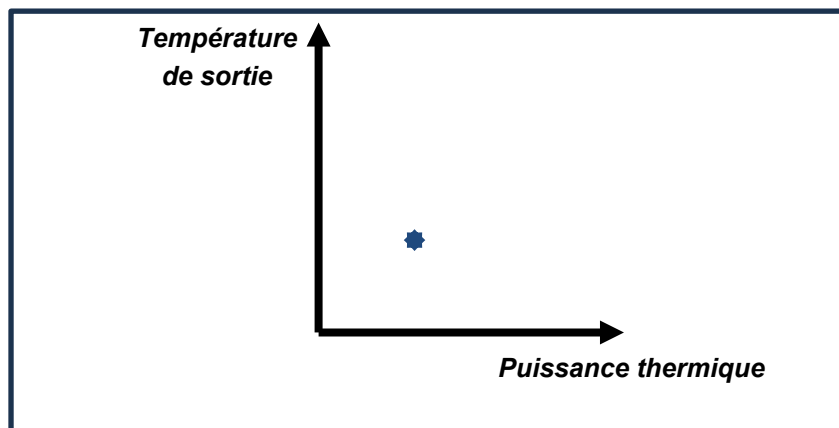
Étude de sensibilité

Ce document présente l'outil **d'étude de sensibilité** utilisé pour analyser l'influence des paramètres d'entrée sur les résultats de sortie du procédé. De plus, cet outil aide à identifier les paramètres de procédé à ajuster pour atteindre des **spécifications** afin d'optimiser la performance du procédé.

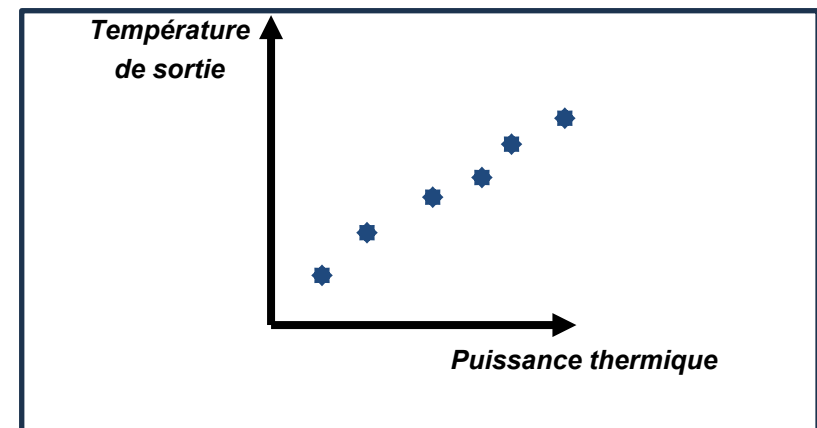
Concept de l'étude de sensibilité



Simulation nominale



Étude de sensibilité

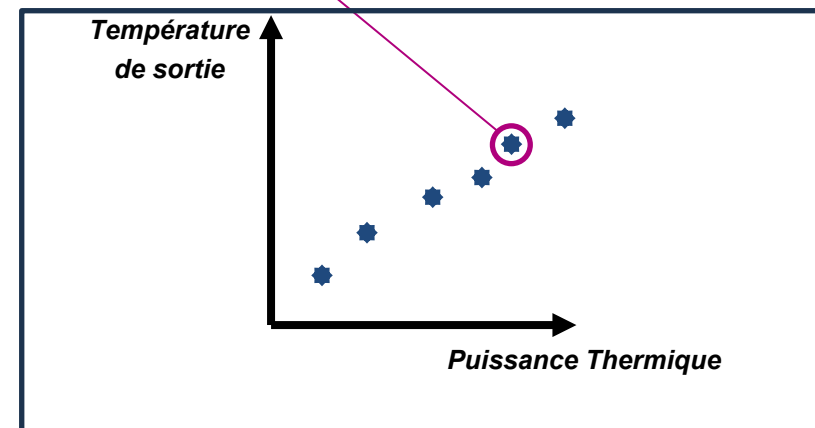


Contexte

Ce document présente l'outil **d'étude de sensibilité** utilisé pour analyser l'influence des paramètres d'entrée sur les résultats de sortie du procédé. De plus, cet outil aide à identifier les paramètres de procédé à ajuster pour atteindre des **spécifications** afin d'optimiser la performance du procédé.

À partir des données générées par l'**étude de sensibilité**, l'utilisateur peut déterminer la puissance thermique nécessaire pour atteindre une température de sortie souhaitée et l'utiliser comme spécification pour le procédé. Cette approche permet d'ajuster le paramètre pour respecter les conditions ciblées.

Spécifications du procédé



Note terminologique :

X = Paramètre d'entrée

Y = Résultat de sortie (*objectif cible*)

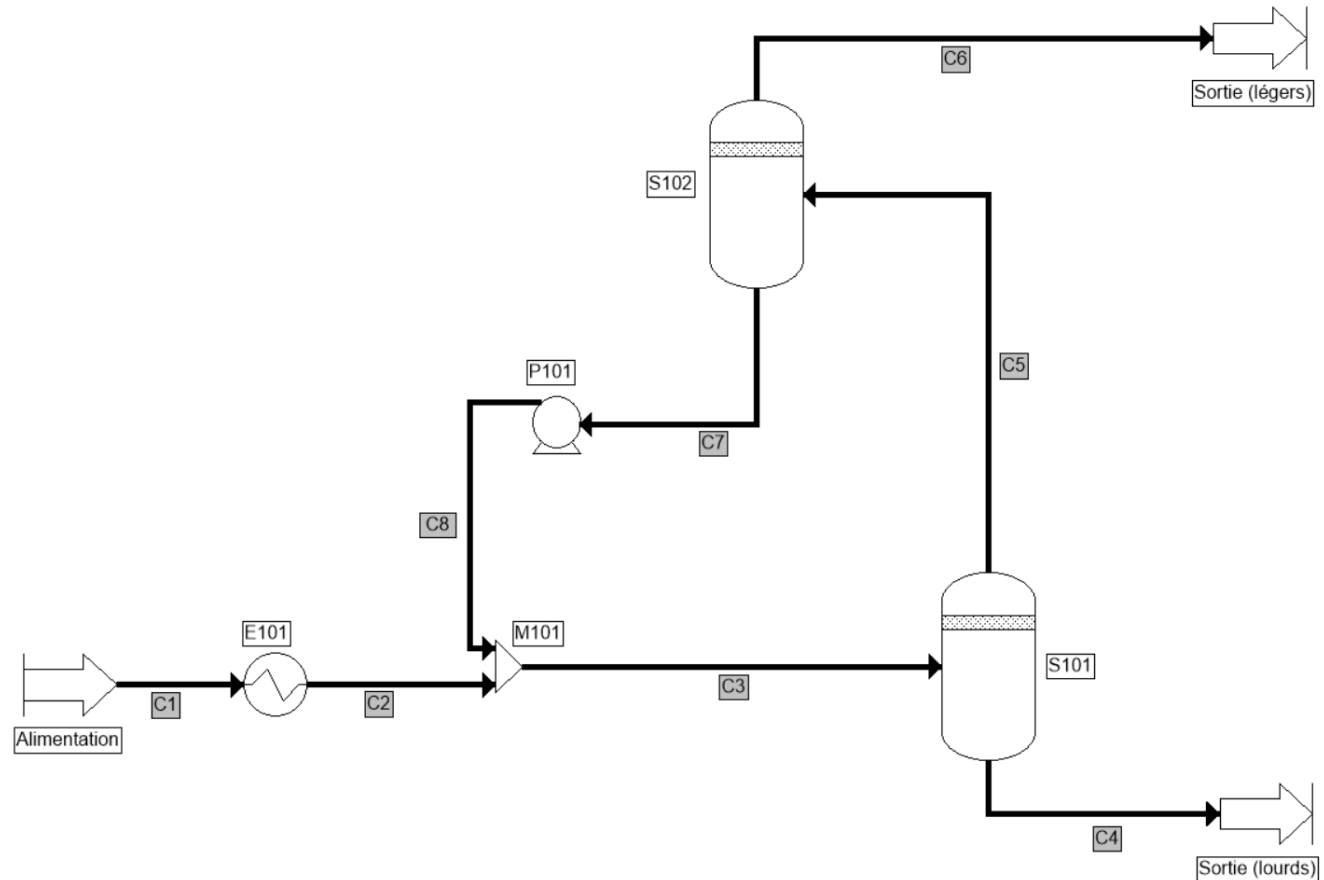


Présentation de l'exemple

L'exemple utilisé pour s'exercer aux fonctionnalités **d'étude de sensibilité** et de **spécification** consiste à séparer un mélange d'hydrocarbures en fractions légères et lourdes.



Il se trouve dans le répertoire d'exemples de ProSimPlus sous le nom «**PSPS_EX_FR-Exemple-Simple**»



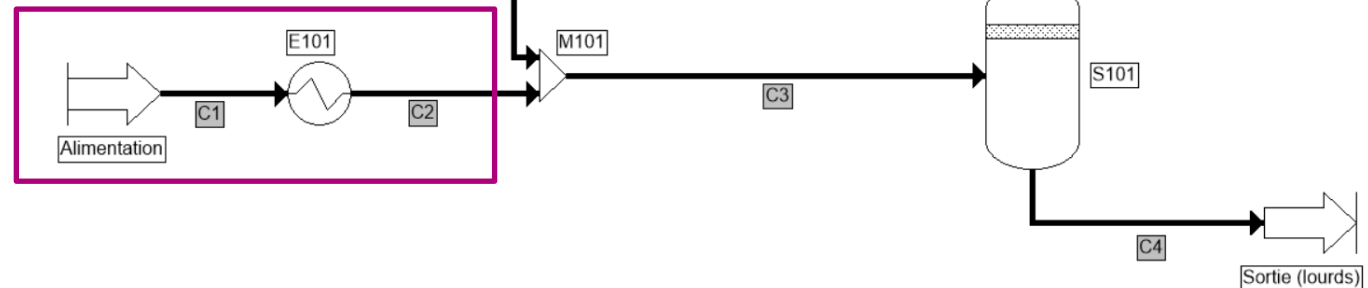
L'exemple utilisé pour s'exercer aux fonctionnalités **d'étude de sensibilité** et de **spécification** consiste à séparer un mélange d'hydrocarbures en fractions légères et lourdes.



Il se trouve dans le répertoire d'exemples de ProSimPlus sous le nom «**PSPS_EX_FR-Exemple-Simple**»

Alimentation initiale et refroidissement :

Le mélange d'hydrocarbures (C1) est refroidi à 15°C (C2).

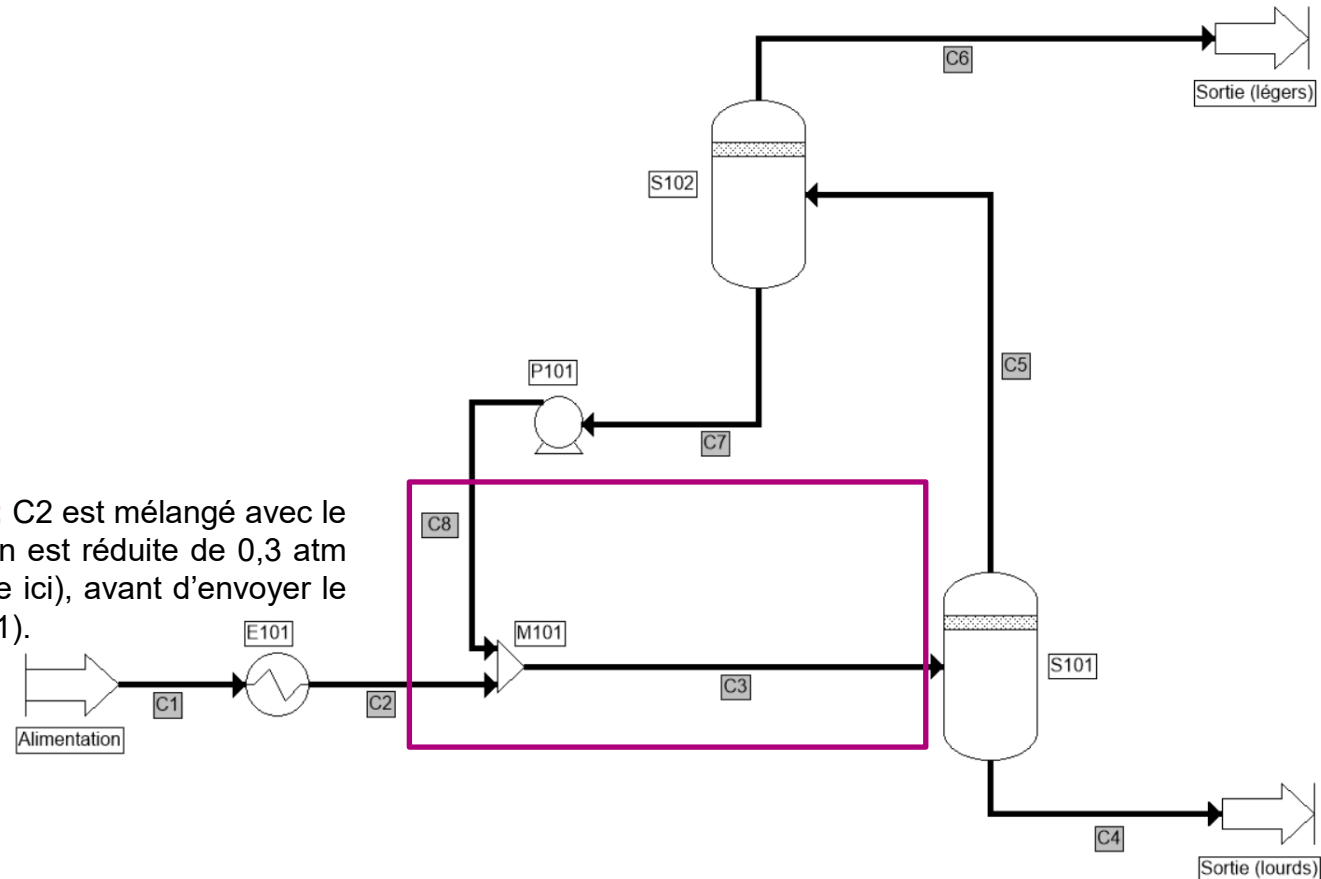


Présentation de l'exemple

L'exemple utilisé pour s'exercer aux fonctionnalités **d'étude de sensibilité** et de **spécification** consiste à séparer un mélange d'hydrocarbures en fractions légères et lourdes.



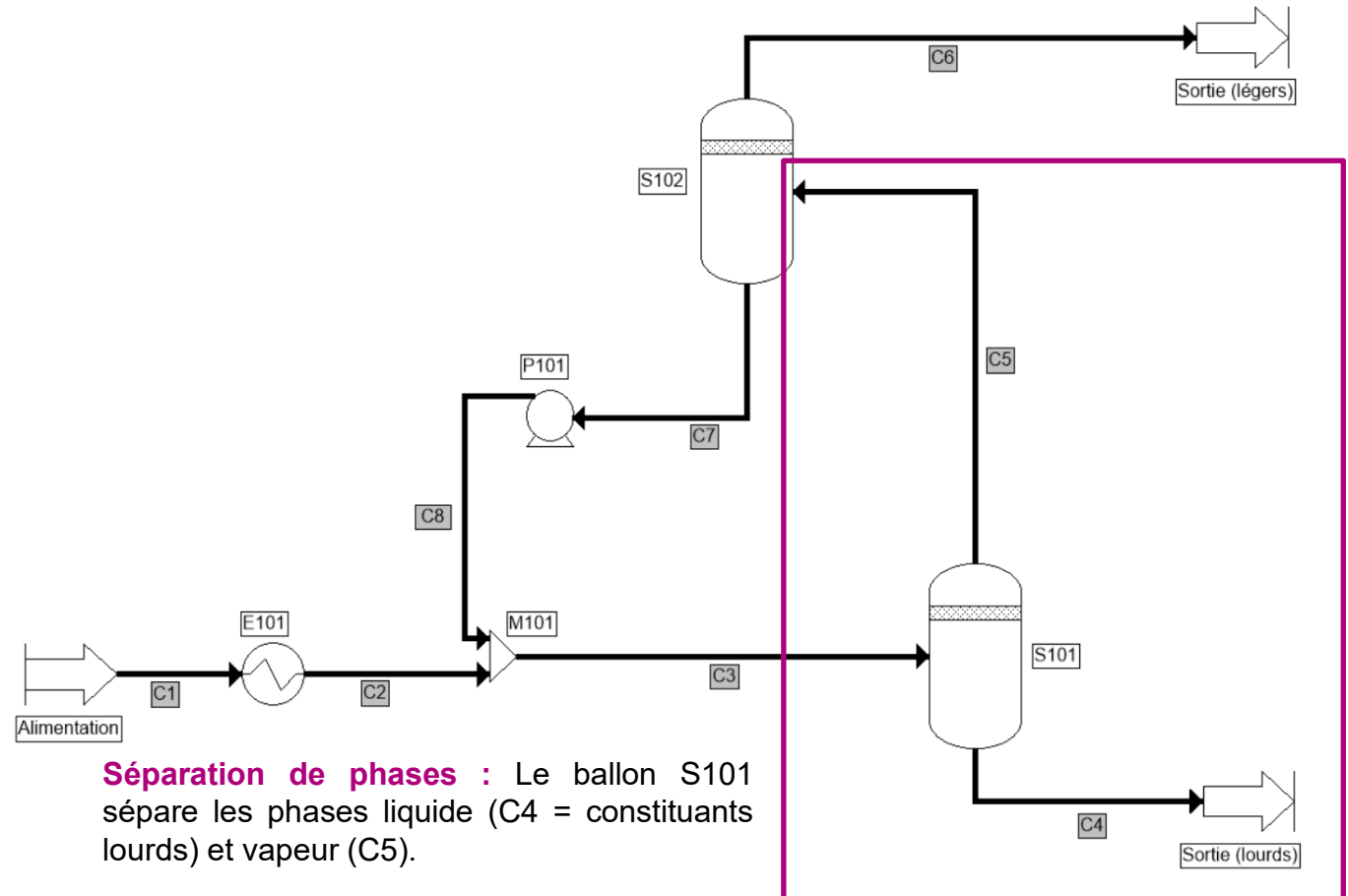
Il se trouve dans le répertoire d'exemples de ProSimPlus sous le nom « **PSPS_EX_FR-Exemple-Simple** »



Mélange et ajustement de pression : C2 est mélangé avec le flux de recyclage (C8), puis la pression est réduite de 0,3 atm via une vanne de détente (non illustrée ici), avant d'envoyer le flux au ballon de séparation (C3 à S101).

L'exemple utilisé pour s'exercer aux fonctionnalités **d'étude de sensibilité** et de **spécification** consiste à séparer un mélange d'hydrocarbures en fractions légères et lourdes.

 Il se trouve dans le répertoire d'exemples de ProSimPlus sous le nom «**PSPS_EX_FR-Exemple-Simple**»



Présentation de l'exemple

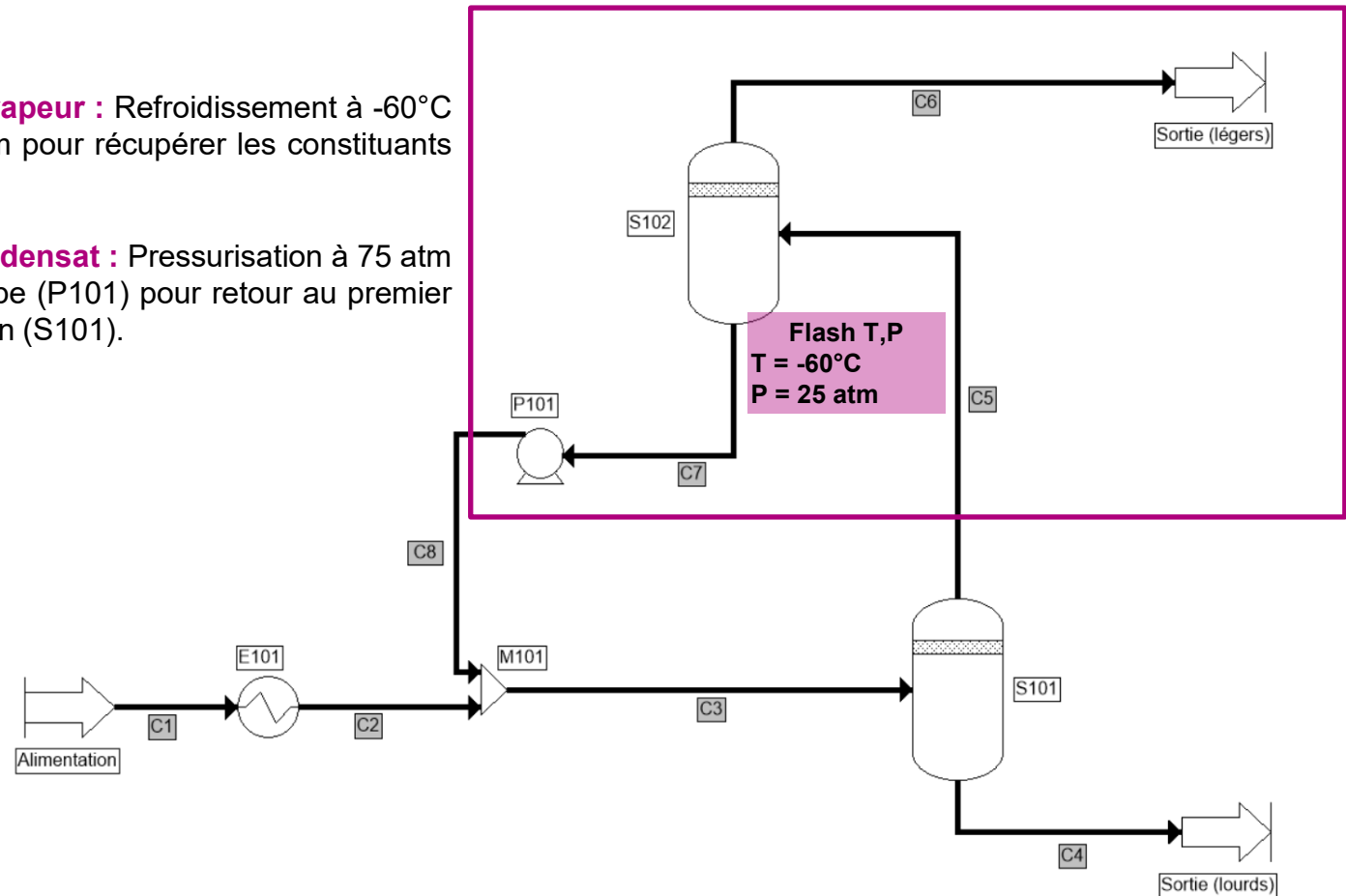
L'exemple utilisé pour s'exercer aux fonctionnalités **d'étude de sensibilité** et de **spécification** consiste à séparer un mélange d'hydrocarbures en fractions légères et lourdes.



Il se trouve dans le répertoire d'exemples de ProSimPlus sous le nom «*PSPS_EX_FR-Exemple-Simple*»

Traitement de la vapeur : Refroidissement à -60°C et détente à 25 atm pour récupérer les constituants légers.

Recyclage du condensat : Pressurisation à 75 atm à l'aide d'une pompe (P101) pour retour au premier ballon de séparation (S101).



Présentation de l'exemple

L'exemple utilisé pour s'exercer aux fonctionnalités **d'étude de sensibilité** et de **spécification** consiste à séparer un mélange d'hydrocarbures en fractions légères et lourdes.

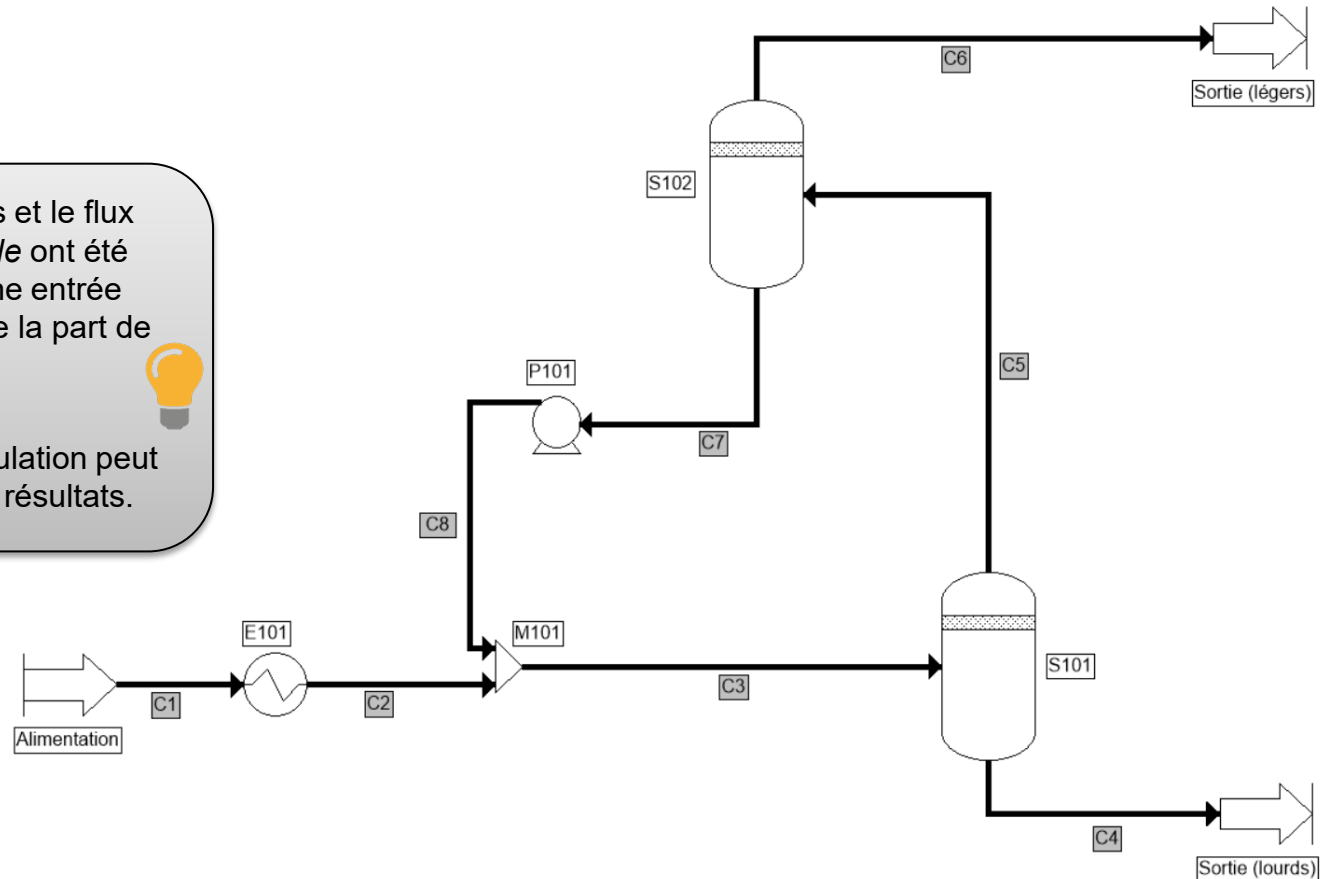


Il se trouve dans le répertoire d'exemples de ProSimPlus sous le nom «*PSPS_EX_FR-Exemple-Simple*»

Toutes les opérations unitaires et le flux d'entrée pour l'*Exemple Simple* ont été configurés. A ce stade, aucune entrée supplémentaire n'est requise de la part de l'utilisateur.

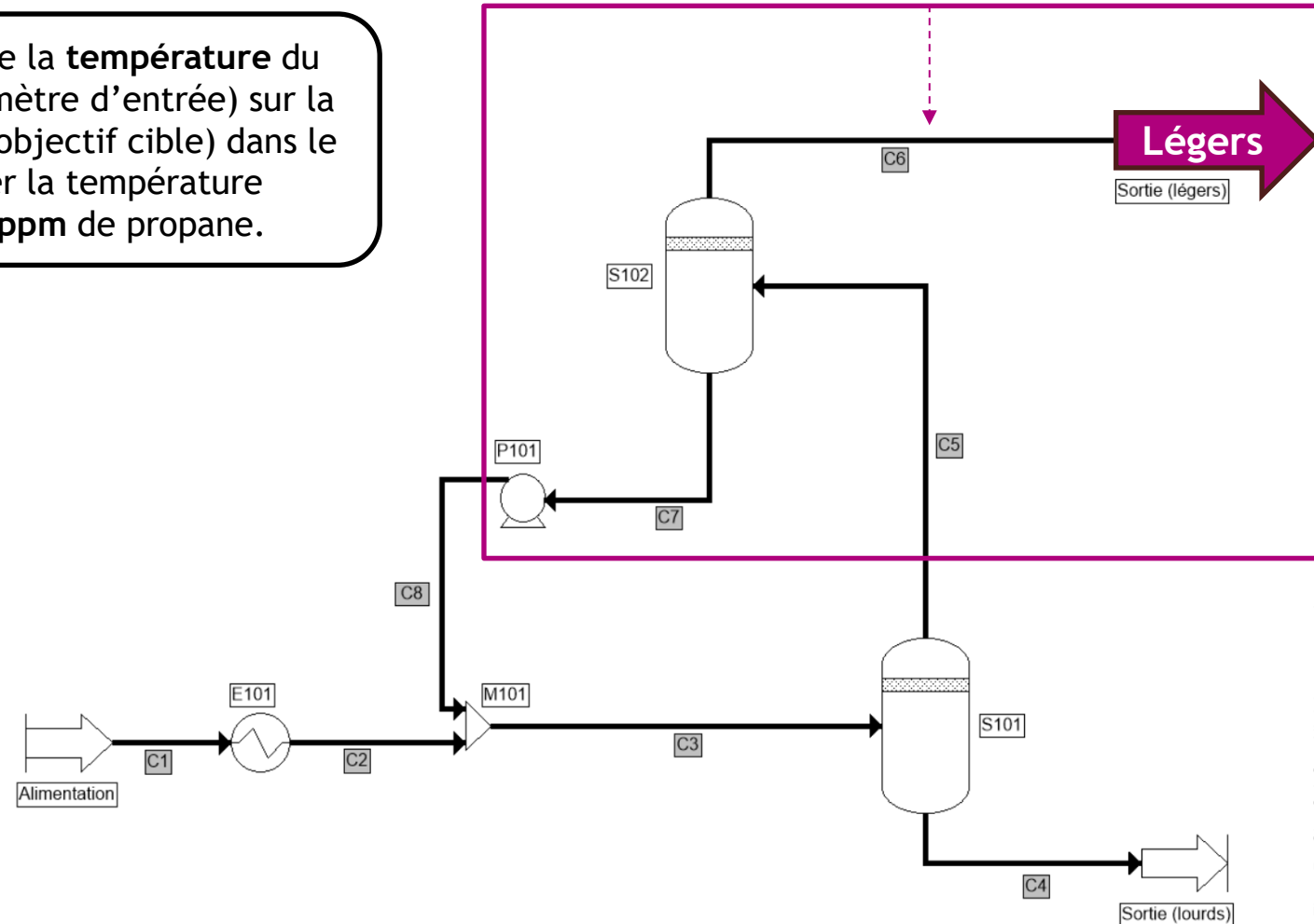


Avant toute modification, la simulation peut être exécutée pour vérifier les résultats.

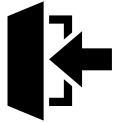


Objectif de l'étude de sensibilité

Étudier l'effet de la variation de la **température** du ballon de séparation S102 (paramètre d'entrée) sur la **fraction massique de propane** (objectif cible) dans le flux des « légers ». Identifier la température permettant d'obtenir **5000 ppm** de propane.



Conditions



Paramètre d'entrée

- X = **Température** du ballon de séparation S102 (variation entre -100°C et 0°C par pas de 5°C)



Objectif cible

- Y = **Composition massique** en propane dans la phase vapeur

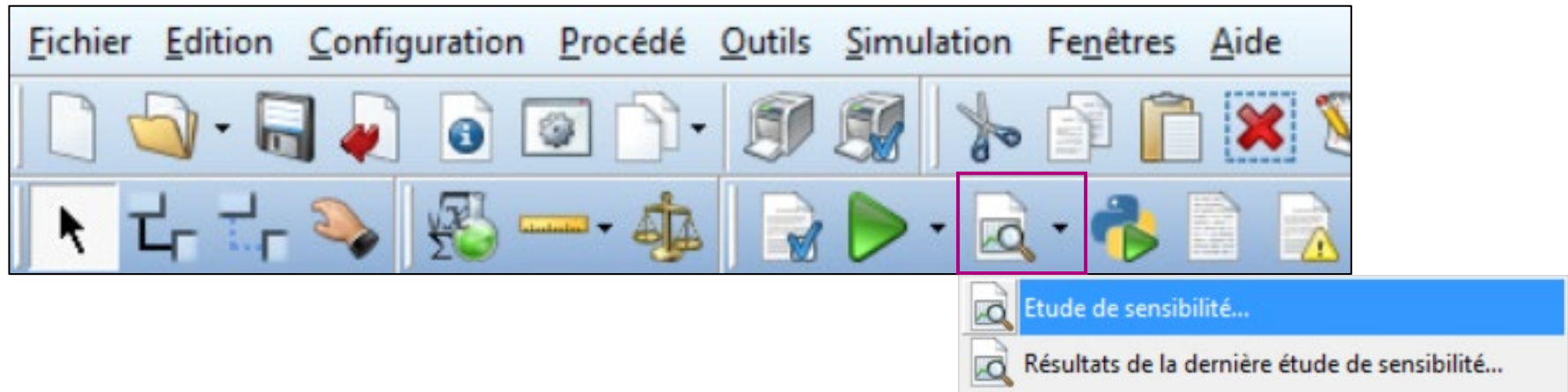


Tracé de graphes

- Évolution de la composition du propane en fonction de la température opératoire du ballon de séparation (S102)

Exemple pratique

Création d'une étude de sensibilité : C'est parti !



- 1 Cliquer sur le bouton « Étude de sensibilité » et sélectionner l'option correspondante.

Exemple pratique



2

Renseigner les
paramètres

Etude de sensibilité

Paramètre

Opération unitaire : S102 (Séparateur diphasique liquide-vapeur)

Paramètre : Température

Unité : °C

Valeur initiale : -100 Pas : 5

Valeur finale : 0 Nombre de points : 21

Suivi

Filtrer par

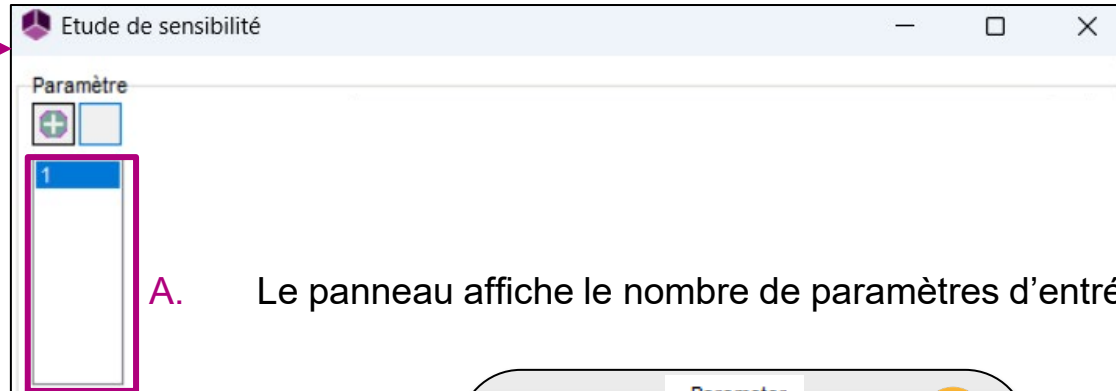
Type : Tous les types Opération unitaire : Toutes les opérations unitaires

<< Préc. Suiv. >> 1 variable sélectionnée

Sélection	Variable	Forme	Constituants	Etages
☐	Fraction vaporisée du courant C7			
☐	Quantité de chaleur échangée			
☐	Fraction vaporisée (molaire)			
☐	Compositions phase liquide	Molaire	Tous	
☒	Compositions phase vapeur	Massique	Une sélection	
P101				
☐	Débit du courant C8	Molaire		
☐	Température du courant C8			
☐	Pression du courant C8			

Ok Annuler

Exemple pratique



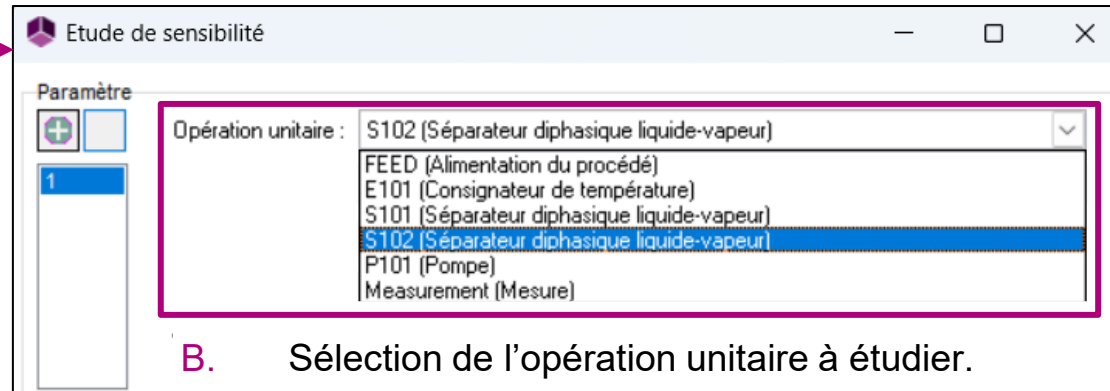
A. Le panneau affiche le nombre de paramètres d'entrée à faire varier

2 Renseigner les paramètres



Si nécessaire, le bouton vert permet l'ajout de nouveaux paramètres d'entrée

Exemple pratique



B. Sélection de l'opération unitaire à étudier.

2 Renseigner les
paramètres

Exemple pratique



Etude de sensibilité

Paramètre

Opération unitaire : S102 (Séparateur diphasique liquide-vapeur)

Paramètre :

- Température
- Température
- Incrément de température
- Pression
- Perte de charge

C. Sélection du **paramètre d'entrée** dans la liste des paramètres disponibles pour l'opération unitaire sélectionnée.

2

Renseigner les
paramètres

Exemple pratique



Etude de sensibilité

Paramètre

Opération unitaire : S102 (Séparateur diphasique liquide-vapeur)

Paramètre : Température

Unité: °C, K, °C, °F, °R

D. Spécification de l'unité pour le paramètre d'entrée.

2

Renseigner les
paramètres

Exemple pratique



Etude de sensibilité

Paramètre

Opération unitaire : S102 (Séparateur diphasique liquide-vapeur)

Paramètre : Température

Unité : °C

Valeur initiale : -100 Pas : 5

Valeur finale : 0 Nombre de points : 21

2 Renseigner les paramètres

E. Cette section permet de définir la plage de variation :

- **la valeur initiale et la valeur finale** définissent l'intervalle dans lequel le paramètre d'entrée variera pour l'étude de sensibilité.
- **Le pas et le nombre de points** indiquent la façon dont la variation est discrétisée, c'est-à-dire l'incrément entre chaque valeur et le nombre total de points pris en compte.



Cliquer sur le bouton bleu :
Calcul de la valeur respective selon les 3 autres paramètres donnés



Les 4 valeurs sont **cohérentes**

Exemple pratique



Etude de sensibilité

Paramètre

Opération unitaire : S102 (Séparateur diphasique liquide-vapeur)

Paramètre : Température

Unité : °C

Valeur initiale : -100 Pas : 5

Valeur finale : 0 Nombre de points : 21

Suivi

Filtrer par

Type : Tous les types

Opération unitaire : Toutes les opérations unitaires

Tous les types
Alimentation du procédé
Consignateur de température
Séparateur diphasique liquide-vapeur
Pompe
Autre mélangeur
Mesure

Toutes les opérations unitaires
S102

2 Renseigner les paramètres

F. Sélectionner les résultats de sortie à suivre, à l'aide des filtres disponibles (filtre par type ou filtre par nom des opérations unitaires).

Exemple pratique



2 Renseigner les paramètres

G. Ce tableau affiche chaque opération unitaire avec ses résultats cibles correspondants. En cochant la case, le résultat cible (composition de la phase vapeur) est activé.

Etude de sensibilité

Paramètre

Opération unitaire : S102 (Séparateur diphasique liquide-vapeur)

Paramètre : Température

Unité : °C

Valeur initiale : -100 Pas : 5

Valeur finale : 0 Nombre de points : 21

Suivi

Filter by

Type: Liquid-vapor separator Unit operation: S102

<< Préc. Suiv. >> 1 variable sélectionnée

Sélection	Variable	Forme	Constituants	Etages
☐	Fraction vaporisée du courant C7			
☐	Quantité de chaleur échangée			
☐	Fraction vaporisée (molaire)			
☐	Compositions phase liquide	Molaire	Tous	
☒	Compositions phase vapeur	Massique	"PROPANE"	
☐	P101			
☐	Débit du courant C8	Molaire		
☐	Température du courant C8			
☐	Pression du courant C8			

☐ Tous
☒ Sélection

☐ NITROGEN
☐ METHANE
☐ ETHANE
☒ PROPANE
☐ n-BUTANE
☐ n-PENTANE
☐ n-HEXANE
☐ n-HEPTANE
☐ n-OCTANE

Fermer

Annuler

Le constituant propane est sélectionné

Exemple pratique



Etude de sensibilité

Paramètre

Opération unitaire : S102 (Séparateur diphasique liquide-vapeur)

Paramètre : Température

Unité : °C

Valeur initiale : -100 Pas : 5

Valeur finale : 0 Nombre de points : 21

Suivi

Filter by

Type: Liquid-vapor separator Unit operation: S102

<< Préc. Suiv. >> 1 variable sélectionnée

Sélection	Variable	Forme	Constituants	Etages
☐	Fraction vaporisée du courant C7			
☐	Quantité de chaleur échangée			
☐	Fraction vaporisée (molaire)			
☐	Compositions phase liquide	Molaire	Tous	
☒	Compositions phase vapeur	Massique	Une sélection	
P101				
☐	Débit du courant C8	Molaire		
☐	Température du courant C8			
☐	Pression du courant C8			

Ok **Annuler**

3

Cliquer sur « OK »
pour lancer la
simulation

Exemple pratique

Simulation

Suivi des calculs

Temps : 00:00:12,093 ☐ Afficher les temps de simulation

☒ Suivi graphique Opacité :

Simulation complète

Cas numéro : 11
-50 °C

- ☒ FEED
- ☒ E101
- ☒ S_01

Itération : 4
Passages dans le RCM : 5
Critère de convergence : 7.413210E-11
Facteur de relaxation : 1.00000

- ☒ M101
- ☒ S101
- ☒ S102
- ☒ P101

> Cas n°8 : -65 °C
> Cas n°9 : -60 °C
> Cas n°10 : -55 °C
> Cas n°11 : -50 °C

Statut : **Simulation en cours**
Préparation du rapport

L'indice de cas représente
chaque itération du paramètre
d'entrée

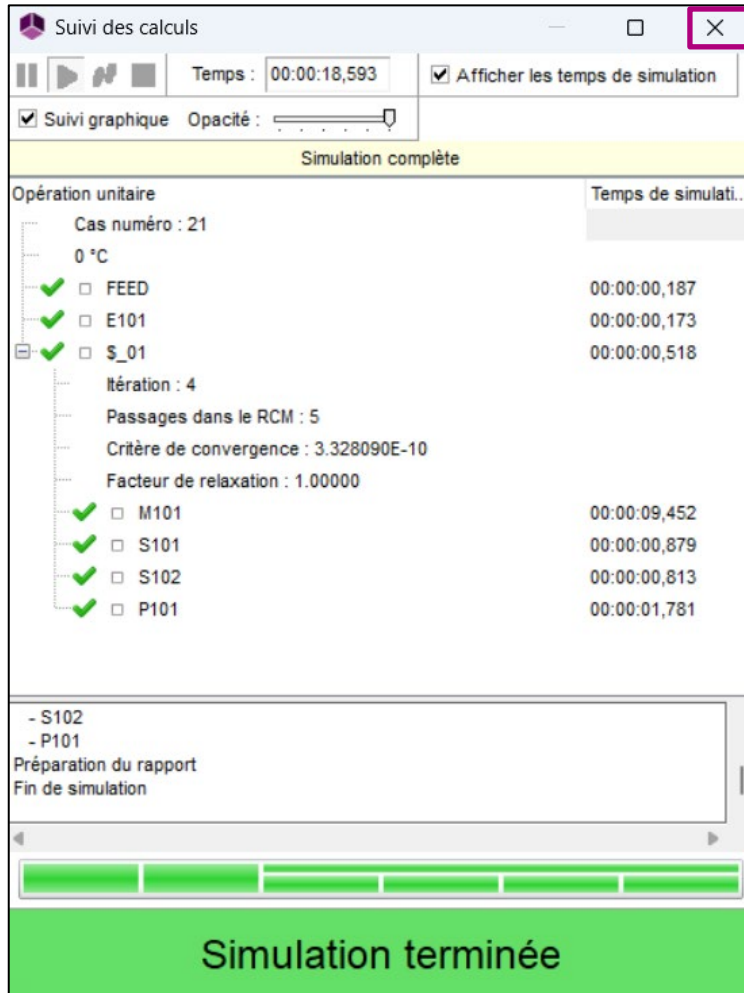


Chaque cas correspond à une
valeur différente du paramètre
étudié



Exemple pratique

Simulation



Suivi des calculs

Temps : 00:00:18,593 ☒ Afficher les temps de simulation

☒ Suivi graphique Opacité :

Simulation complète

Opération unitaire	Temps de simulati...
Cas numéro : 21	
0 °C	
☒ FEED	00:00:00,187
☒ E101	00:00:00,173
☒ S_01	00:00:00,518
Itération : 4	
Passages dans le RCM : 5	
Critère de convergence : 3.328090E-10	
Facteur de relaxation : 1.00000	
☒ M101	00:00:09,452
☒ S101	00:00:00,879
☒ S102	00:00:00,813
☒ P101	00:00:01,781

- S102
- P101
Préparation du rapport
Fin de simulation

Simulation terminée

4

Lorsque la simulation se termine, fermer la fenêtre de simulation pour afficher les résultats (tableaux et graphiques).

Exemple pratique

5 Analyser les résultats de l'étude de sensibilité : **RÉSULTATS DU TABLEAU**



Vue tableau : affiche les résultats sous forme de **données brutes** et sous forme de **tableau** organisé pour faciliter la comparaison et l'analyse.

#	S102 Température (°C)	Unité	Constituant	Variable	Valeur	Unité
1	-100	°C	PROPANE	Compositions phase vapeur (massique)	0,000719047	
2	-95	°C	PROPANE	Compositions phase vapeur (massique)	0,00121279	
3	-90	°C	PROPANE	Compositions phase vapeur (massique)	0,00194108	
4	-85	°C	PROPANE	Compositions phase vapeur (massique)	0,00301789	
5	-80	°C	PROPANE	Compositions phase vapeur (massique)	0,0045987	
6	-75	°C	PROPANE	Compositions phase vapeur (massique)	0,00686971	

Exemple pratique

5 Analyser les résultats de l'étude de sensibilité : **RÉSULTATS DU TABLEAU**



A

Les données brutes permettent de regrouper, filtrer et trier selon : la valeur du paramètre étudié, le constituant, la variable impactée, les unités, etc...



Résultats de l'étude de sensibilité

Valeurs brutes: Tableau

Faites glisser un en-tête de colonne ici pour regrouper les valeurs

#	S102 Température (°C)	Unité	Constituant	Variable	Valeur	Unité
1	-100	°C	PROPANE	Compositions phase vapeur (massique)	0,000719047	
2	-95	°C	PROPANE	Compositions phase vapeur (massique)	0,00121279	
3	-90	°C	PROPANE	Compositions phase vapeur (massique)	0,00194108	
4	-85	°C	PROPANE	Compositions phase vapeur (massique)	0,00301789	
5	-80	°C	PROPANE	Compositions phase vapeur (massique)	0,0045987	
6	-75	°C	PROPANE	Compositions phase vapeur (massique)	0,00686971	

Exemple pratique

5 Analyser les résultats de l'étude de sensibilité : RÉSULTATS DU TABLEAU



B

Le format **tableau** permet une utilisation directe des données grâce à leur structuration, contrairement aux données brutes. 💡

Résultats de l'étude de sensibilité

Valeurs brutes **Tableau** ☐ Transposée

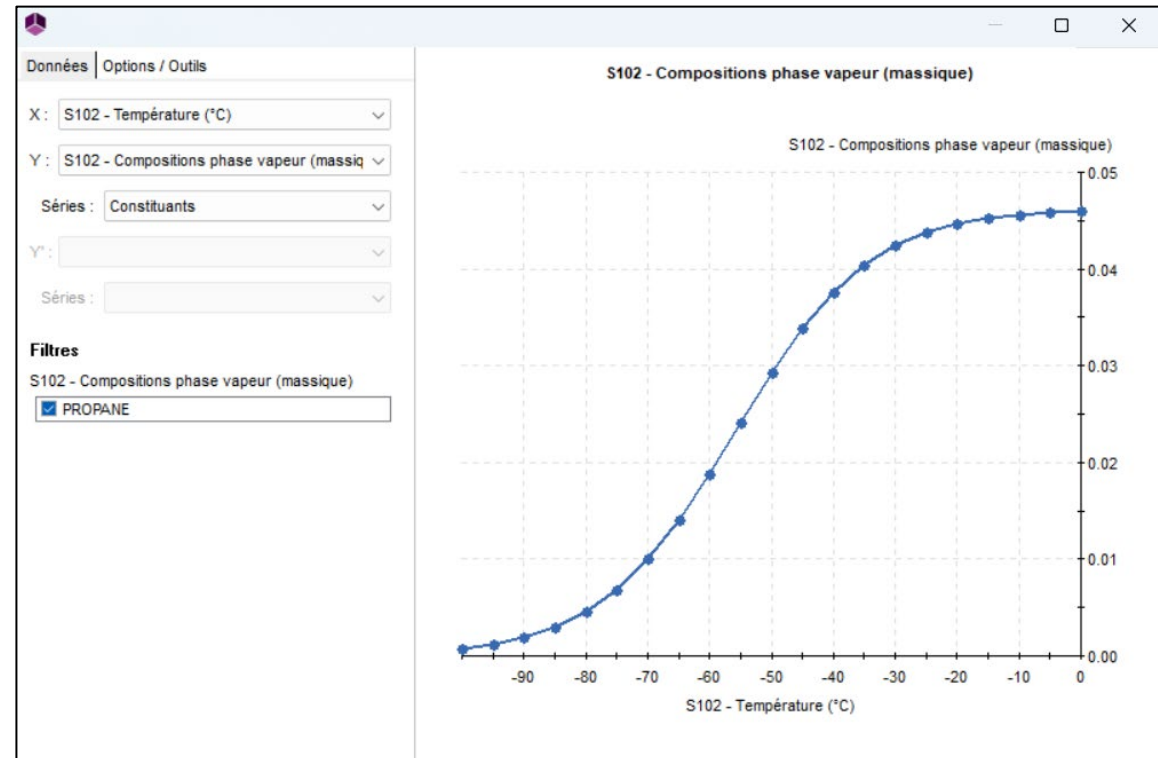
S102 Température (°C)	S102 Compositions phase vapeur (massique)
	PROPANE
-100	0,000719047
-95	0,00121279
-90	0,00194108
-85	0,00301789
-80	0,0045987
-75	0,00686971
-70	0,00999797
-65	0,014041

Exemple pratique

6 Analyser les résultats de l'étude de sensibilité : TRACÉ DE GRAPHES



Vue graphique : affiche les résultats sous forme de graphique



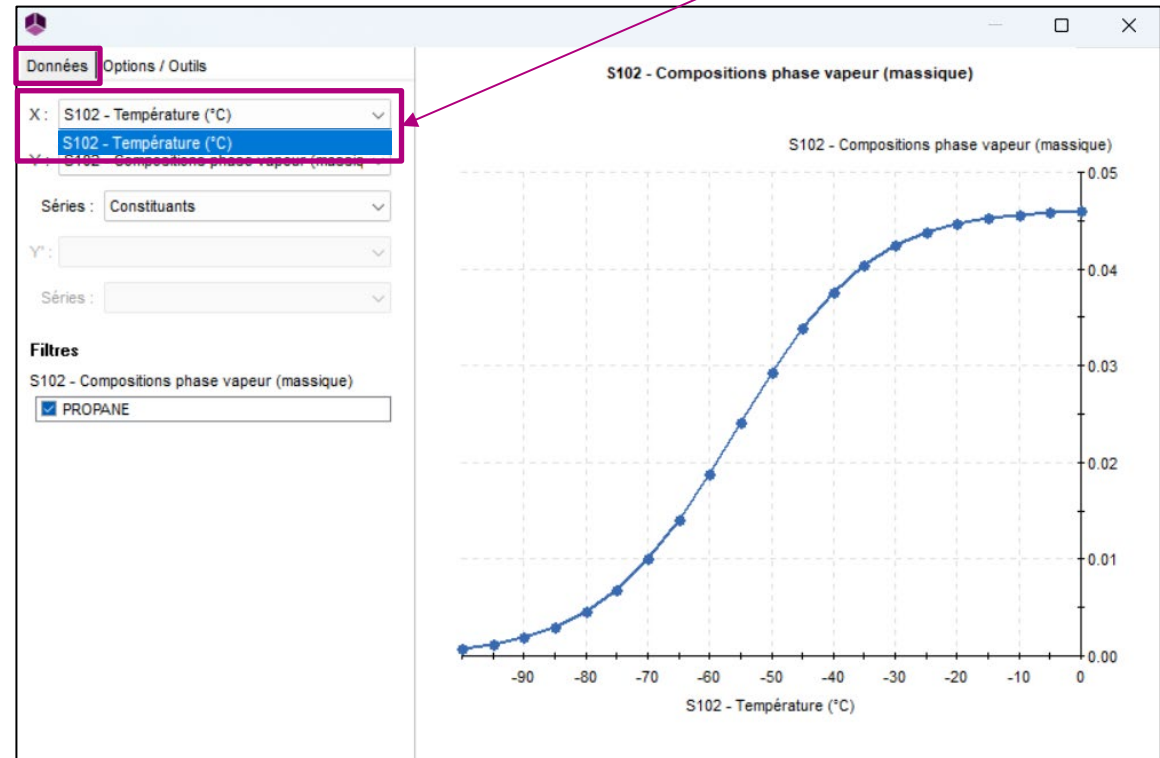
Exemple pratique

6 Analyser les résultats de l'étude de sensibilité : TRACÉ DE GRAPHES



A

Sélectionner le paramètre d'entrée (X):
Température de S102



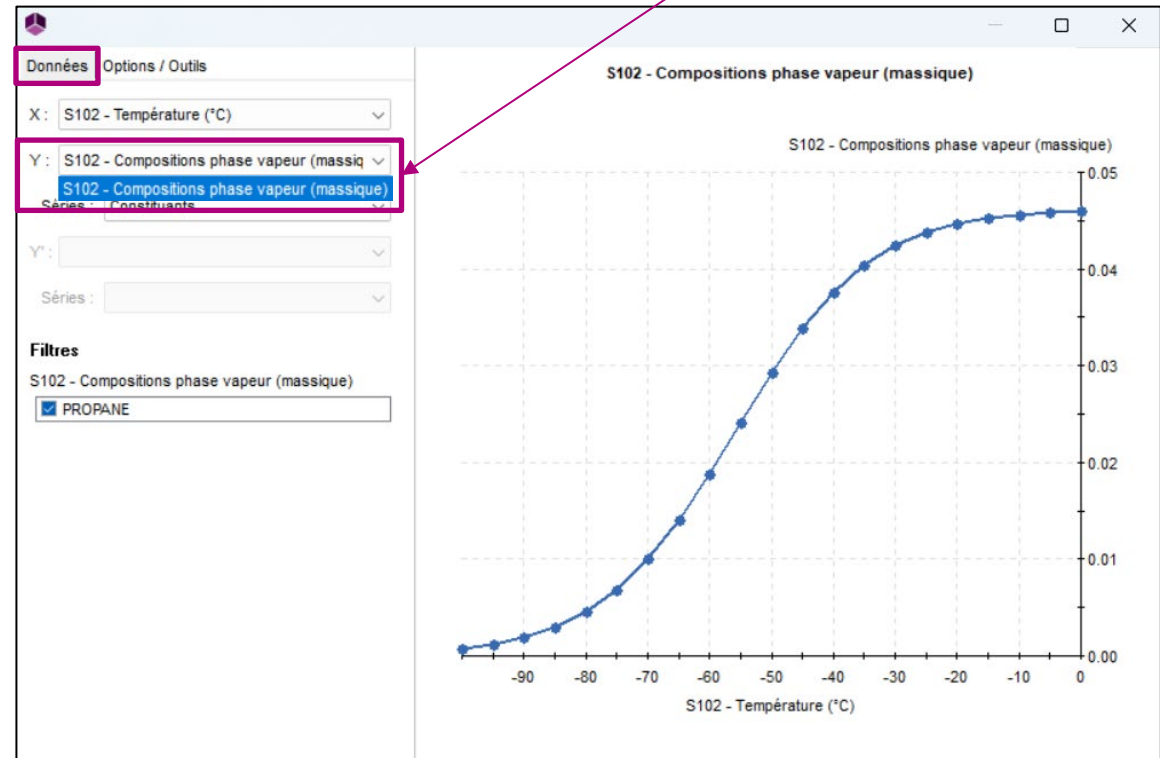
Exemple pratique

6 Analyser les résultats de l'étude de sensibilité : TRACÉ DE GRAPHES



B

Sélectionner l'objectif cible (Y) :
Composition en phase vapeur de S102



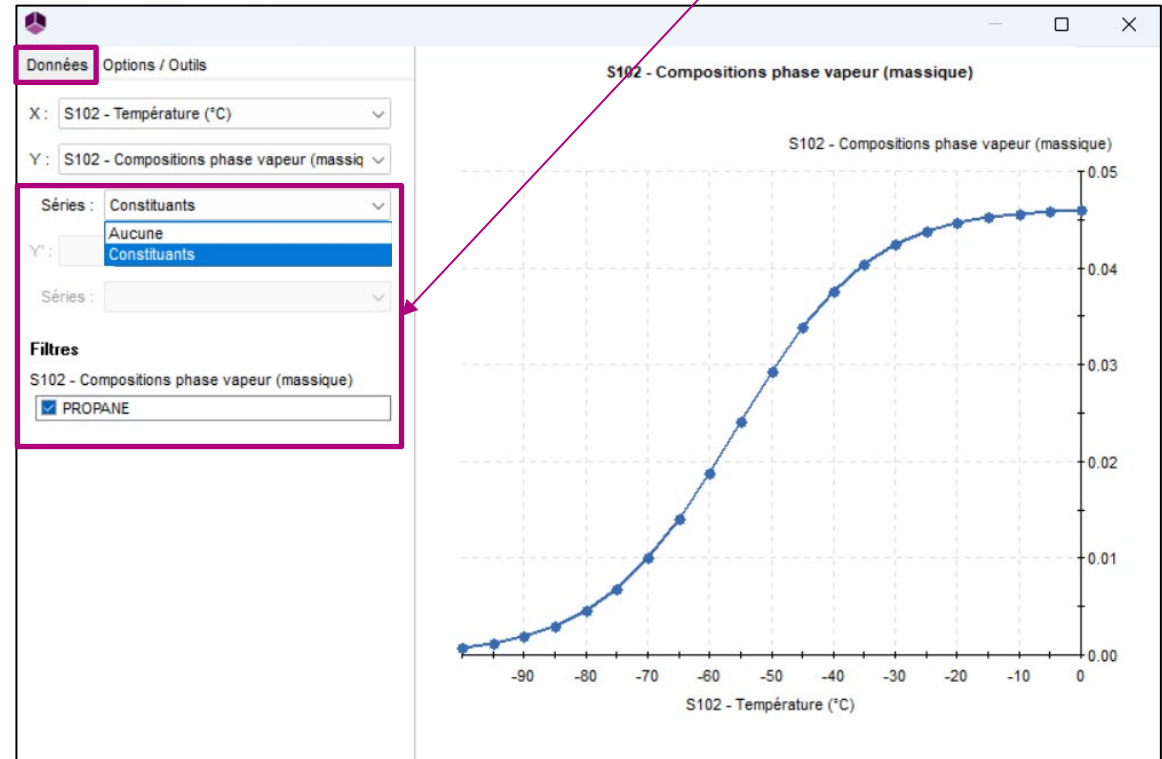
Exemple pratique

6 Analyser les résultats de l'étude de sensibilité : TRACÉ DE GRAPHES



C

Filtrer par série de données :
permet d'afficher uniquement la
composition en propane.

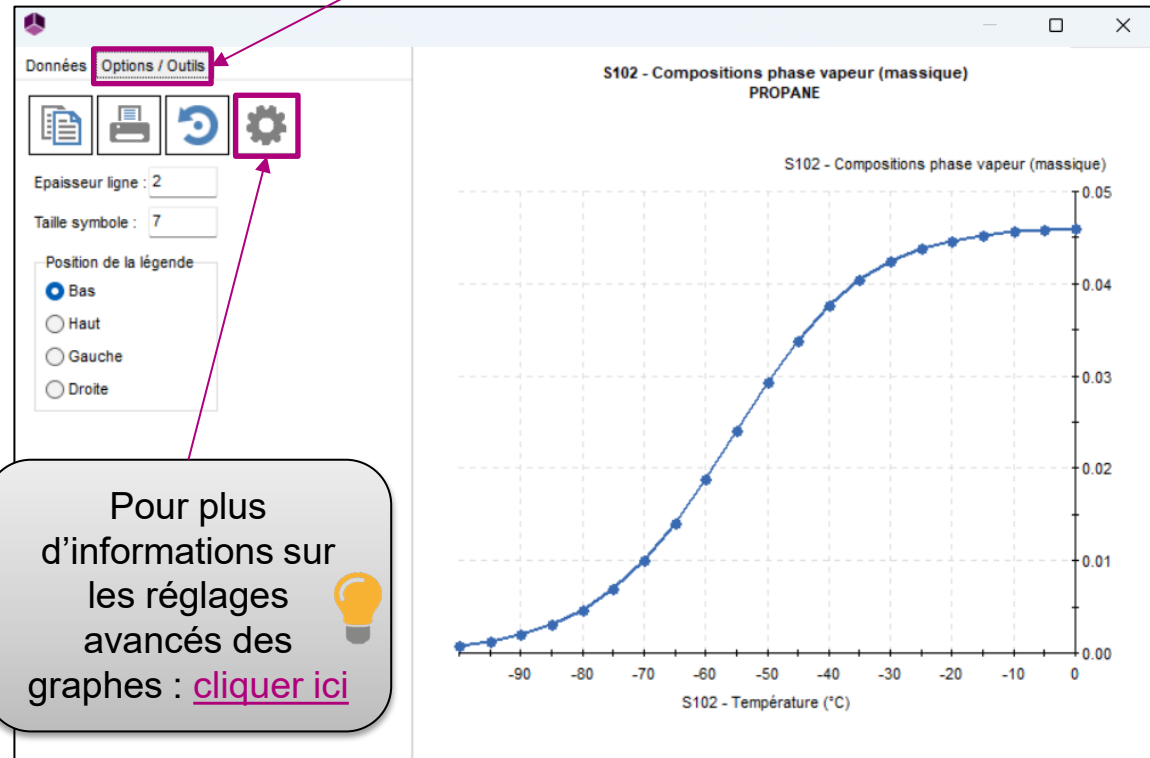


Exemple pratique

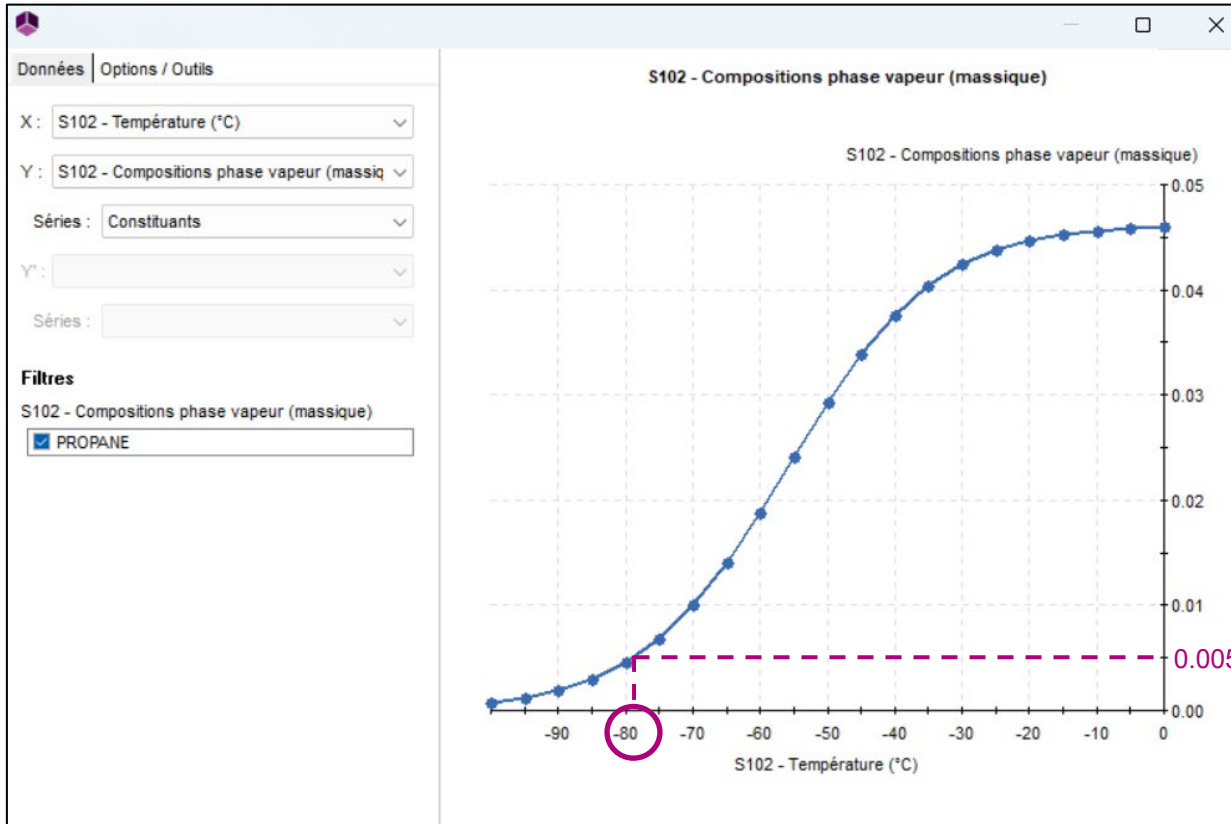
6 Analyser les résultats de l'étude de sensibilité : TRACÉ DE GRAPHES



Changer la mise en
forme du graphe



Analyse des résultats



- Le graphique montre que la fraction massique de propane dans le flux léger augmente avec la température et atteint la valeur cible de 0,005 à environ -79 °C.
- La température pourrait alors être ajustée manuellement pour atteindre la composition cible en propane.

Pour plus de détails
[cliquer ici](#)



L'étape suivante décrit comment configurer le logiciel afin d'ajuster automatiquement la température pour atteindre la valeur cible définie

Maintenant que **l'étude de sensibilité** a permis d'analyser l'impact des **variables d'action** sur les **résultats cibles**, nous pouvons définir les **spécifications** pour laisser le logiciel ajuster automatiquement la variable d'action.

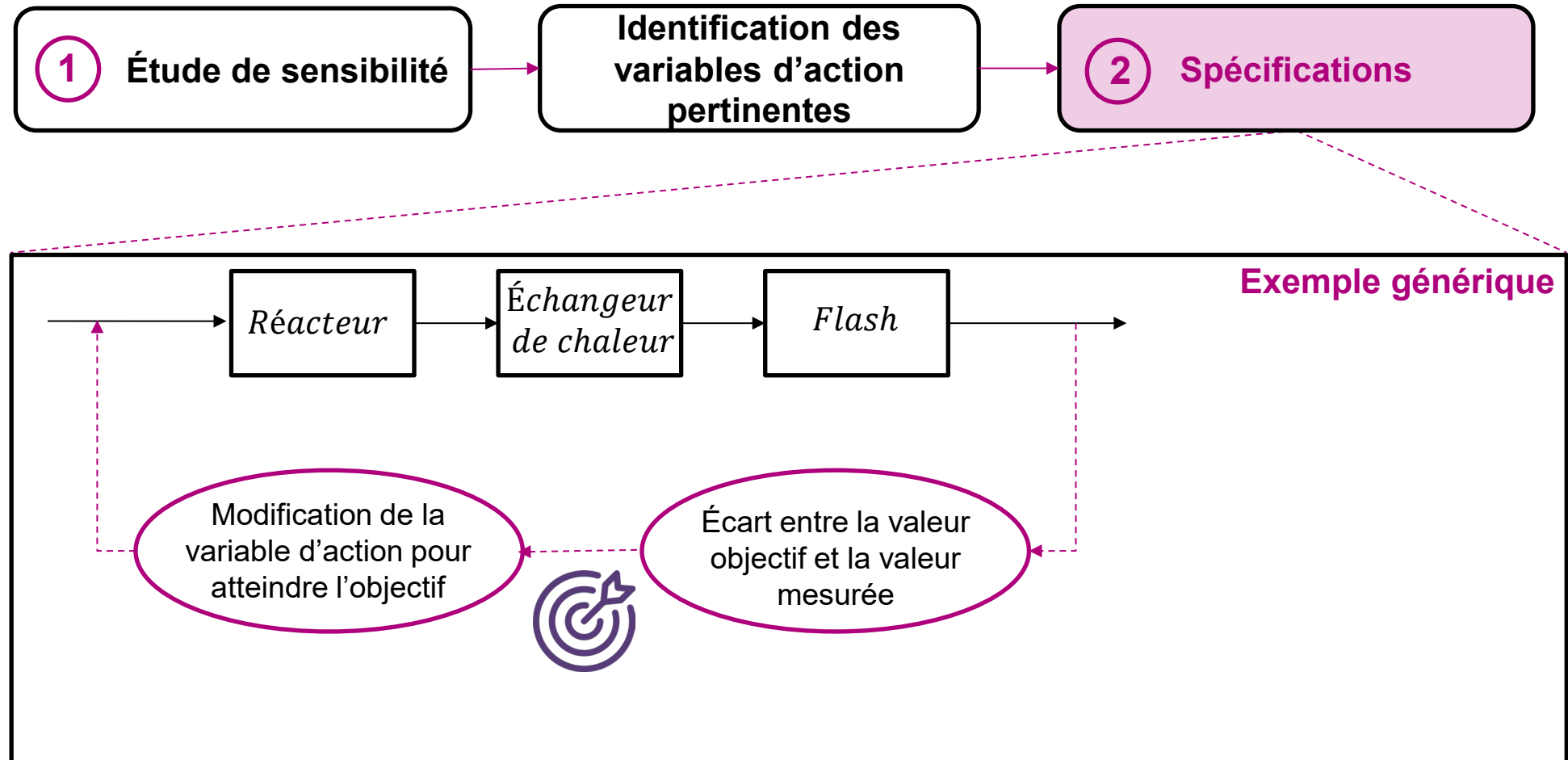


Note terminologique :

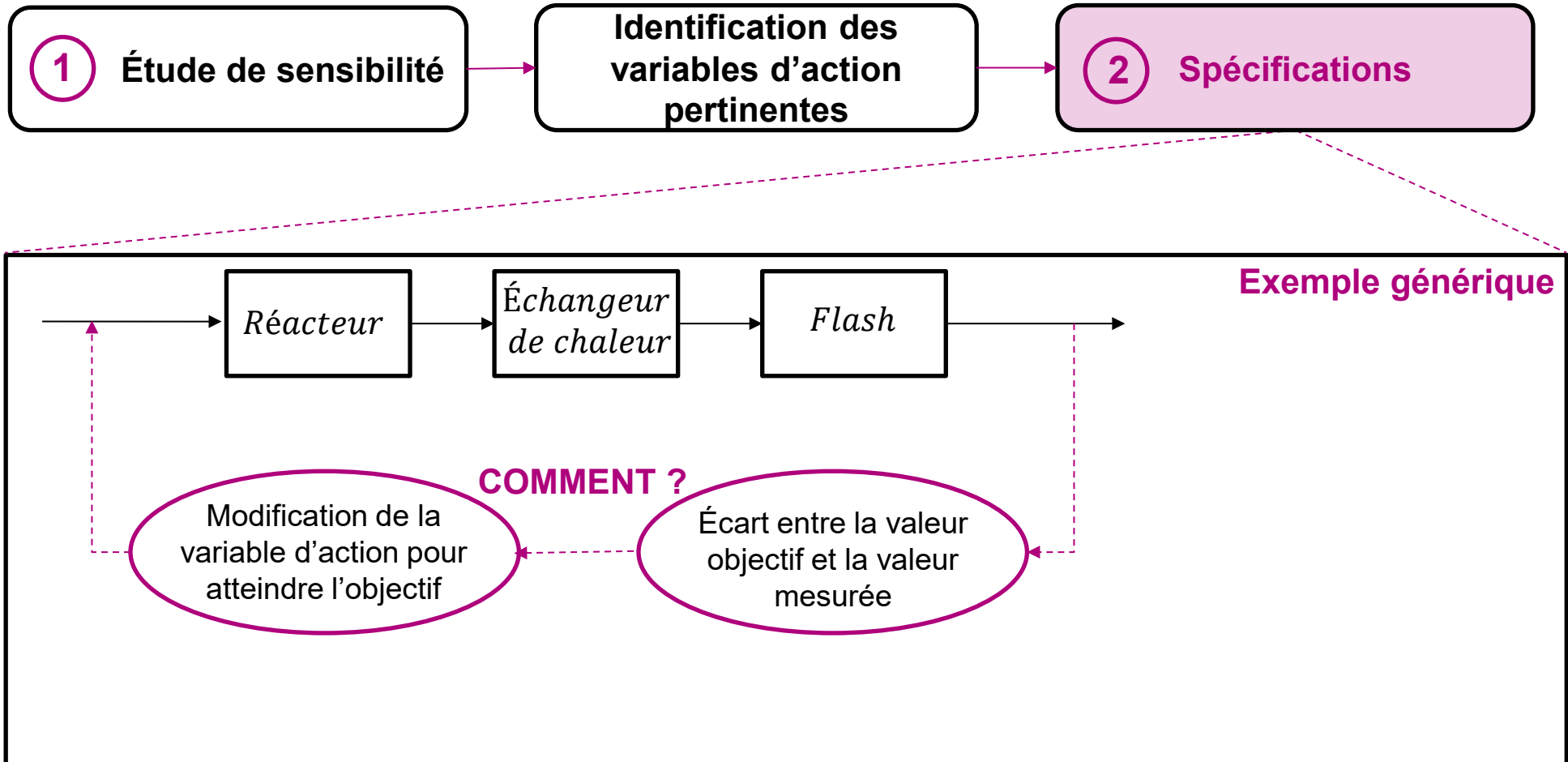
X = Paramètre d'entrée

Y = Résultat de sortie (*objectif cible*)

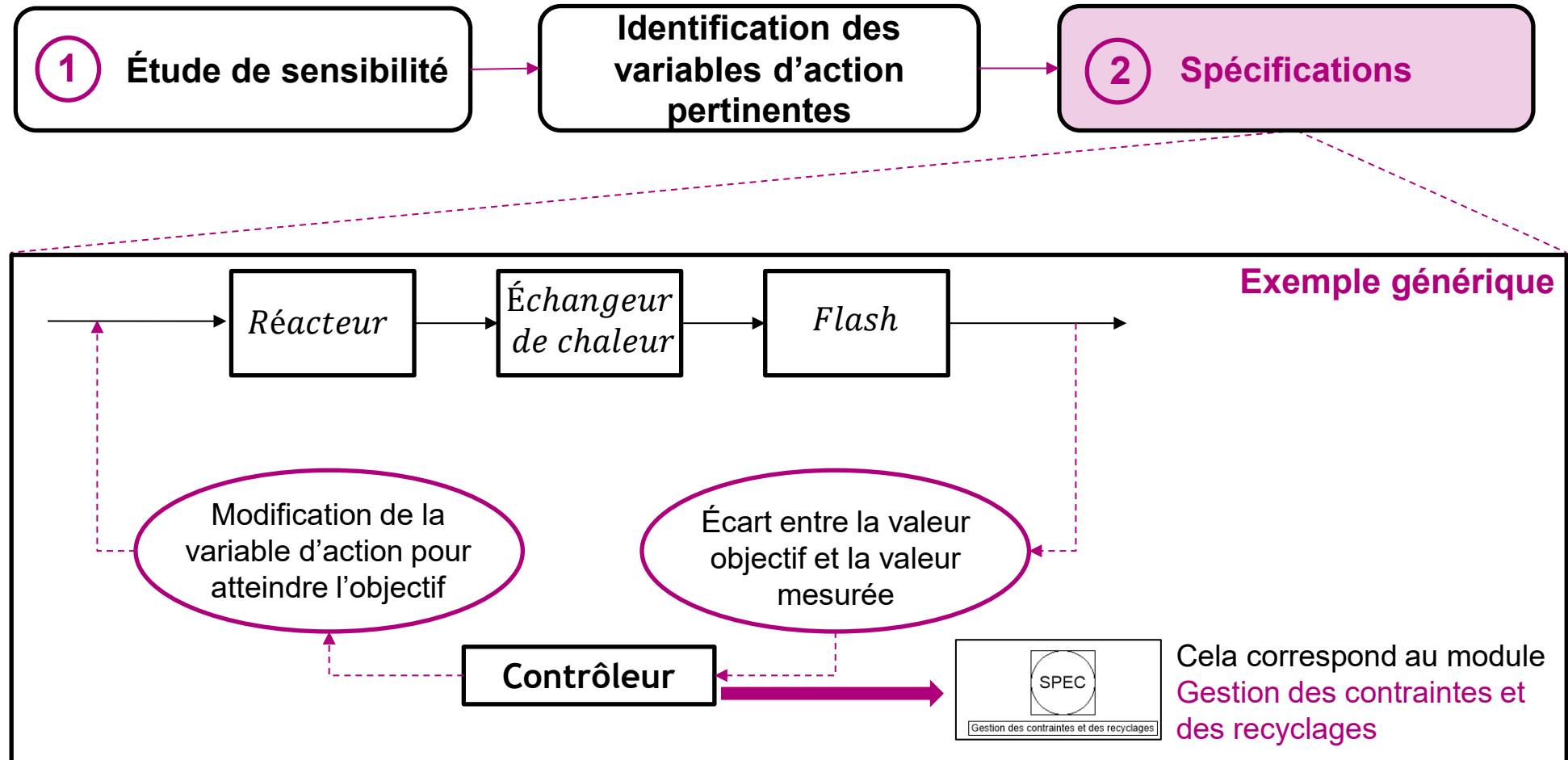
Maintenant que l'**étude de sensibilité** a permis d'analyser l'impact des **variables d'action** sur les **objectifs cibles**, nous pouvons définir les **spécifications** pour laisser le logiciel ajuster automatiquement la variable d'action.



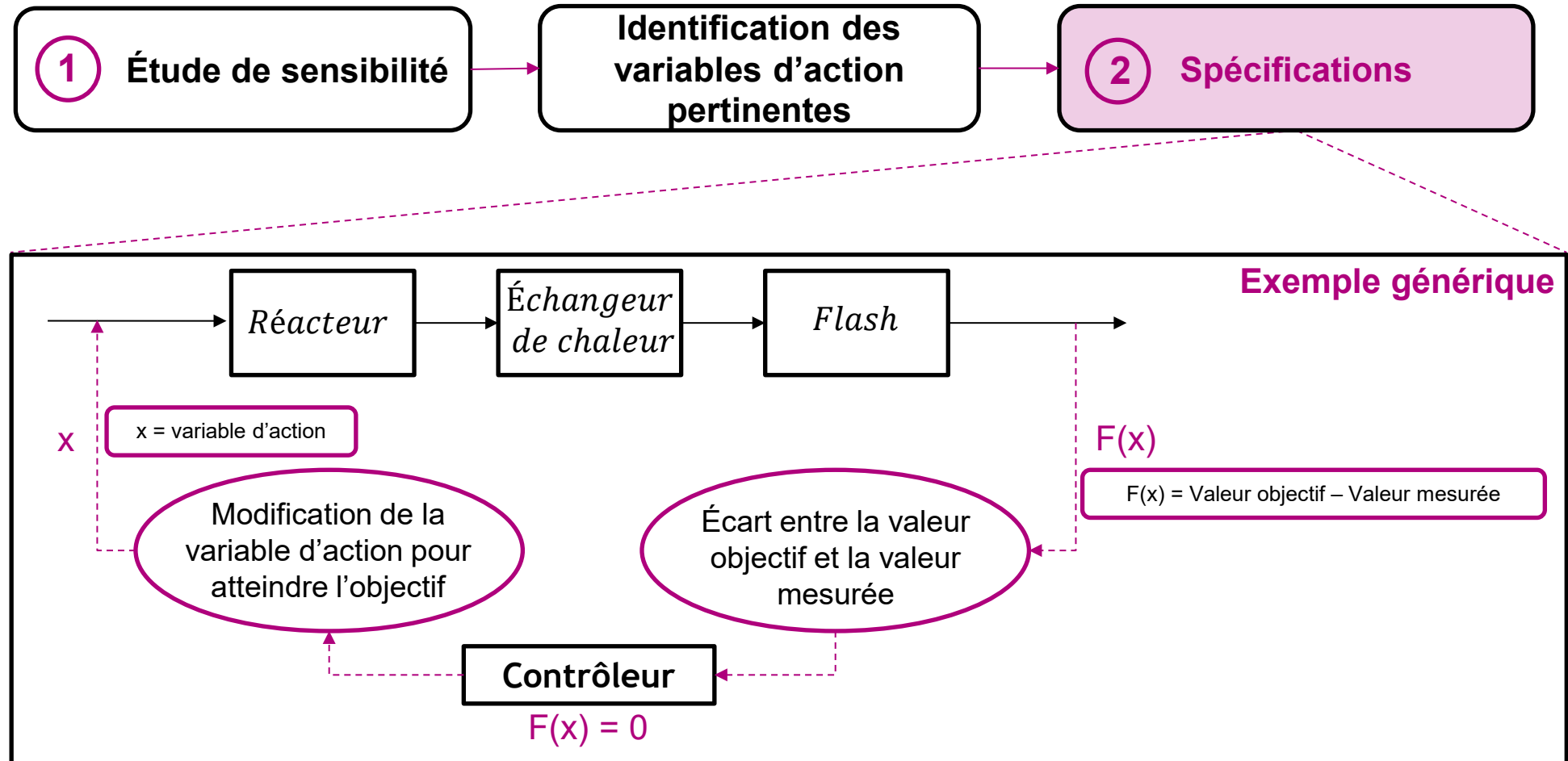
Maintenant que l'**étude de sensibilité** a permis d'analyser l'impact des **variables d'action** sur les **objectifs cibles**, nous pouvons définir les **spécifications** pour laisser le logiciel ajuster automatiquement la variable d'action.



Maintenant que l'**étude de sensibilité** a permis d'analyser l'impact des **variables d'action** sur les **objectifs cibles**, nous pouvons définir les **spécifications** pour laisser le logiciel ajuster automatiquement la variable d'action.



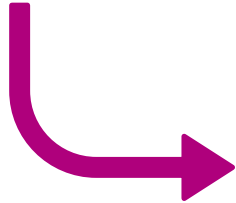
Maintenant que l'**étude de sensibilité** a permis d'analyser l'impact des **variables d'action** sur les **objectifs cibles**, nous pouvons définir les **spécifications** pour laisser le logiciel ajuster automatiquement la variable d'action.



Pourquoi avons-nous besoin de spécifications ?



Assurer le bon fonctionnement du procédé
et atteindre les objectifs opérationnels



Cela implique de contrôler certaines variables
d'action pour satisfaire les contraintes :
 $(\text{valeur objectif} - \text{valeur mesurée } (x)) = 0$
ou
 $F(x) = 0$

COMMENT ?



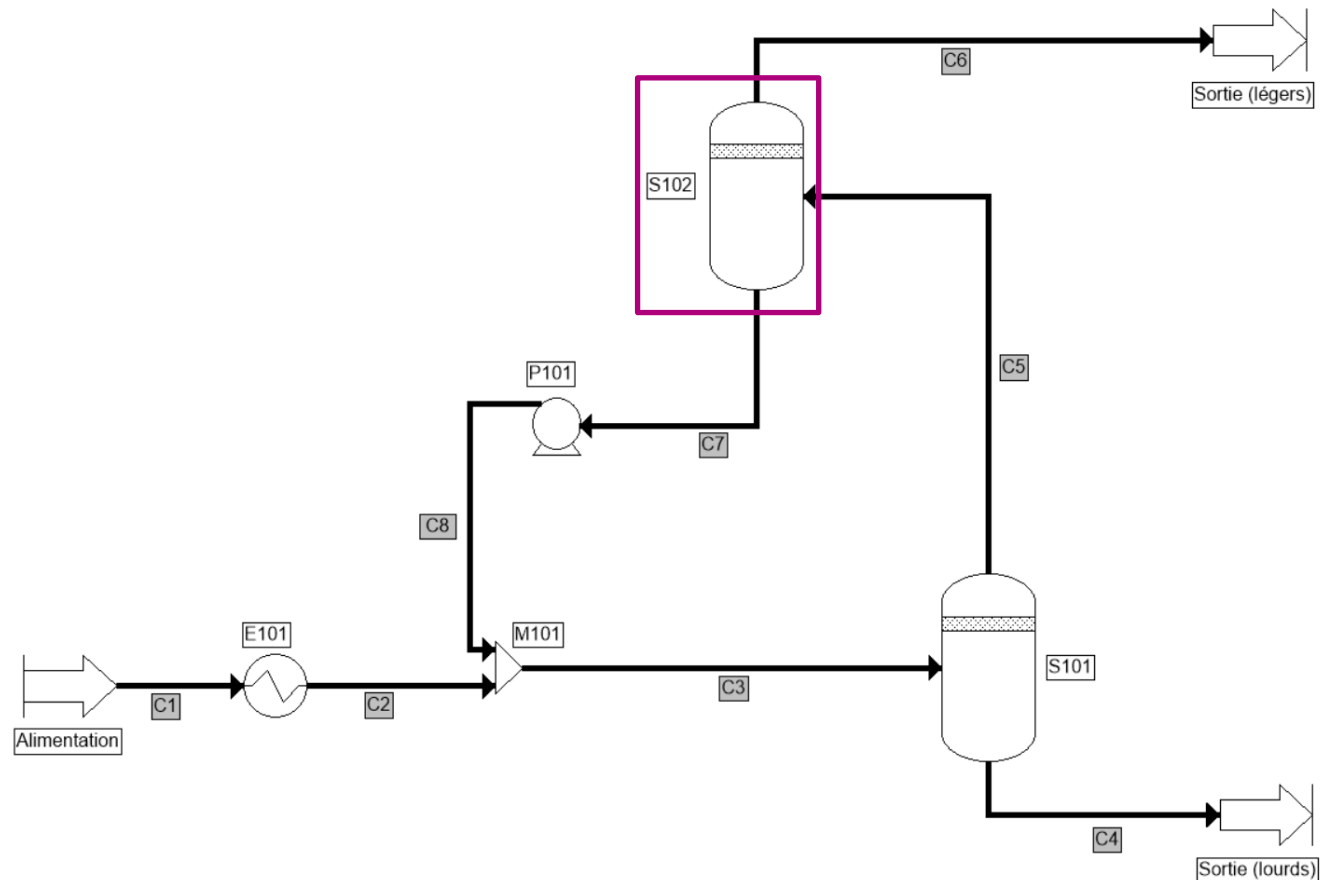
En transférant les informations pertinentes
— **variables d'action** et **objectifs cibles** —
d'une opération unitaire à une autre.



Chaque variable du procédé disponible
=
un degré de liberté

Objectif de la spécification

Dans l'exemple simple, ajuster la température du Flash S102 pour atteindre 5000 ppm de propane dans le flux des légers (C6)



Objectif

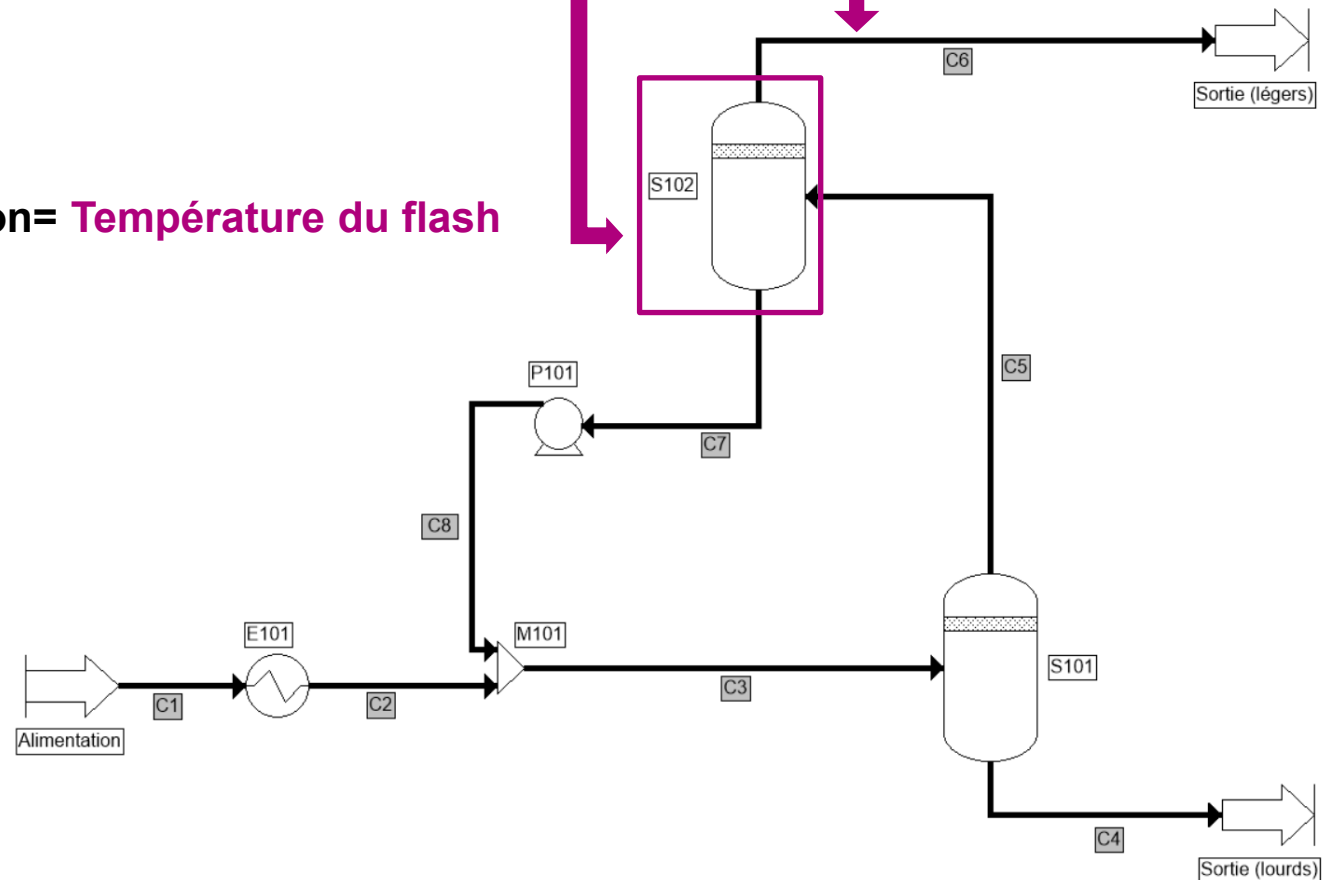
Objectif de la spécification

Dans l'exemple simple, ajuster la température du Flash S102 pour atteindre 5000 ppm de propane dans le flux des légers (C6)

Composition du propane (ppm) dans C6 - 5000 ppm = 0

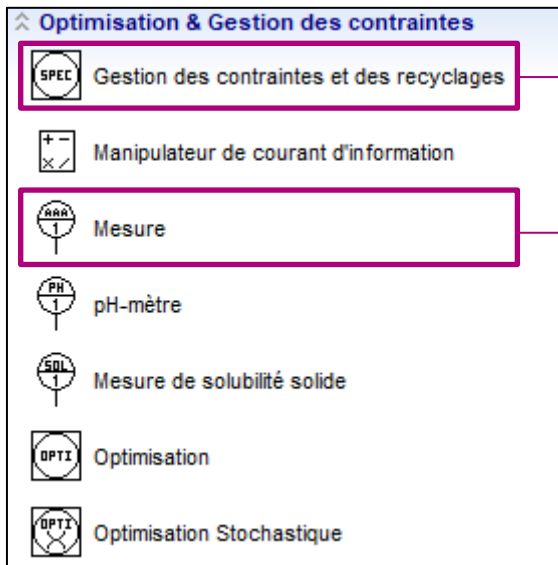
Objectif cible = 5000 ppm (propane)

Variable d'action = Température du flash



Exemple pratique

Création d'une spécification de procédé

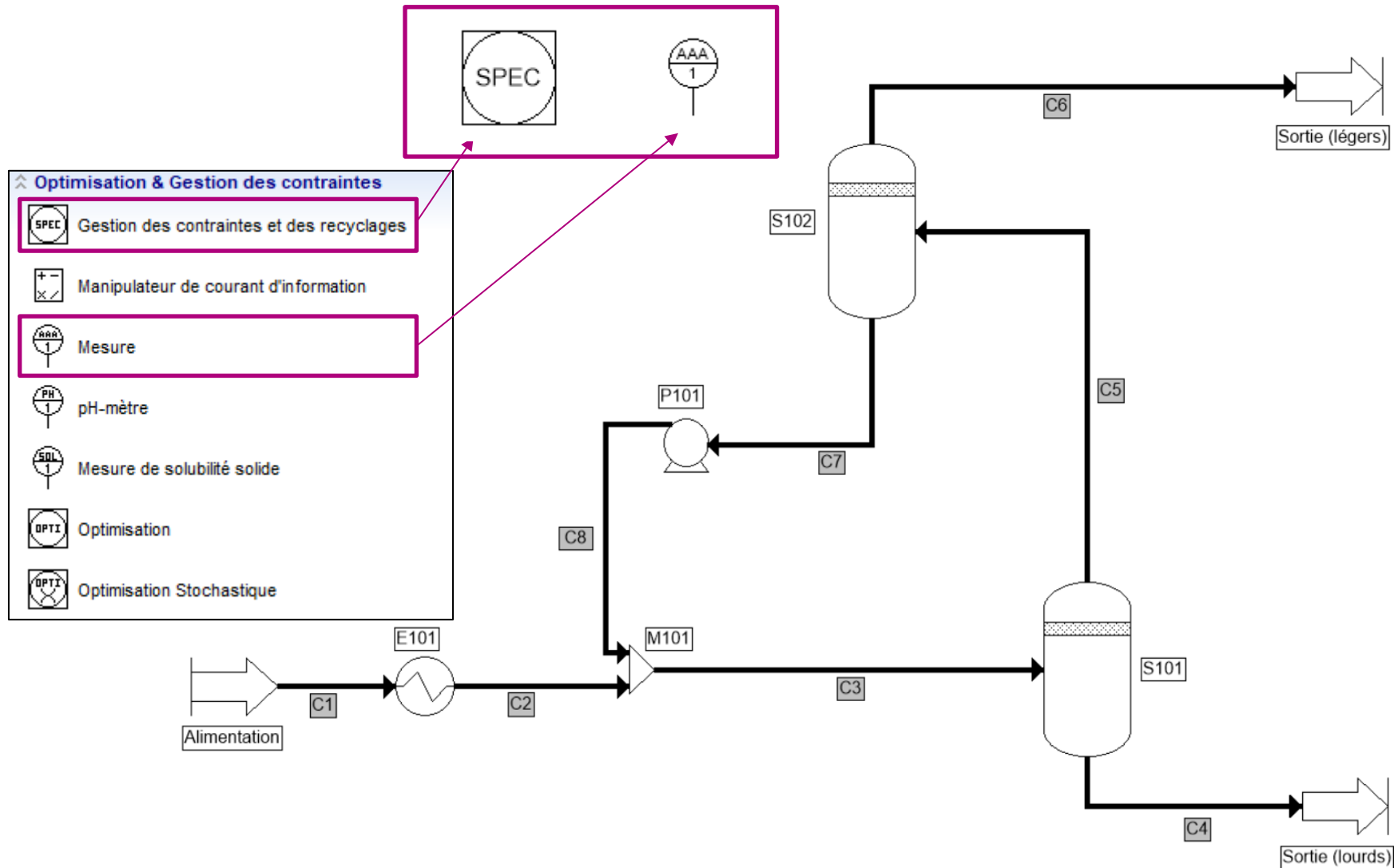


Gestion des contraintes et des recyclages,
connue sous le nom de module « SPEC »

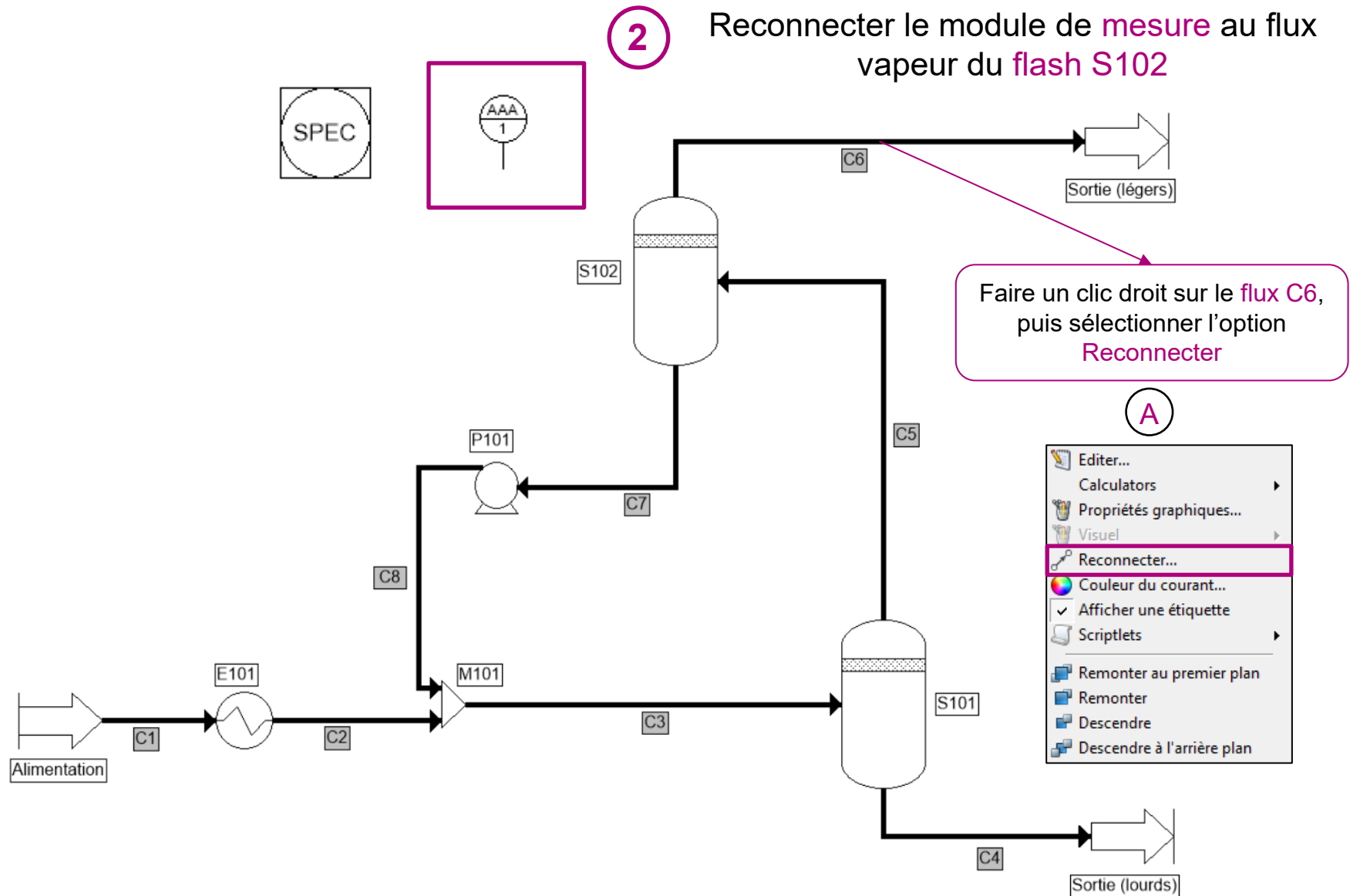
Mesure des différentes variables de procédé

Exemple pratique

1 Insérer un module **SPEC** et un module **Mesure** sur le flowsheet



Exemple pratique



Exemple pratique

2

Reconnecter le module de **mesure** au
flux vapeur du **flash S102**

The diagram illustrates the process of reconnecting a measurement module to a steam flow. It consists of a process flow diagram and a software interface for changing connections.

Process Flow Diagram:

- A circular node labeled "SPEC" is connected to a rectangular node labeled "AAA 1".
- A line labeled "C6" connects the "AAA 1" node to a rectangular node labeled "Sortie (légers)".
- A line labeled "C6" connects the "AAA 1" node to a rectangular node labeled "Sortie (légers)".

Software Interface: "Changer les connexions"

The interface is divided into three main sections:

- Le courant sort du module:** Contains a tree view with "Mesure" and "S102". A callout box labeled "B" points to "Sortie vapeur" under "S102" with the text "Sélectionner le port de sortie".
- Courants du procédé:** A list of process streams: C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8.
- Le courant entre dans le module:** Contains a tree view with "M101" and "Mesure". A callout box labeled "C" points to "Courant Contrôlé 01" under "Mesure" with the text "Sélectionner le port d'entrée".

Contextual Diagrams:

- A diagram of a vertical vessel with a steam flow arrow pointing upwards, connected to the "Sortie vapeur" port.
- A diagram of a horizontal vessel with a steam flow arrow pointing to the right, connected to the "AAA 1" node.

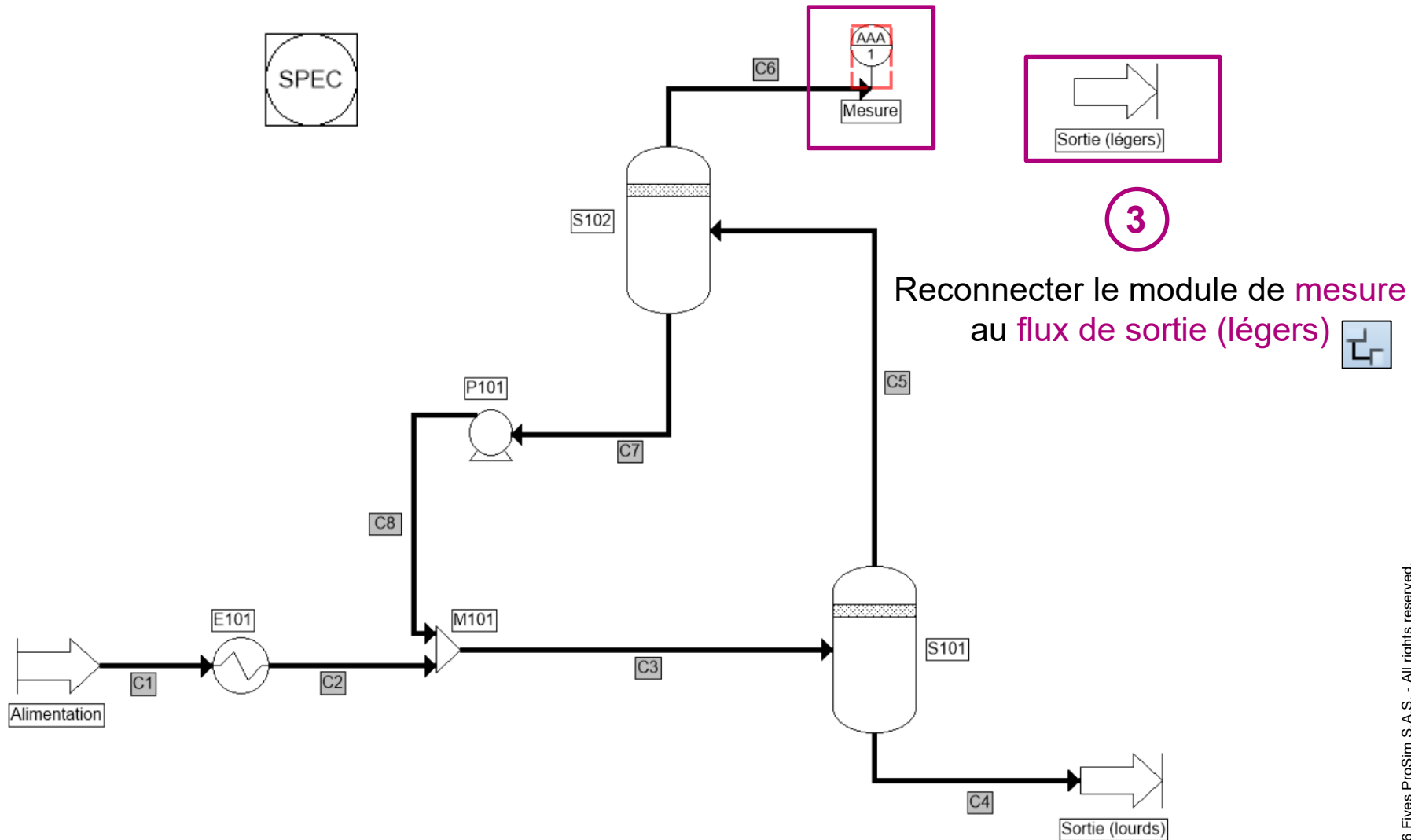
Right-click Context Menu:

- Options include: "Editer...", "Calculators", "Propriétés graphiques...", "Visuel", "Reconnecter...", "Couleur du courant...", "Afficher une étiquette", "Scriptlets", "Remonter au premier plan", "Remonter", "Descendre", "Descendre à l'arrière plan".
- A callout box labeled "D" points to the "Reconnecter..." option with the text "Cliquer sur « OK » pour enregistrer les données".

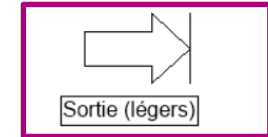
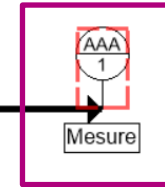
Buttons:

- "OK" and "Annuler" buttons are located at the bottom right of the interface.

Exemple pratique

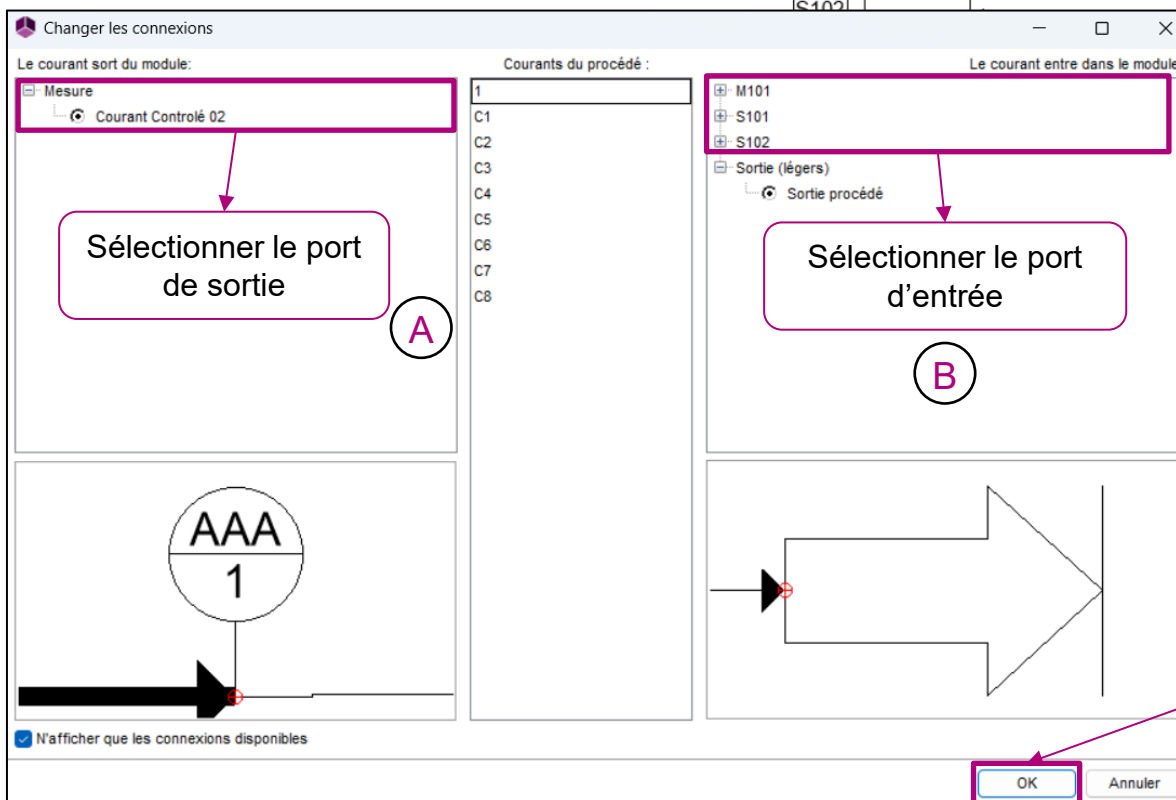


Exemple pratique



3

Reconnecter le module de mesure
au flux de sortie légers

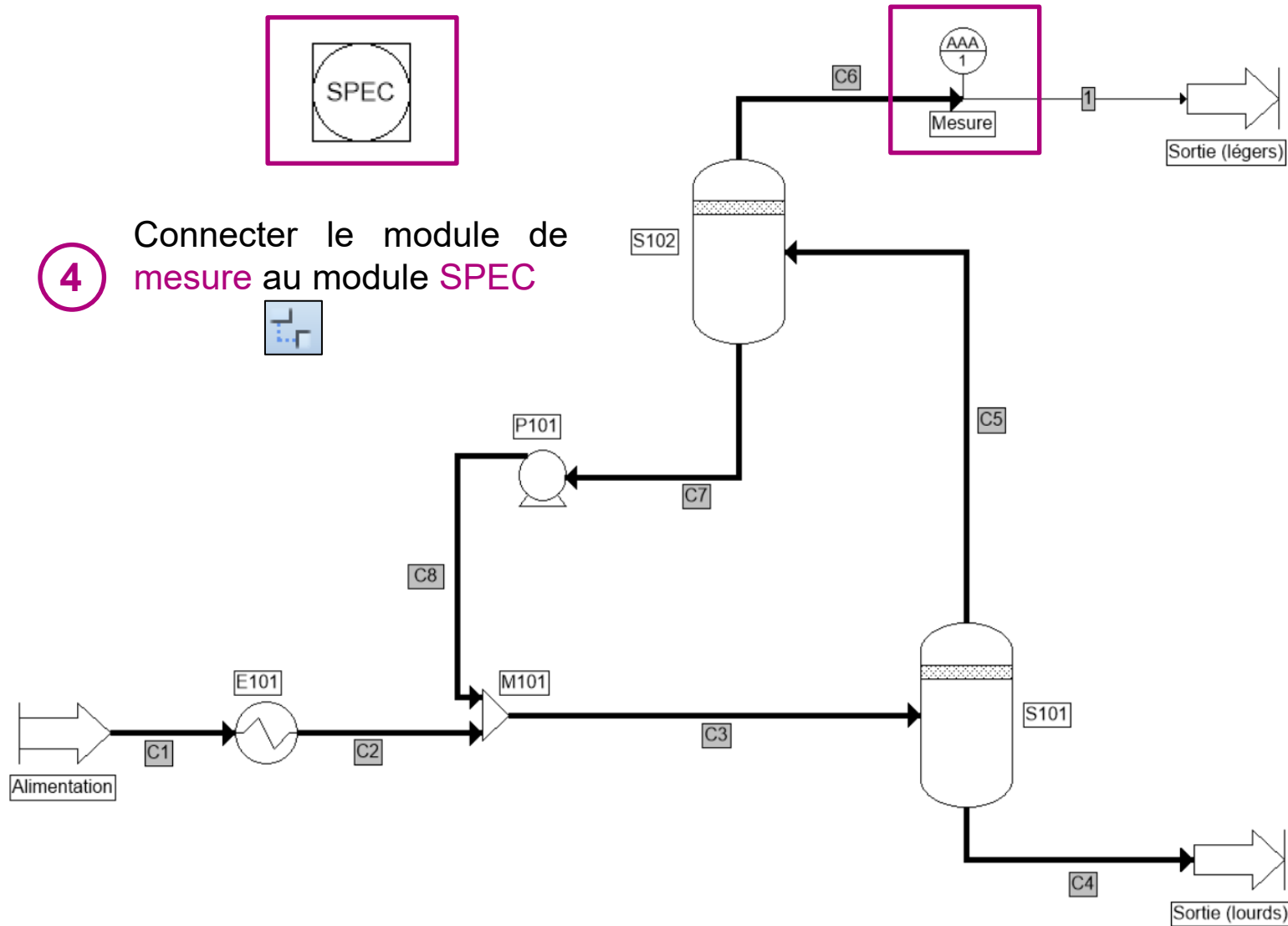


Cliquer sur « OK »
pour enregistrer les
données

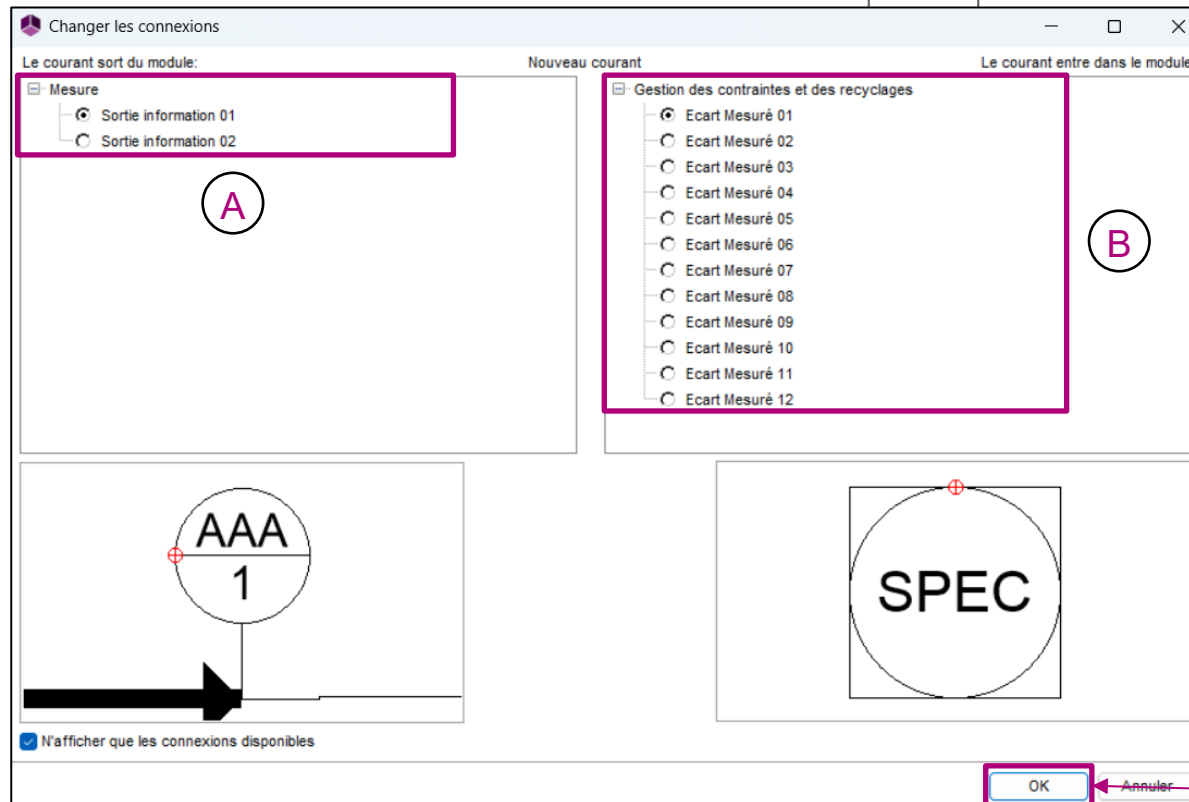
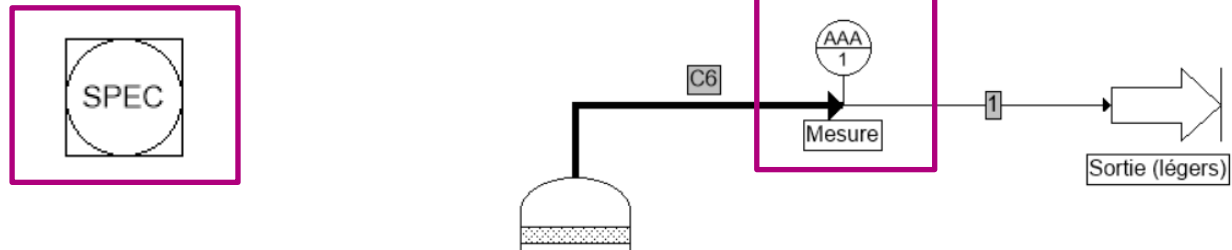
Exemple pratique



- 4 Connecter le module de mesure au module SPEC



Exemple pratique



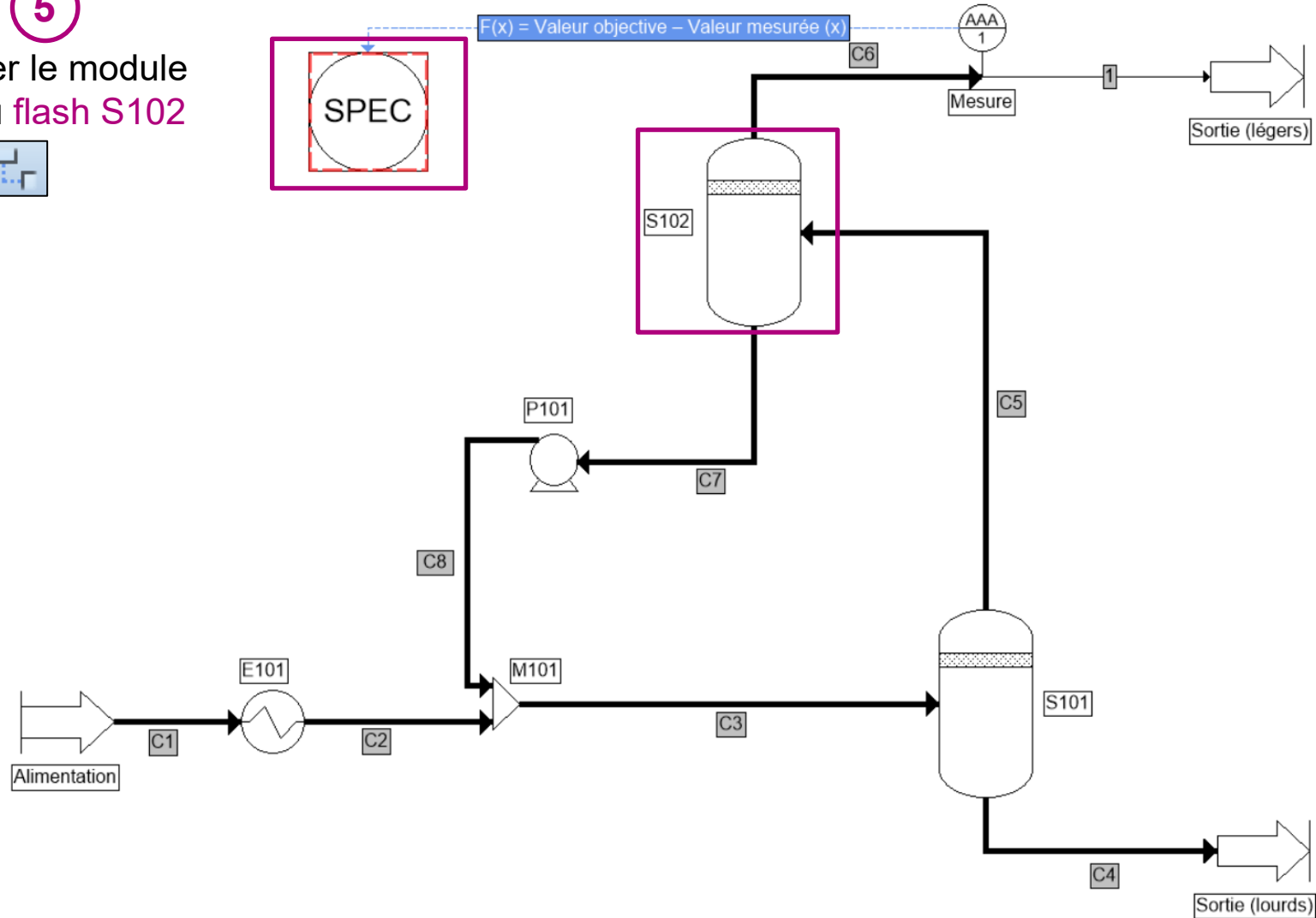
Cliquer sur « OK »
pour enregistrer les
données

C

Exemple pratique

5

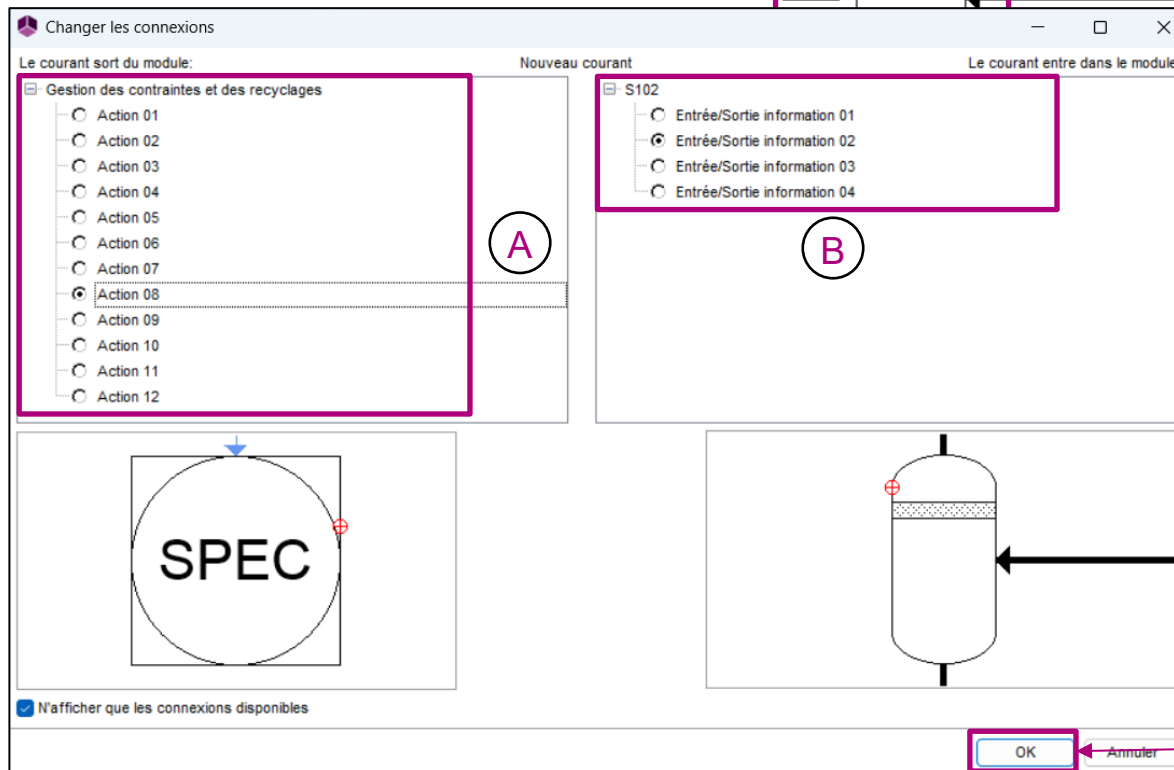
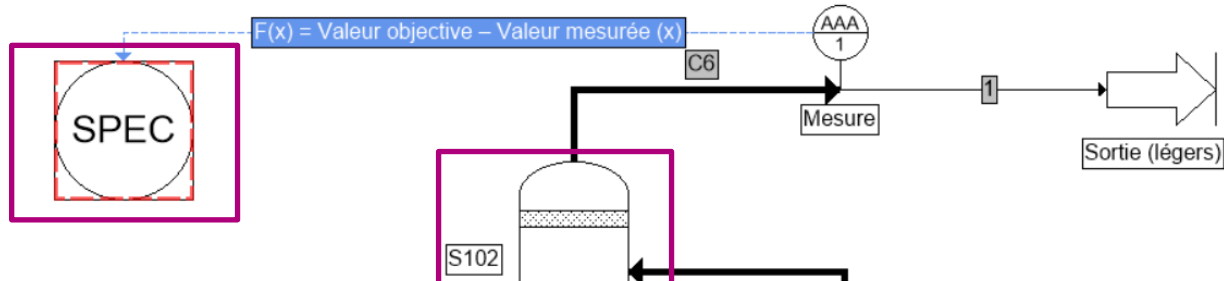
Connecter le module
SPEC au flash S102



Exemple pratique

5

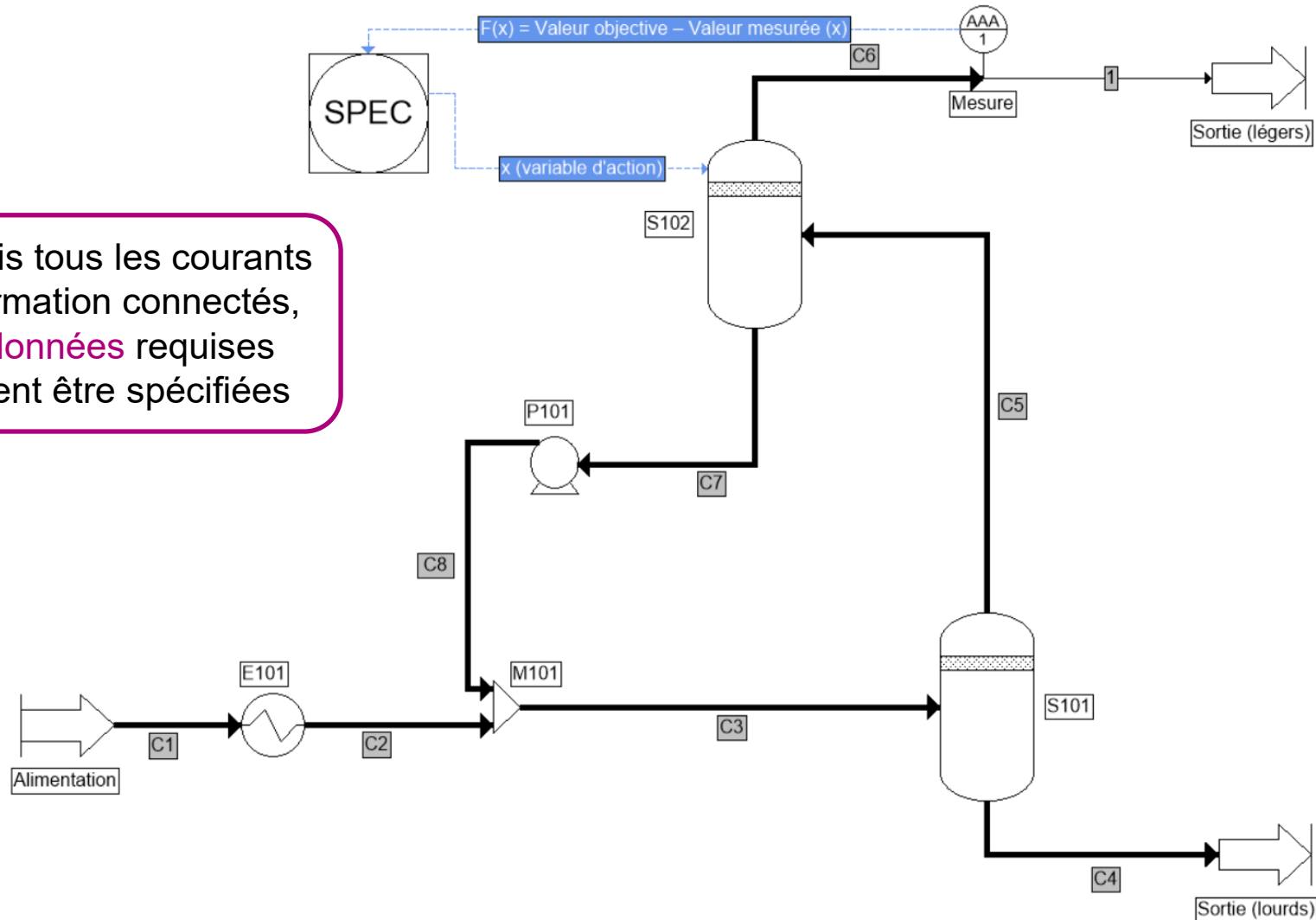
Connecter le module
SPEC au flash S102



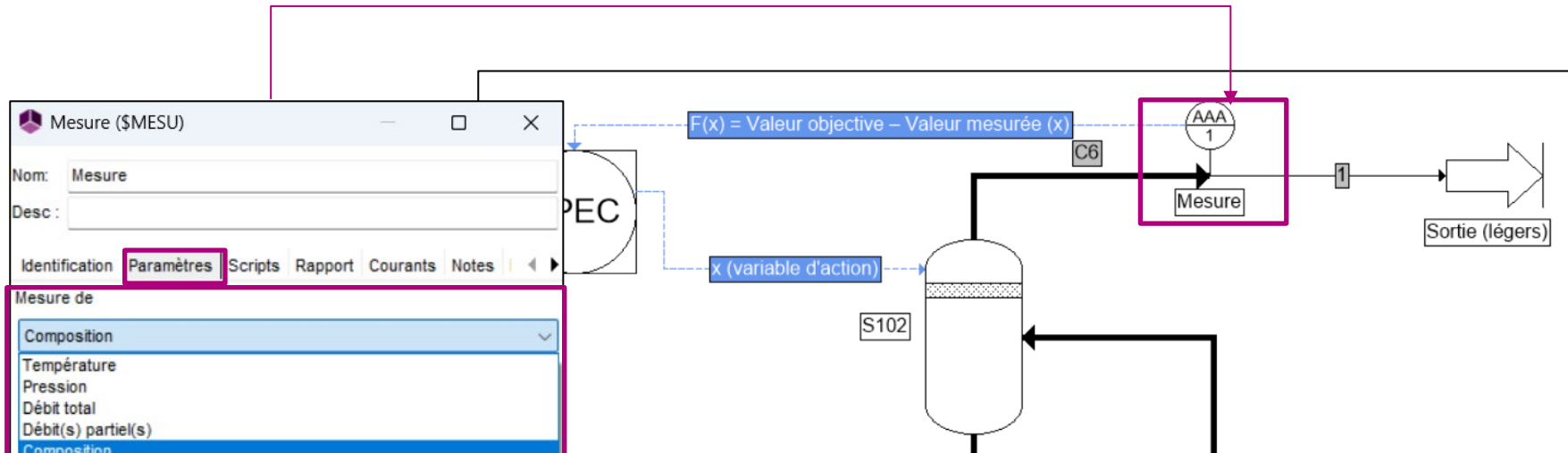
Cliquer sur « OK »
pour enregistrer les
données

Exemple pratique

Une fois tous les courants
d'information connectés,
les **données** requises
peuvent être spécifiées



Exemple pratique



6

Configuration du module de mesure

Double-cliquer sur le
module **Mesure**

A

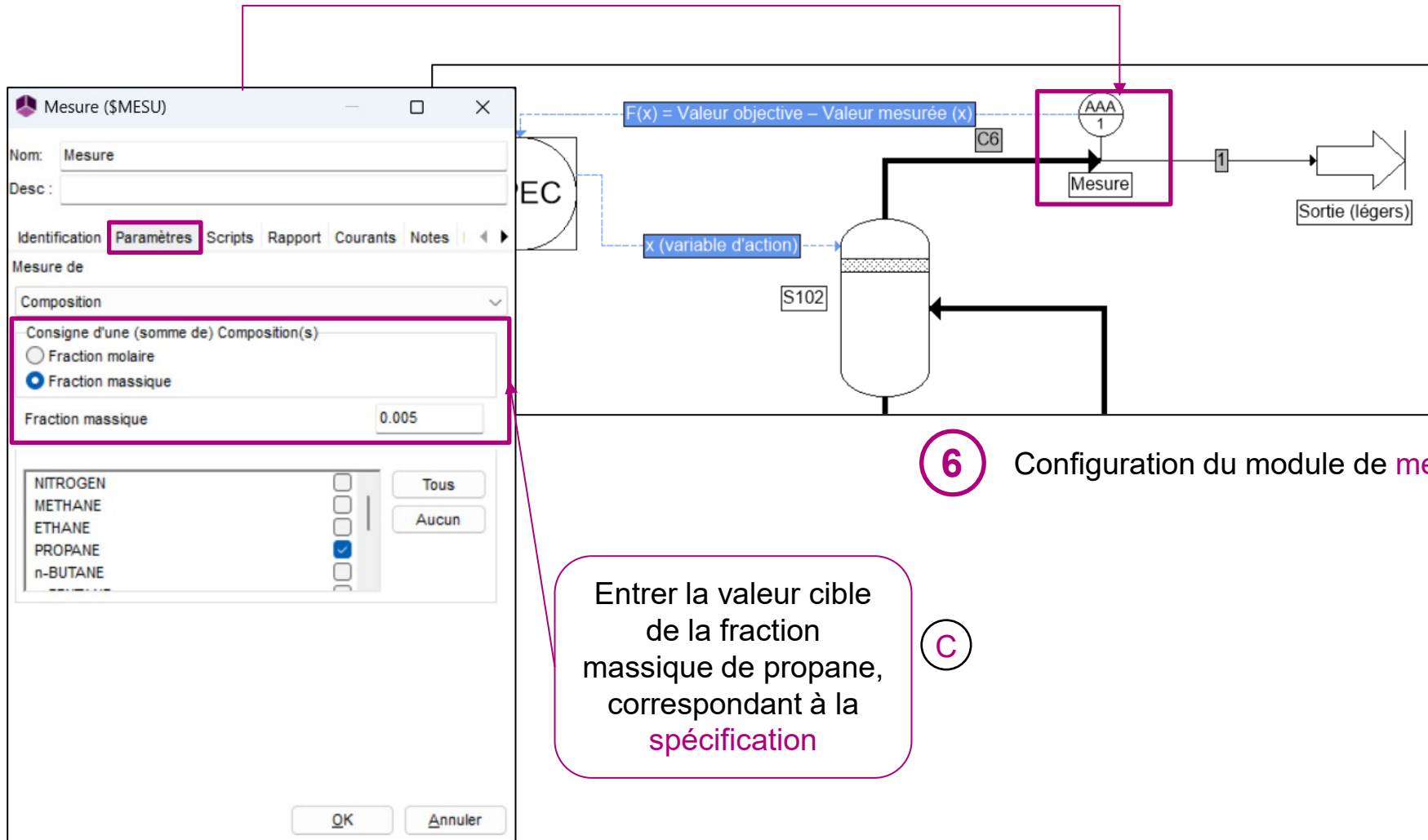
Sélectionner le
paramètre à
mesurer

B

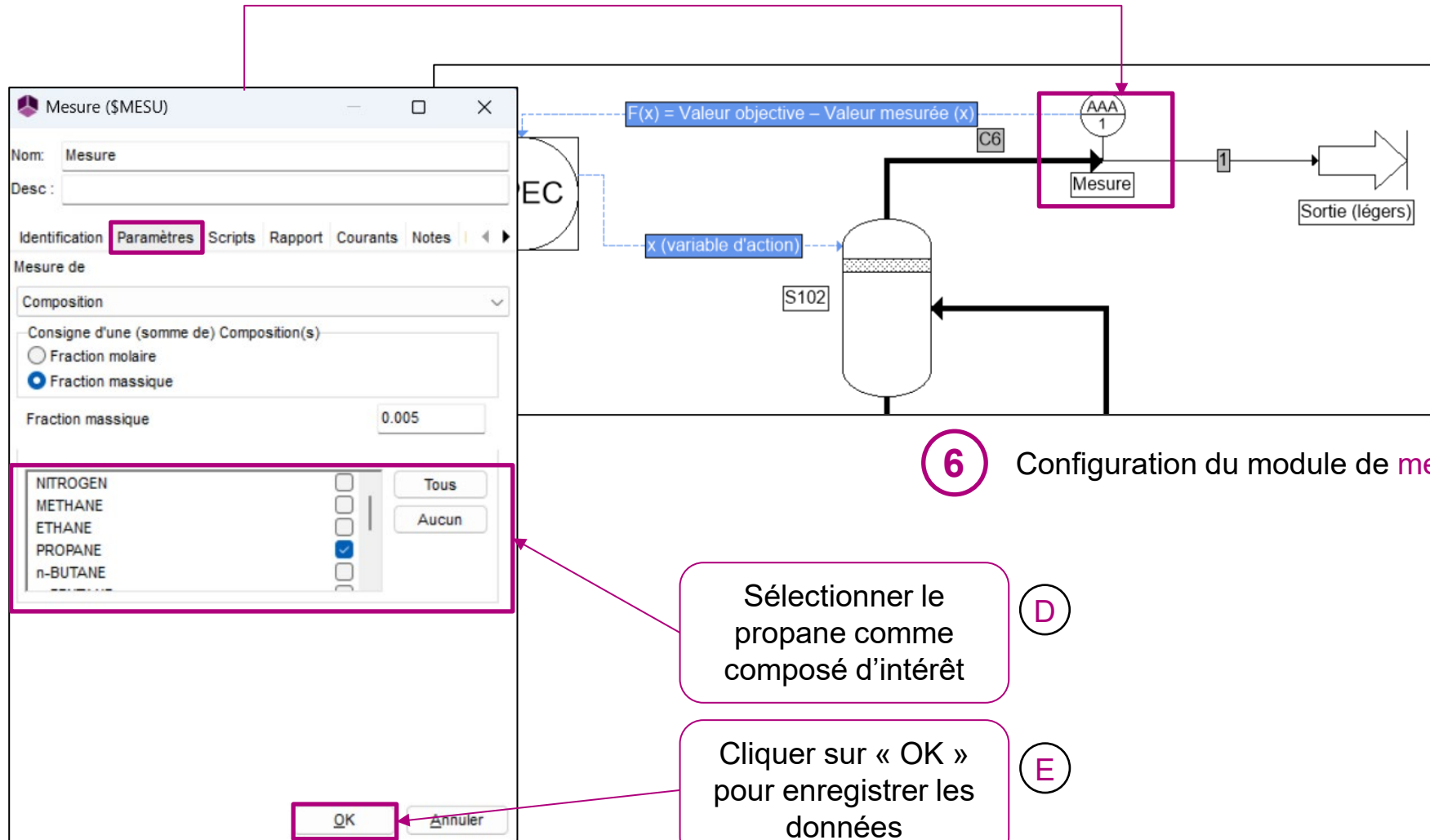
La variable mesurée est l'objectif cible
(fraction massique)



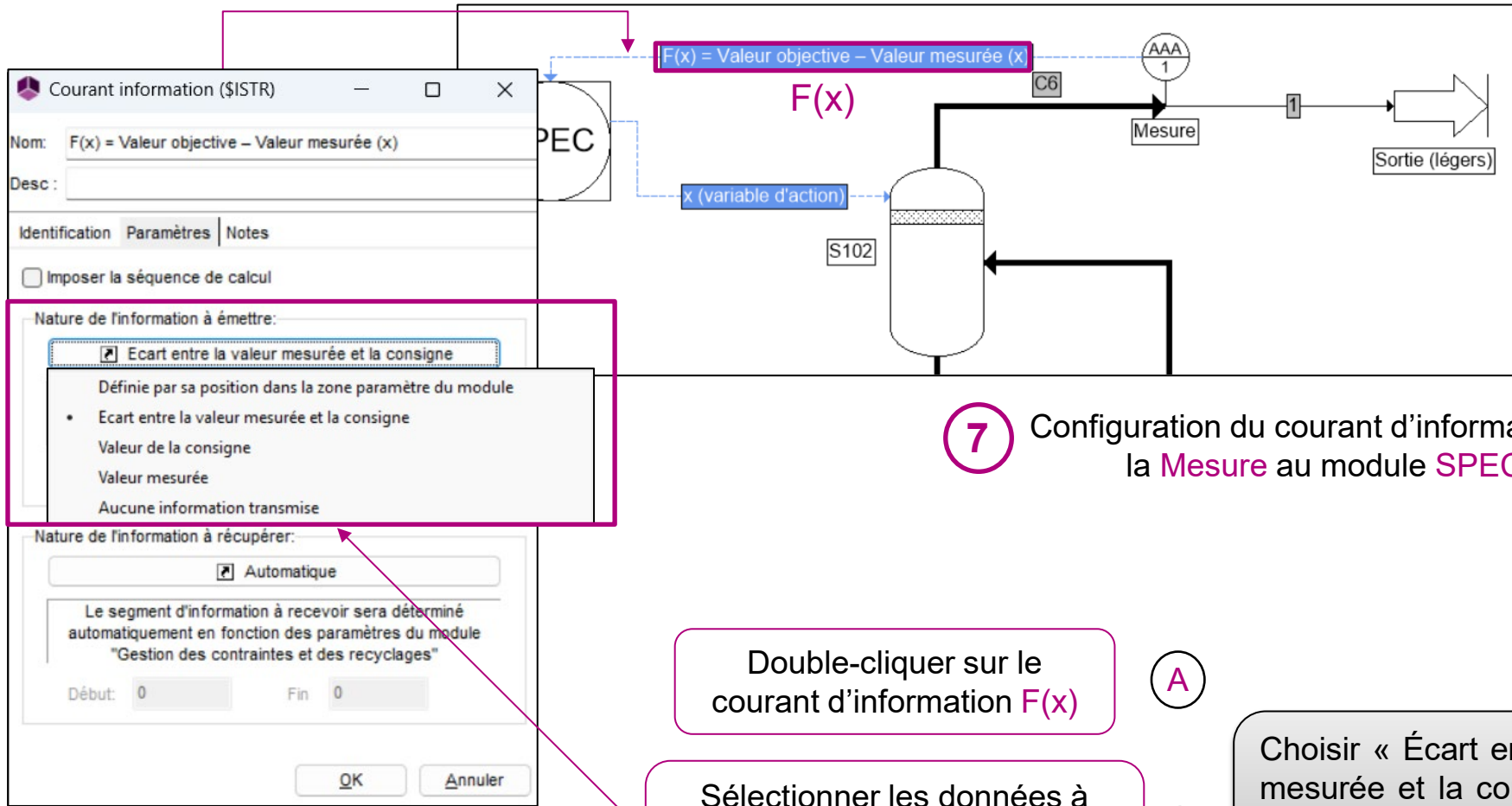
Exemple pratique



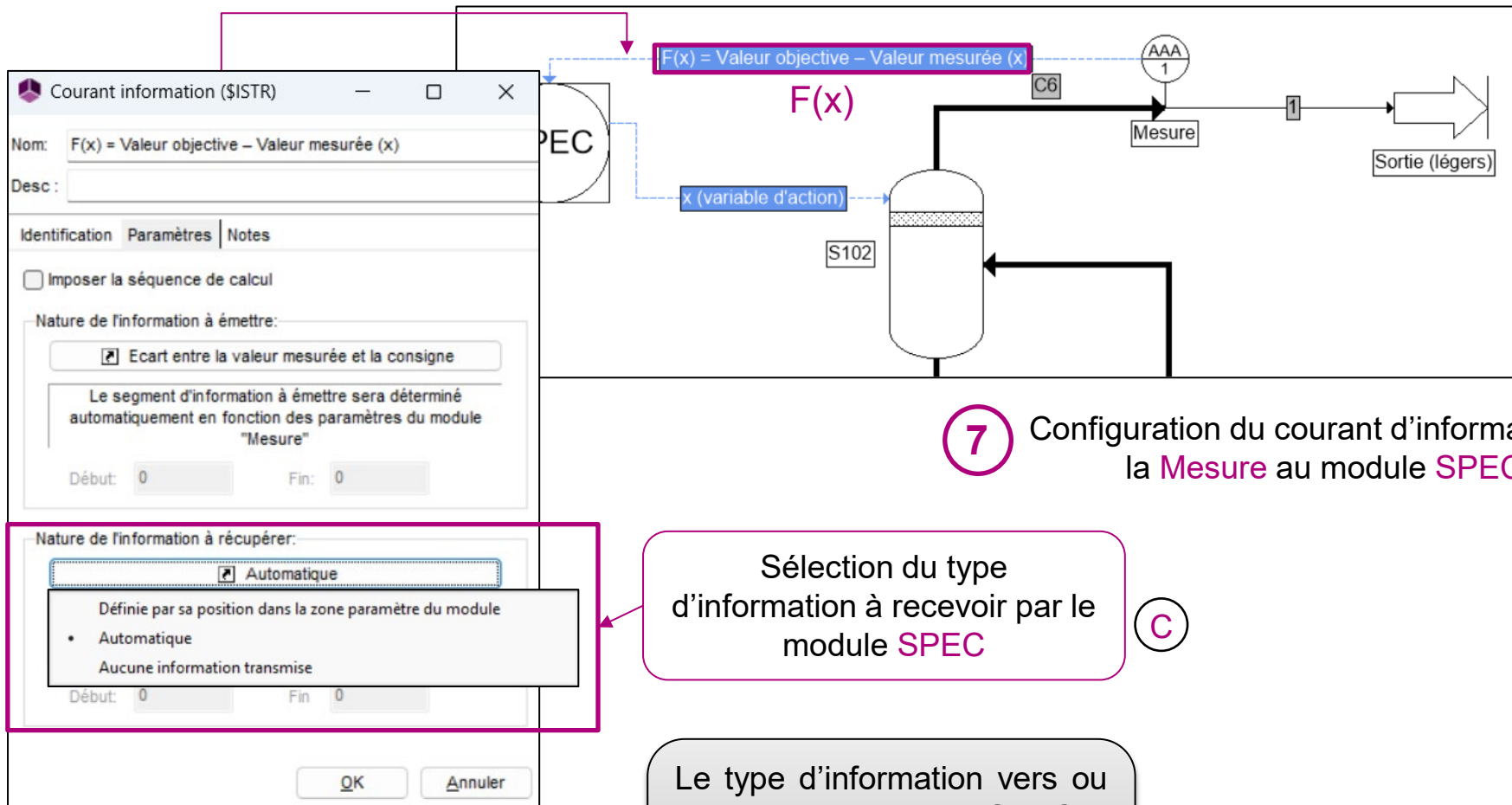
Exemple pratique



Exemple pratique



Exemple pratique



7 Configuration du courant d'information de la **Mesure** au module **SPEC**

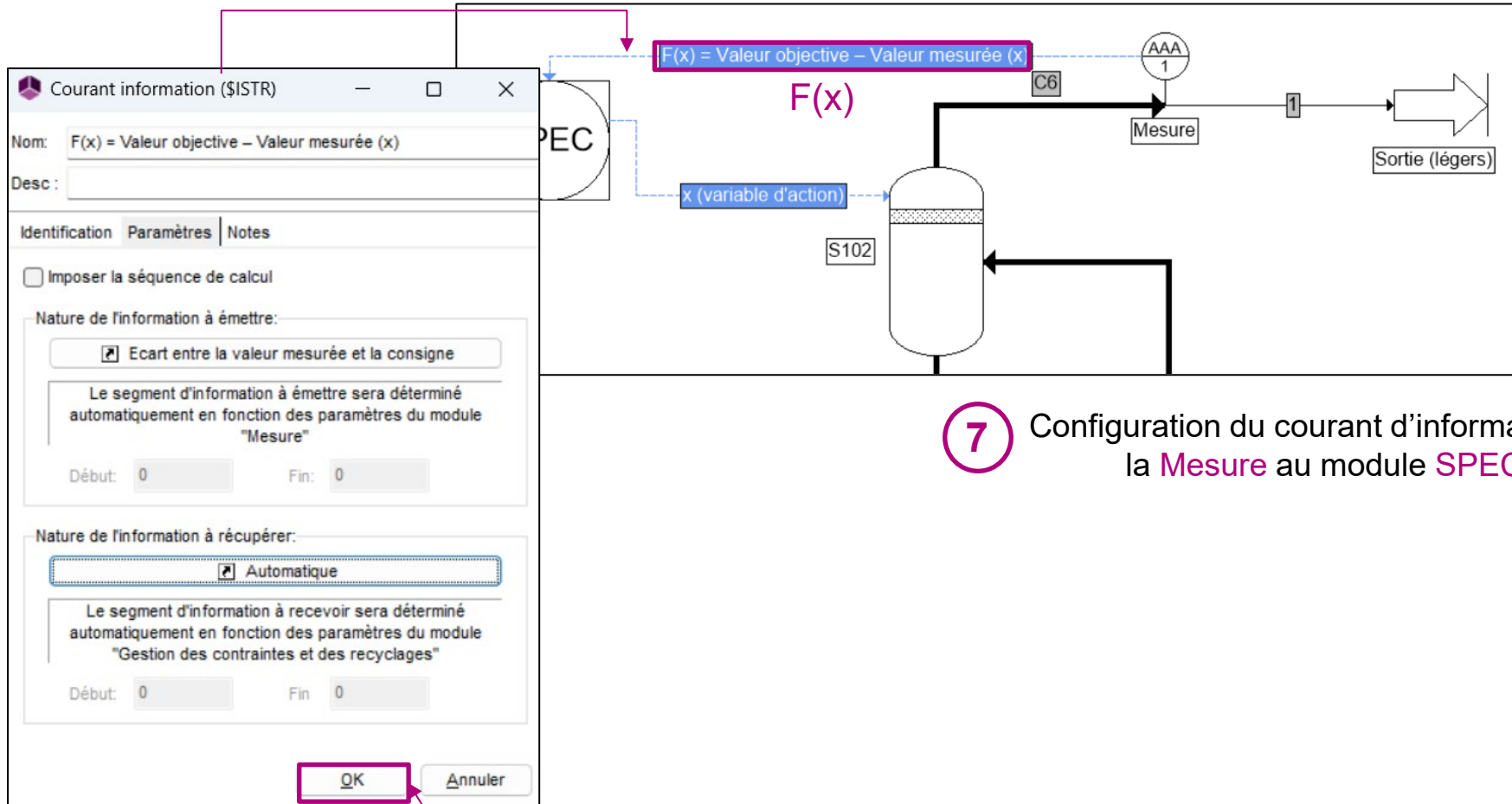
Sélection du type d'information à recevoir par le module **SPEC**

C

Le type d'information vers ou depuis un module « SPEC » est toujours « automatique »



Exemple pratique



7 Configuration du courant d'information de la **Mesure** au module **SPEC**

Cliquer sur « OK » pour enregistrer les données

D

Exemple pratique

The diagram illustrates a process flow and the configuration of the SPEC module. The process flow shows a tank receiving input 'x (variable d'action)' and outputting 'Sortie (légers)'. A measurement point 'Mesure' is connected to the tank, and a feedback loop 'F(x) = 0' is shown. The SPEC module is highlighted in the process flow, and its configuration window is shown below.

Gestion des contraintes et des recyclages (\$SPEC)

Nom: Gestion des contraintes et des recyclages
Desc:

Identification **Paramètres** Scripts Rapport Courants Notes Paramètres avancés

☒ Module actif
Méthodes numériques: Défait

Tests d'arrêt

Critère de convergence	1E-8
Non évolution du critère	1E-7
Non évolution des variables	1E-6
Nombre maximal de passages dans le RCM	100
Nombre maximal d'itérations	20

Impression

Impression toutes les 10 itérations

Variables itératives des courants coupés

☒ Températures
☐ Pressions

Relance

☒ Exploitation des valeurs obtenues à convergence du précédent problème

Contraintes: Paramètres...
Courants coupés: Paramètres...

Relaxation

Facteur de relaxation initial: 1

Analyse de Sensibilité

Incréments sur les variables des courants coupés proportionnels à... à la différence entre 2 itération

Facteur de proportionnalité: 0,1

Incréments sur les variables d'action proportionnels... à la différence entre 2 itération

Facteur de proportionnalité: 0,1

OK Annuler

8 Configuration du module SPEC

A Double-cliquer sur le module SPEC

Les paramètres du module SPEC sont configurés par défaut et n'ont généralement pas besoin d'être modifiés, mais ils peuvent être ajustés si nécessaire.

Pour plus d'informations sur les paramètres du module SPEC : [cliquer ici](#).

Exemple pratique

The diagram illustrates a process flow and a software configuration window. The process flow shows a tank (S102) with an input stream labeled 'x (variable d'action)' and an output stream labeled 'Mesure'. The output stream is connected to a measurement block (AAA 1) and then to a final output labeled 'Sortie (légers)'. A feedback loop is shown from the measurement block back to the tank. A formula $F(x) = \text{Valeur objective} - \text{Valeur mesurée (x)}$ is shown above the measurement block. The software configuration window, titled 'Courant information (\$ISTR1)', shows the configuration for the current information stream 'x (variable d'action)'. The 'Paramètres' tab is selected, and the 'Nature de l'information à émettre' is set to 'Automatique'. The 'Nature de l'information à récupérer' is set to 'Température de calcul'. The window also includes fields for 'Début' and 'Fin' values.

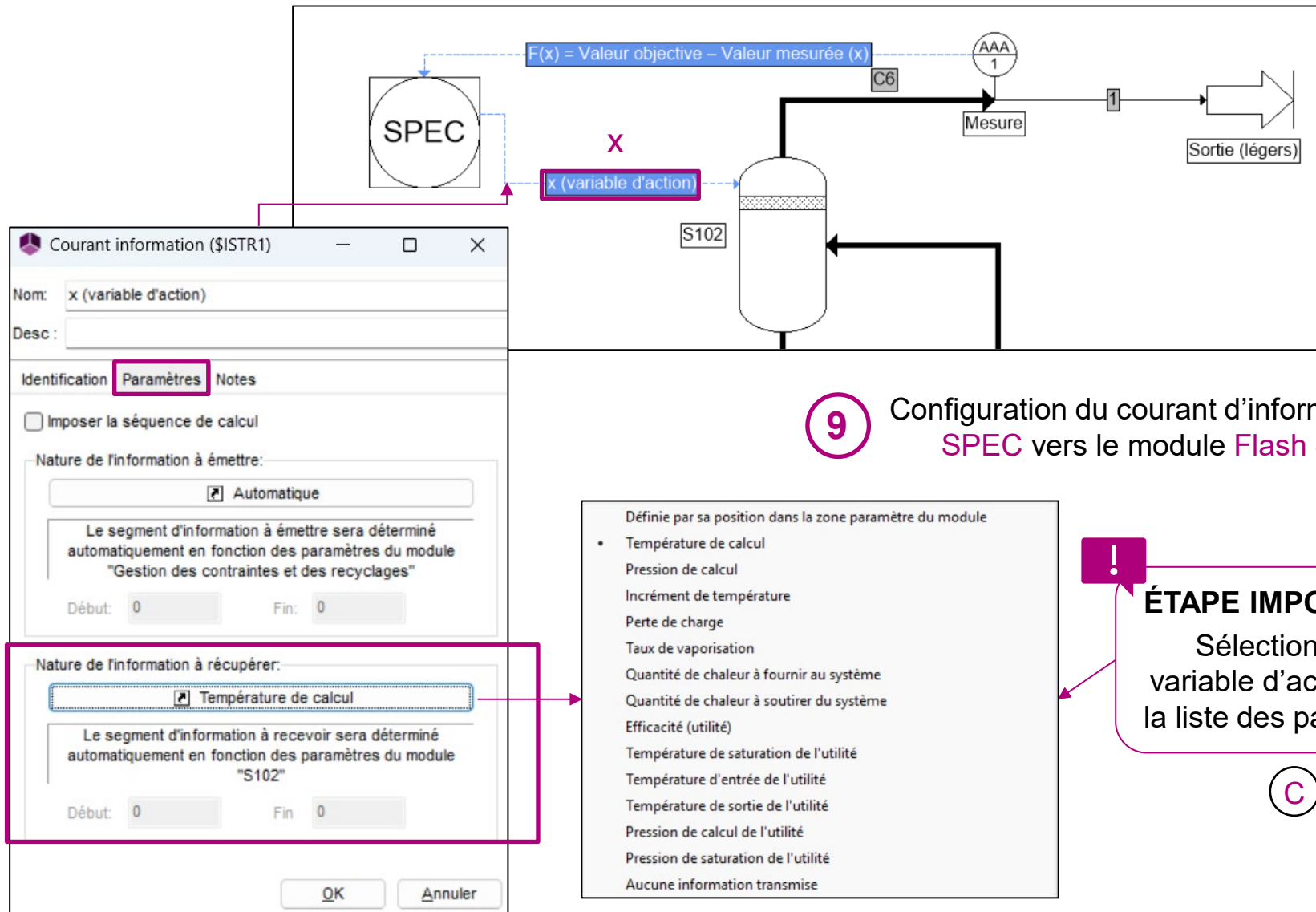
9 Configuration du courant d'information du **SPEC** vers le module **Flash S102**

A Double-cliquer sur le courant d'information **x**

B Sélectionner le type d'information envoyé par le module **SPEC**

Le type d'information vers ou depuis un module « SPEC » est toujours « automatique »

Exemple pratique

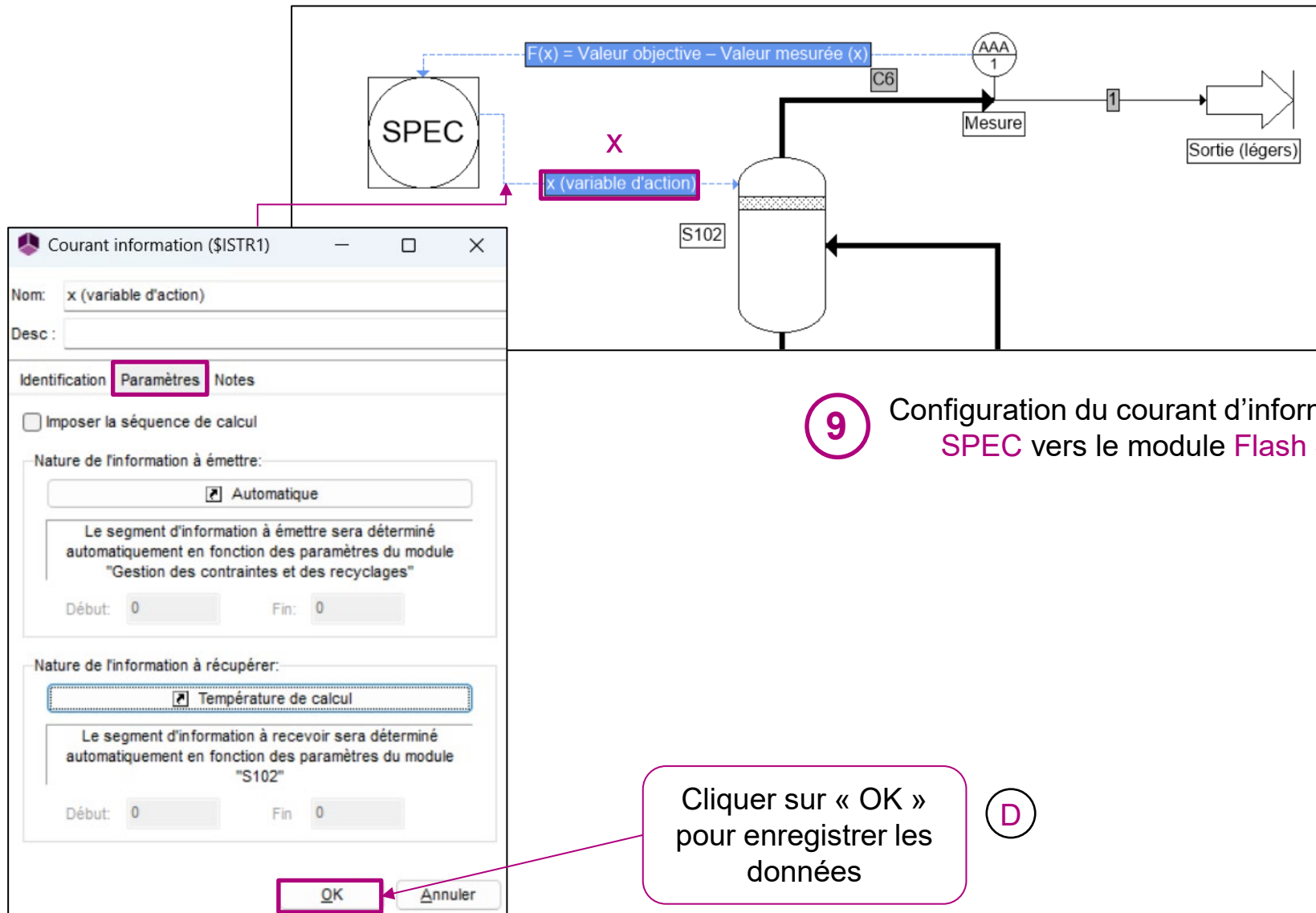


9 Configuration du courant d'information du SPEC vers le module Flash S102

ÉTAPE IMPORTANTE
Sélectionner la variable d'action dans la liste des paramètres

C

Exemple pratique



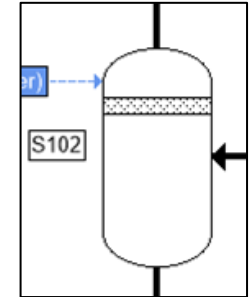
Exemple pratique



IMPORTANT

La variable d'action doit être une entrée modifiable dans l'opération unitaire (*i.e.* une valeur que l'utilisateur peut fournir dans la fenêtre de l'opération unitaire).

Si elle provient d'une autre opération unitaire ou n'est pas initialisée, la spécification ne fonctionnera pas.



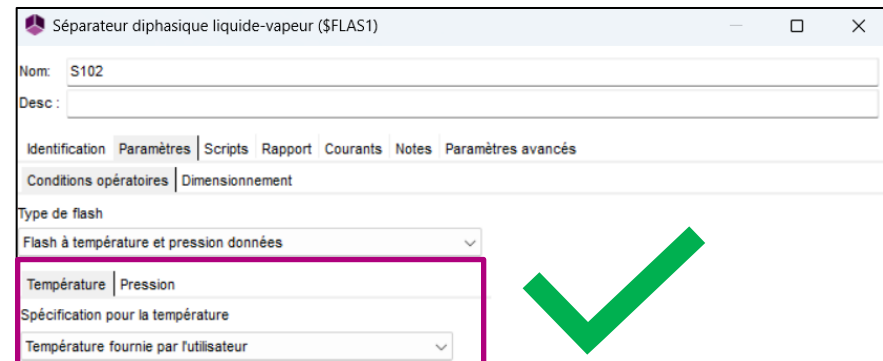
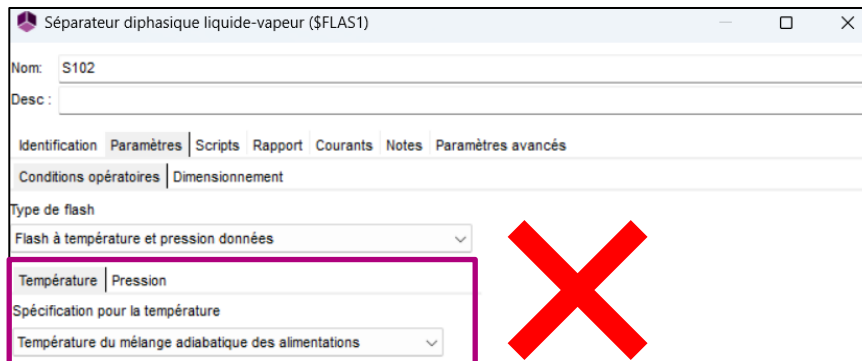
Pour cet exemple :

Module : Flash S102

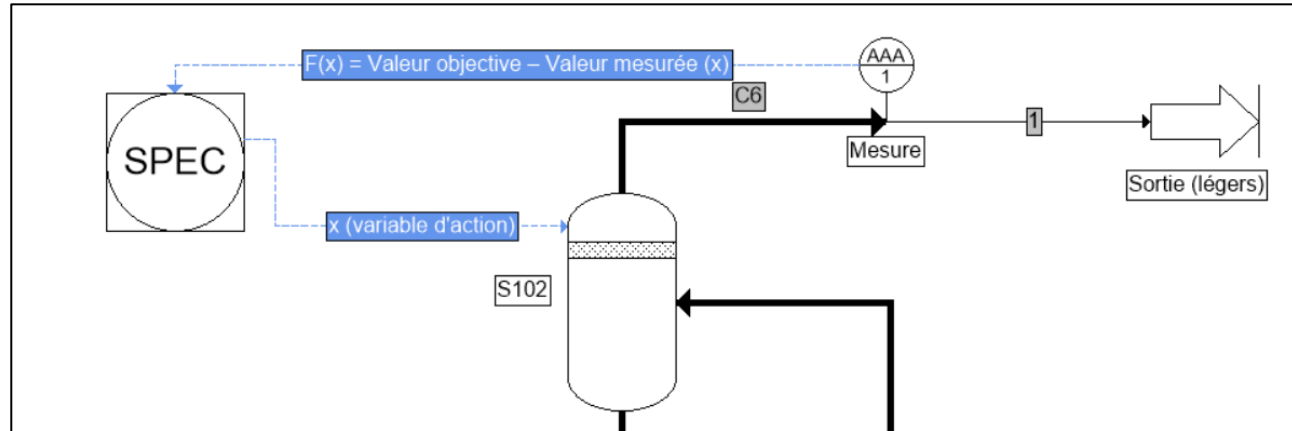
Spécification : composition du propane dans le flux léger obtenue par *ajustement de température (variable d'action)*

Variable d'action à sélectionner dans le module : *température fournie*

Initialisation de la variable : *indiquer une valeur de température, par exemple : -60°C*



Exemple pratique

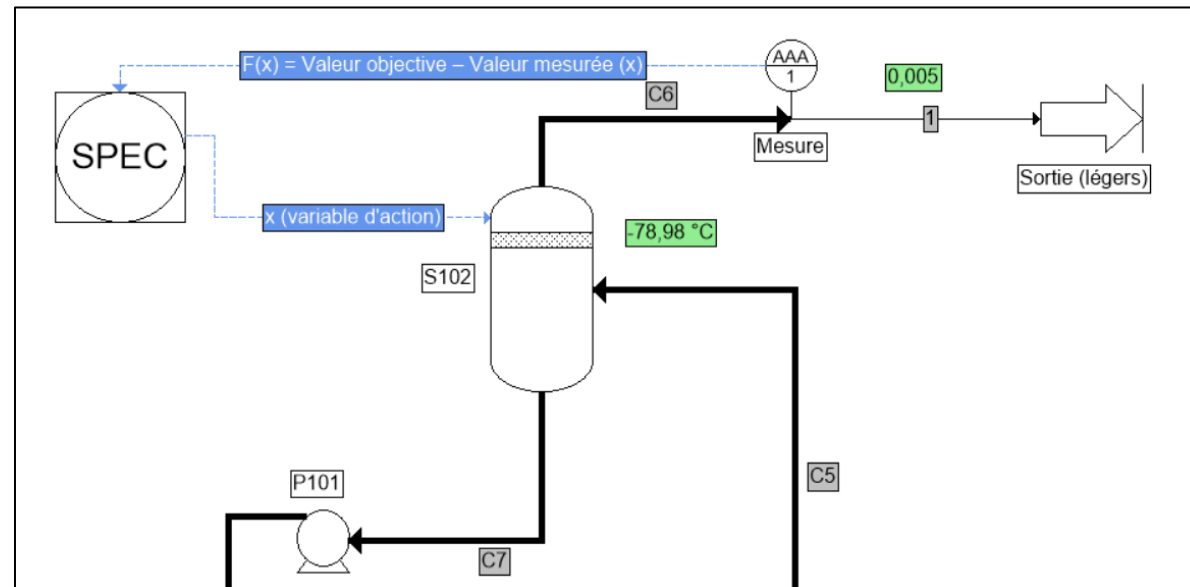
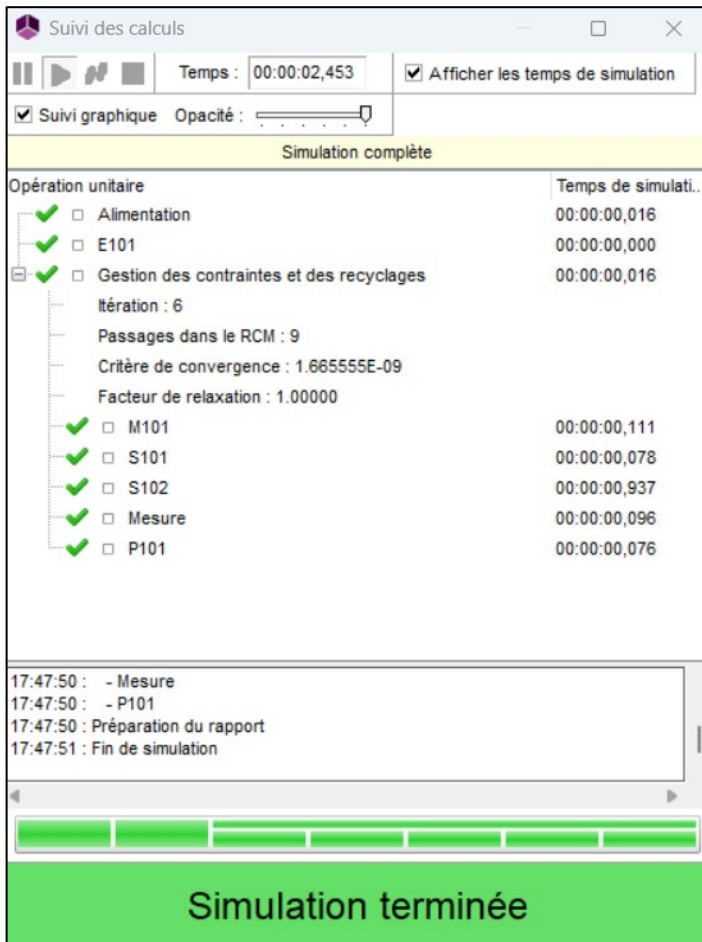


- 10 Une fois tous les paramètres définis, la simulation peut être lancée



Exemple pratique

11 Résultats de la simulation



Les informations d'intérêt :

1. Flux 1 – Fraction massique de propane
2. Flash S102 – Température de flash

Peuvent être affichées via les tags **123** en sélectionnant respectivement :

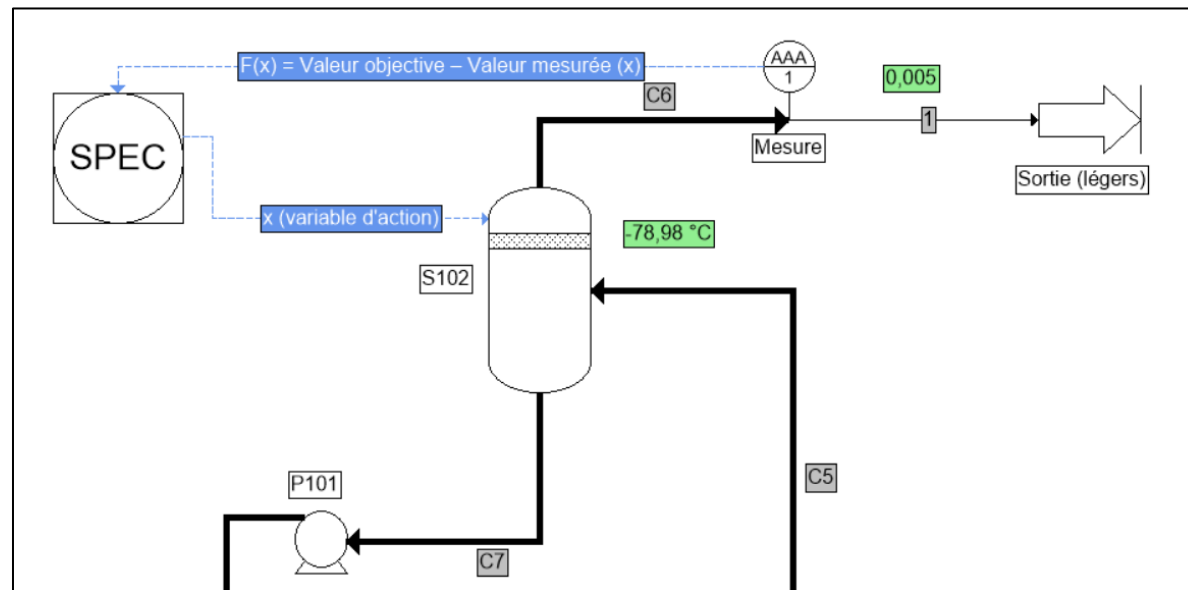
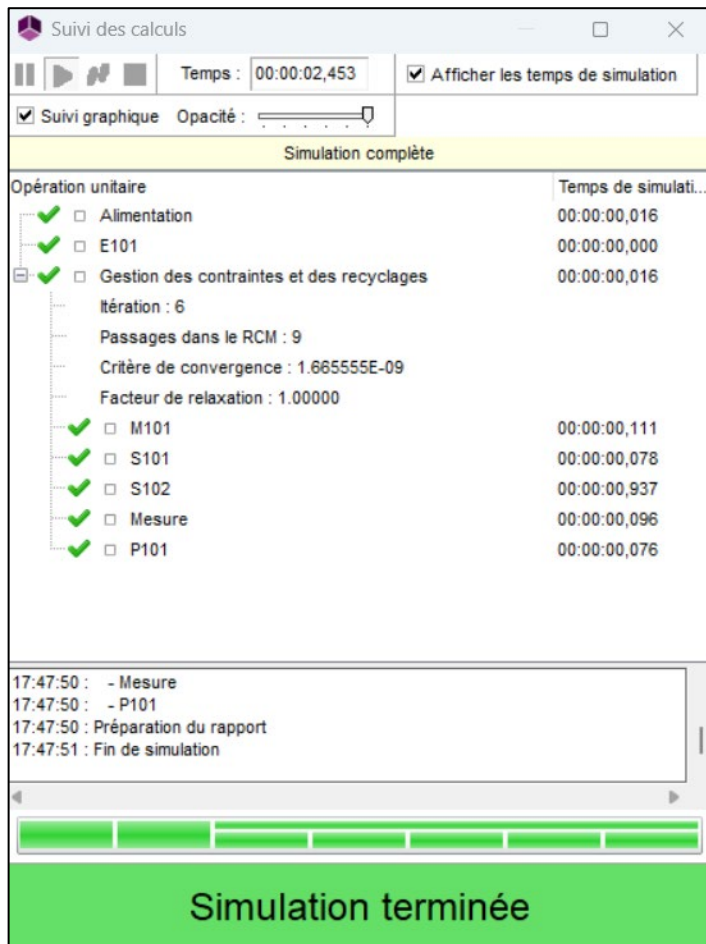
1. MassFraction – Compound (Propane)
2. TemperatureSpecValue

(Pour plus d'informations sur la fonction tag, veuillez consulter PSPS_GS01_FR-Principales-caracteristiques)



Exemple pratique

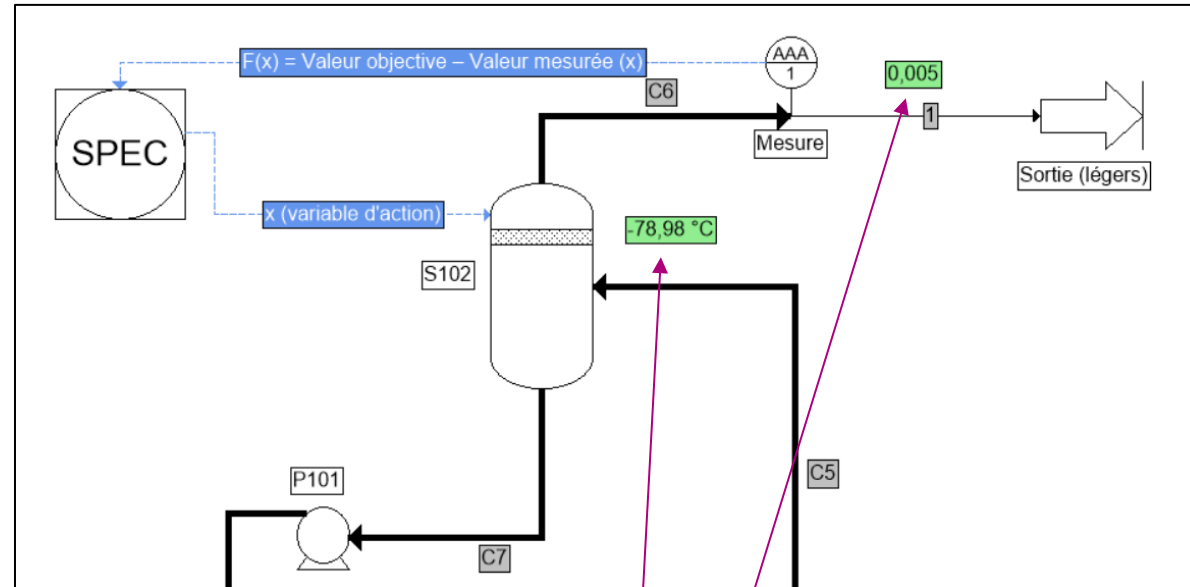
11 Résultats de la simulation



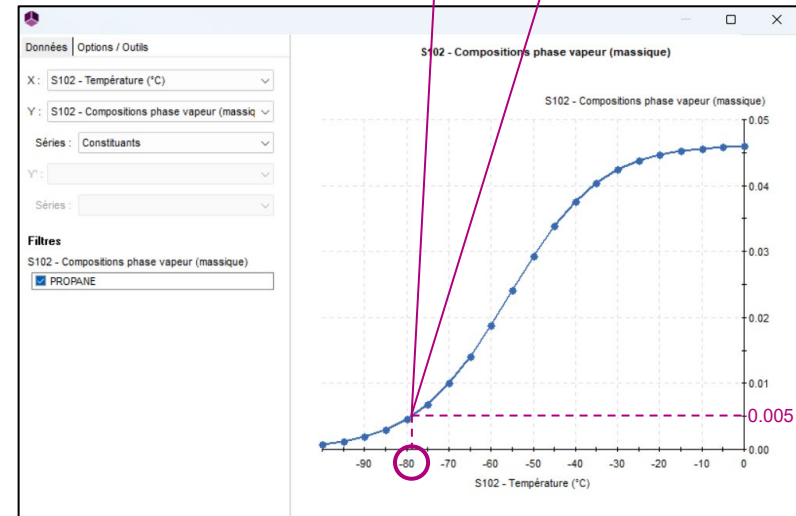
Le module SPEC a automatiquement ajusté la **température** à **-78,98 °C** pour atteindre une **fraction massique** de **propane** de 0,005 (5000 ppm)

Exemple pratique

11 Résultats de la simulation



Cette température correspond à la valeur observée dans **l'étude de sensibilité** (environ -79 °C) où la fraction massique de propane est de 0,005.



Une fois votre simulation standard terminée, les études de sensibilité et les spécifications deviennent des outils puissants pour approfondir votre compréhension du procédé.

Les études de sensibilité permettent d'examiner comment le système réagit à différentes conditions d'exploitation.

Les spécifications permettent au logiciel d'ajuster automatiquement les variables d'entrée afin d'atteindre les objectifs définis pour le procédé.



fives

Industry can do it



Fives ProSim S.A.S.
51, rue Ampère
Immeuble Stratège A
F-31670 Labège
France

Tel: +33 (0) 5 62 88 24 30



ProSim, Inc.
325 Chestnut Street,
Suite 800
Philadelphia, PA 19106
USA

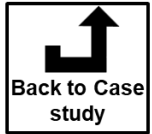
Tel: +1 215 600 3759

www.fives-prosim.com
fives-prosim.info@fivesgroup.com

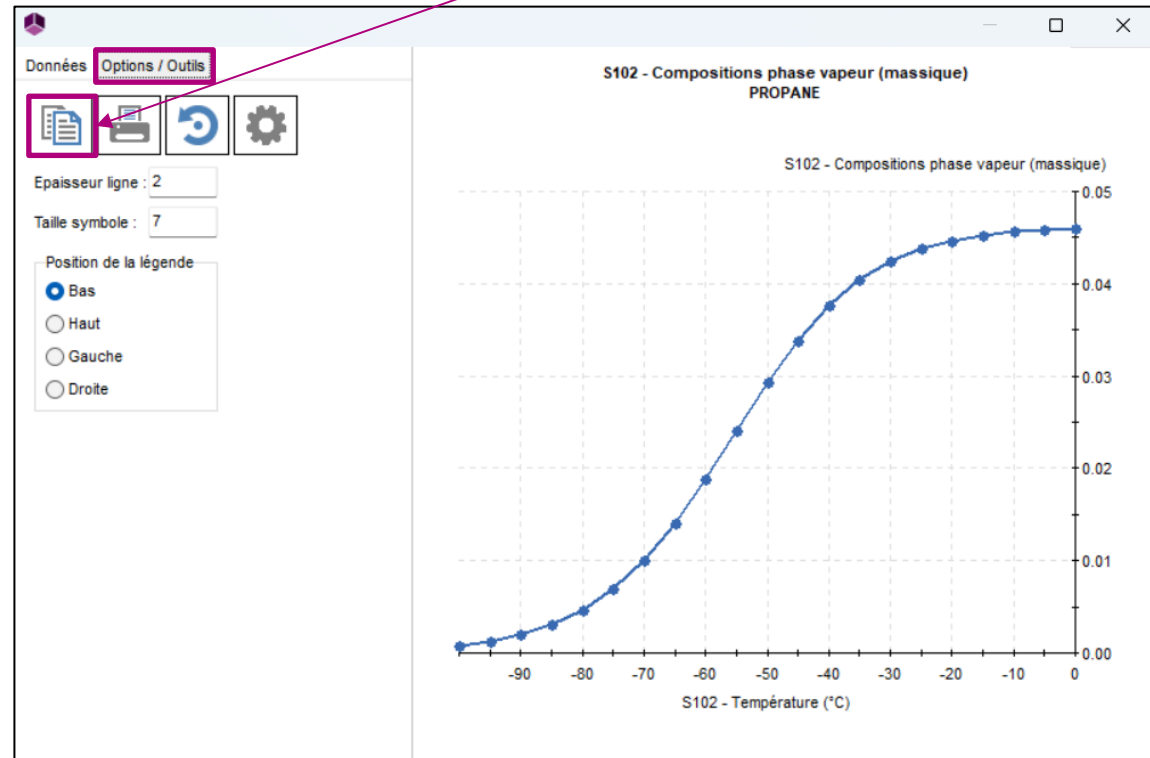
Démarrer avec ProSimPlus®

Cas 8 :
ANNEXES

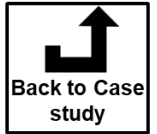
Fonctionnalités de tracé de graphiques



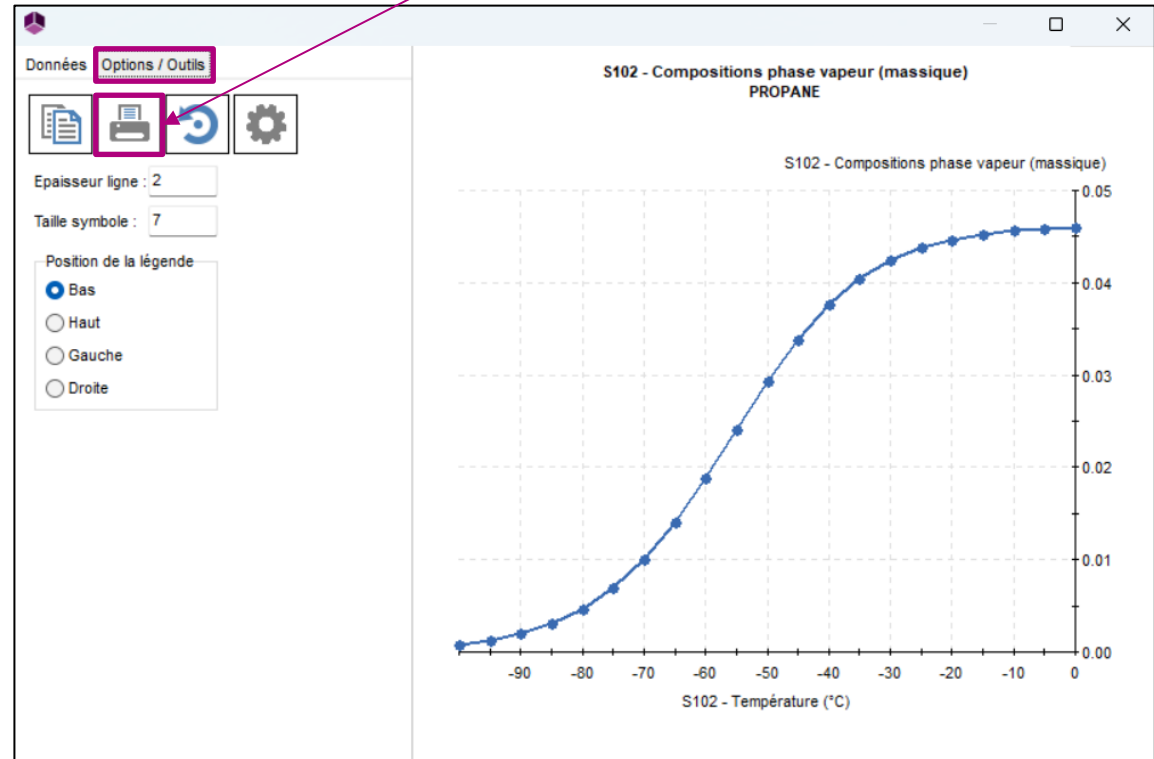
Copier les données dans le presse-papiers



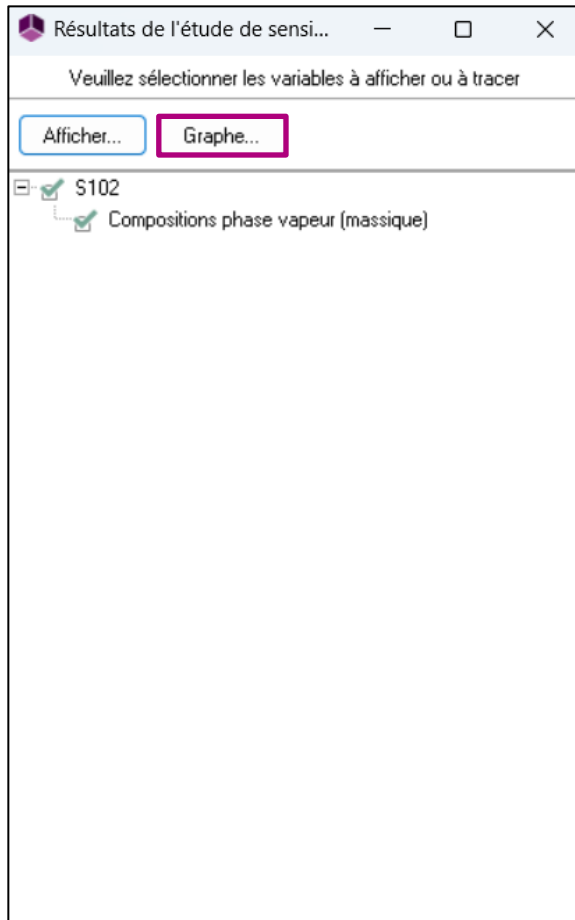
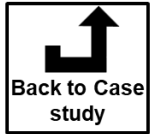
Fonctionnalités de tracé de graphiques



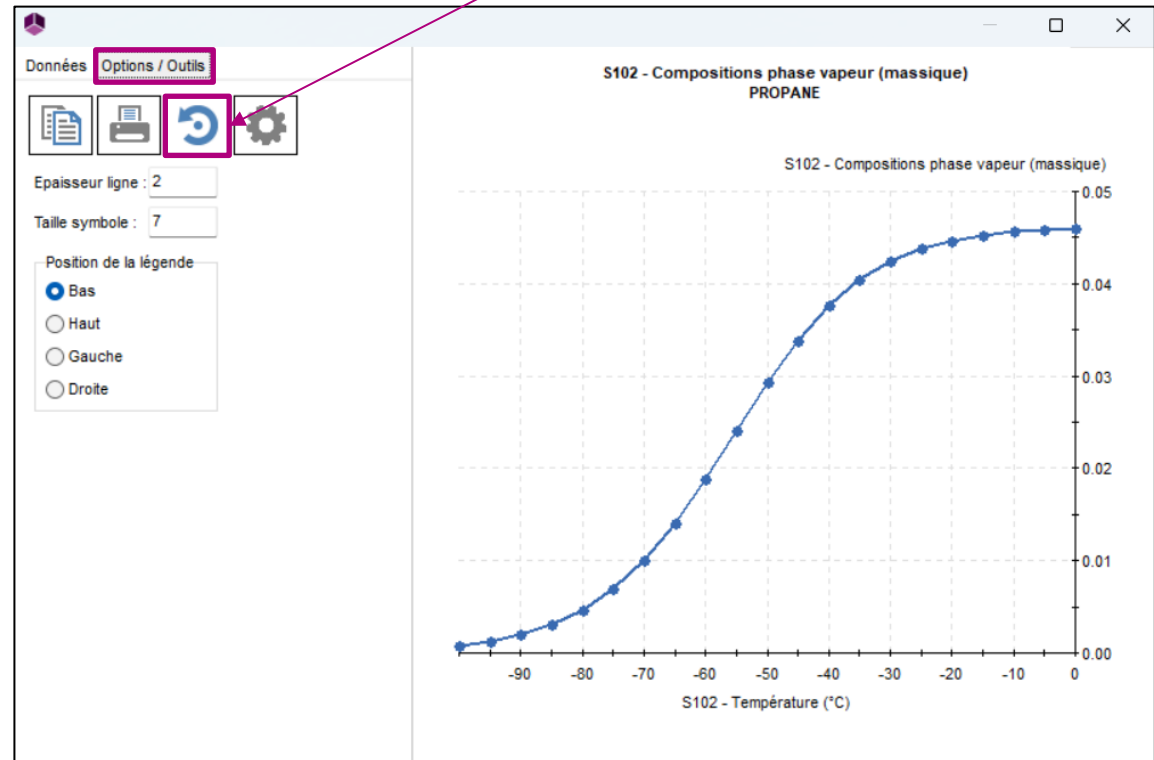
Imprimer le graphique



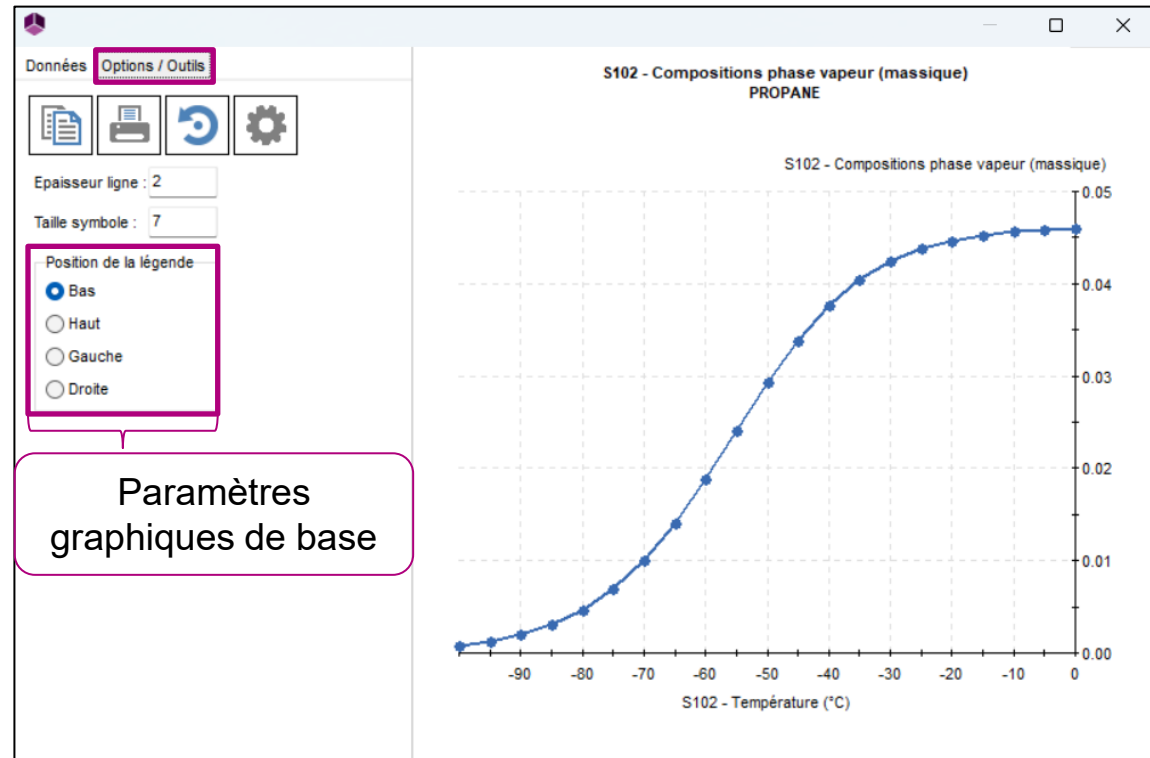
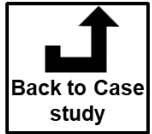
Fonctionnalités de tracé de graphiques



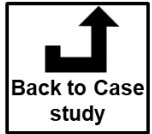
Réinitialiser le zoom du graphique



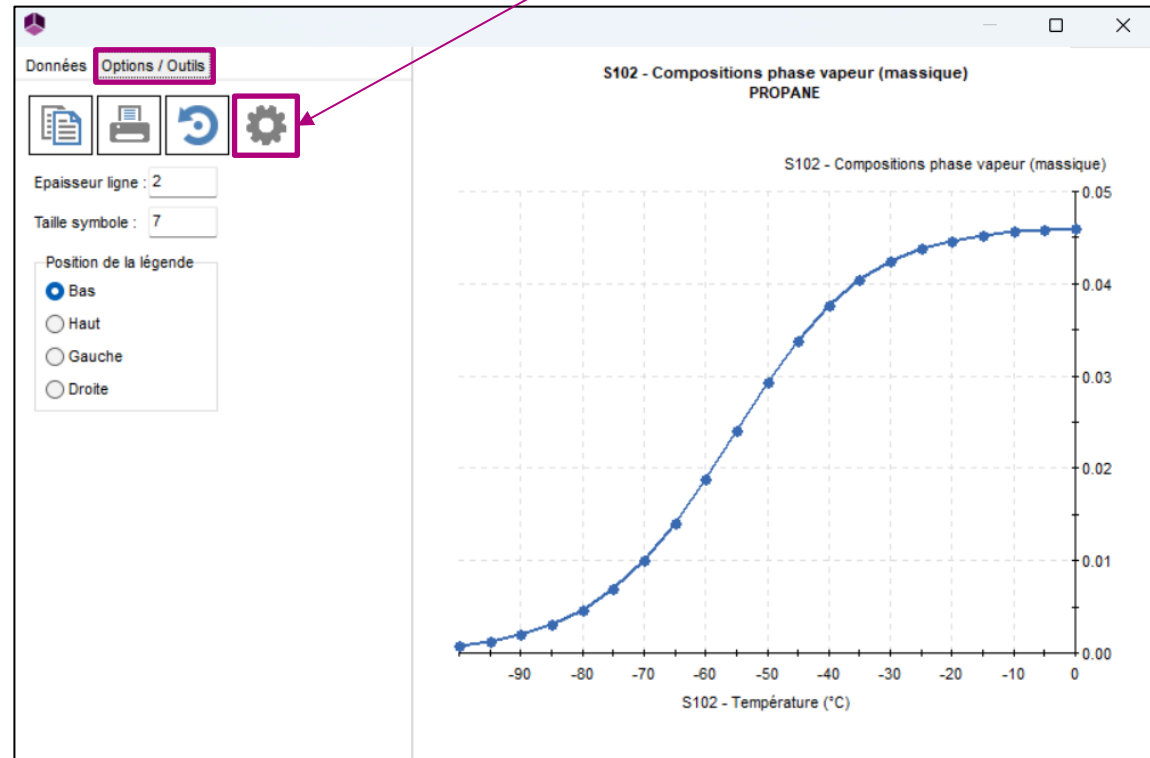
Fonctionnalités de tracé de graphiques



Fonctionnalités de tracé de graphiques



Paramètres graphiques avancés





Calcul complémentaire #1 : il est également possible d'observer l'effet de la variable d'action (la température, dans cet exemple) sur d'autres résultats de sortie :

Résultats cibles

- Débit du flux C6
- Débit du flux C7
- Puissance thermique échangée dans le procédé
- Fraction vapeur (molaire)



IMPORTANT

Pour effectuer cette simulation, le module SPEC doit être désactivé. Cela se fait en double-cliquant sur le module SPEC et en décochant l'option **Module actif**.

Gestion des contraintes et des recyclages (\$SPEC)

Nom: Gestion des contraintes et des recyclages

Desc :

Identification Paramètres Scripts Rapport Courants Notes Para

☒ Module actif

Méthodes numériques Défaut

Suivi

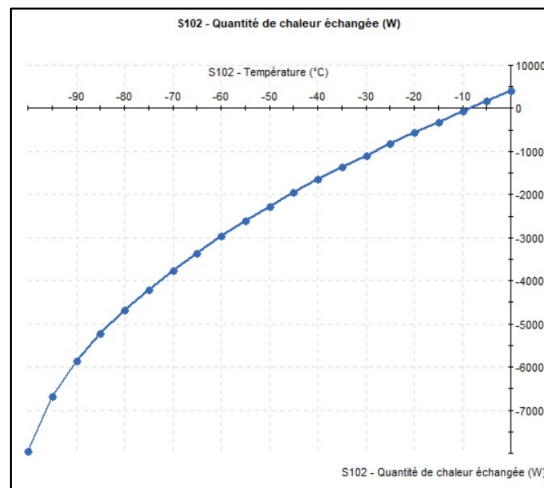
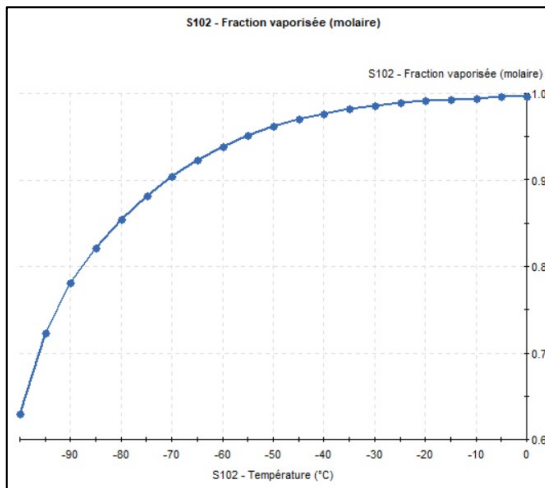
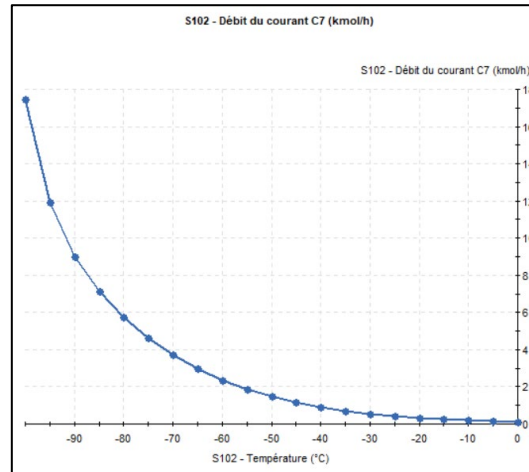
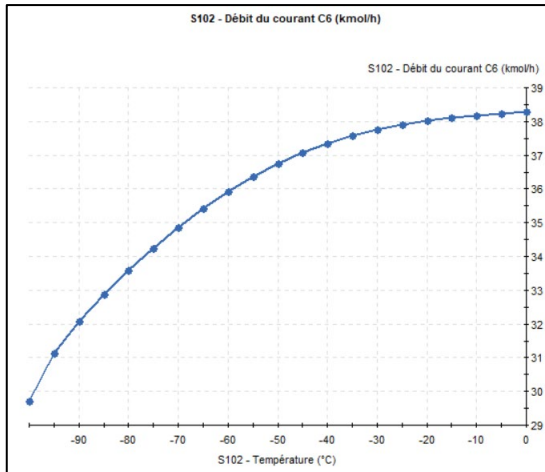
Filtrer par
Type : Tous les types Opération unitaire : Toutes les opérations unitaires

<< Préc. Suiv. >> Aucune variable sélectionnée

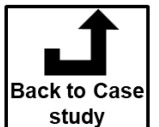
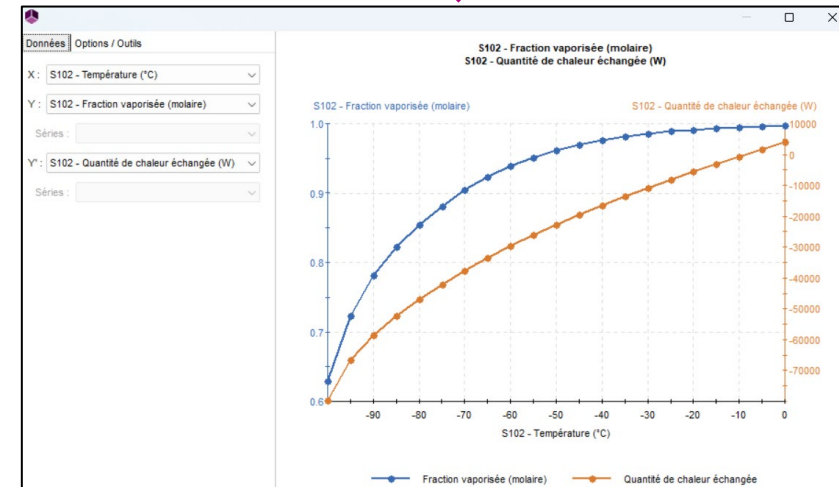
Sélection	Variable	Forme	Constituants	Etages
+	Alimentation			
+	E101			
+	S101			
-	S102			
☒	Débit du courant C6	Molaire		
☐	Température du courant C6			
☐	Pression du courant C6			
☐	Fraction vaporisée du courant C6			
☒	Débit du courant C7	Molaire		
☐	Température du courant C7			
☐	Pression du courant C7			
☐	Fraction vaporisée du courant C7			
☒	Quantité de chaleur échangée			
☒	Fraction vaporisée (molaire)			
☐	Compositions phase liquide	Molaire	Tous	
☐	Compositions phase vapeur	Molaire	Tous	
+	P101			
+	M101			
+	Mesure			



Calcul complémentaire #1 : il est également possible d'observer l'effet de la variable d'action (la température, dans cet exemple) sur d'autres résultats de sortie :



Tracer deux variables sur un même graphique permet une analyse plus complète du comportement du procédé



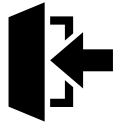
Calcul supplémentaire #2

Calcul complémentaire #2 : Analyse de sensibilité multivariable

- Cela permet d'observer l'impact de plusieurs variables d'action sur les résultats de sortie



Conditions



Variables d'action :

- X1 = Température du ballon S102, de $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (pas $5\text{ }^{\circ}\text{C}$)
X2 = Pression du ballon S102, de 20 à 30 atm (pas 1 atm)



Variables cibles :

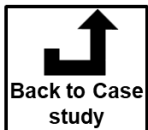
- Y = Fraction massique de propane en phase vapeur
Y' = Puissance échangée



Graphique :

variation simultanée de la température et de la pression
X1 = -100°C à 0°C , X2 = 20 à 30 atm

Augmenter le nombre de variables dans l'étude de cas augmentera le temps de simulation. Cela s'explique par la complexité accrue et le plus grand nombre de calculs requis.



Calcul supplémentaire #2

■ Analyse de sensibilité multivariables

- Il permet d'observer l'impact de plusieurs variables d'action sur les résultats de sortie.



Première variable d'action (température)

Etude de sensibilité

Paramètre

Opération unitaire : S102 (Séparateur diphasique liquide-vapeur)

Paramètre : Température

Unité : °C

Valeur initiale : -100 Pas : 5

Valeur finale : 0 Nombre de points : 21

Deuxième variable d'action (pression)

Etude de sensibilité

Paramètre

Opération unitaire : S102 (Séparateur diphasique liquide-vapeur)

Paramètre : Pression

Unité : atm

Valeur initiale : 20 Pas : 1

Valeur finale : 30 Nombre de points : 11

Etude de sensibilité

Paramètre

Opération unitaire : S102 (Séparateur diphasique liquide-vapeur)

Paramètre : Pression

Unité : atm

Valeur initiale : 20 Pas : 1

Valeur finale : 30 Nombre de points : 11

Suivi

Filtrer par

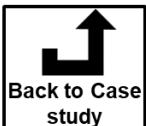
Type : Tous les types Opération unitaire : Toutes les opérations unitaires

<< Préc. Suiv. >> 2 variables sélectionnées

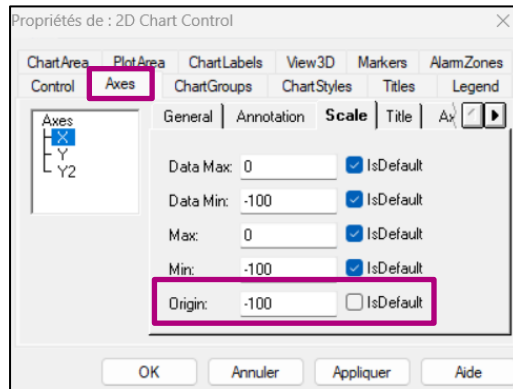
Sélection	Variable	Forme	Constituants	Etages
☐	Température du courant C7			
☐	Pression du courant C7			
☐	Fraction vaporisée du courant C7			
☒	Quantité de chaleur échangée			
☐	Fraction vaporisée (molaire)			
☐	Compositions phase liquide	Molaire	Tous	
☒	Compositions phase vapeur	Massique	Une sélection	

P101

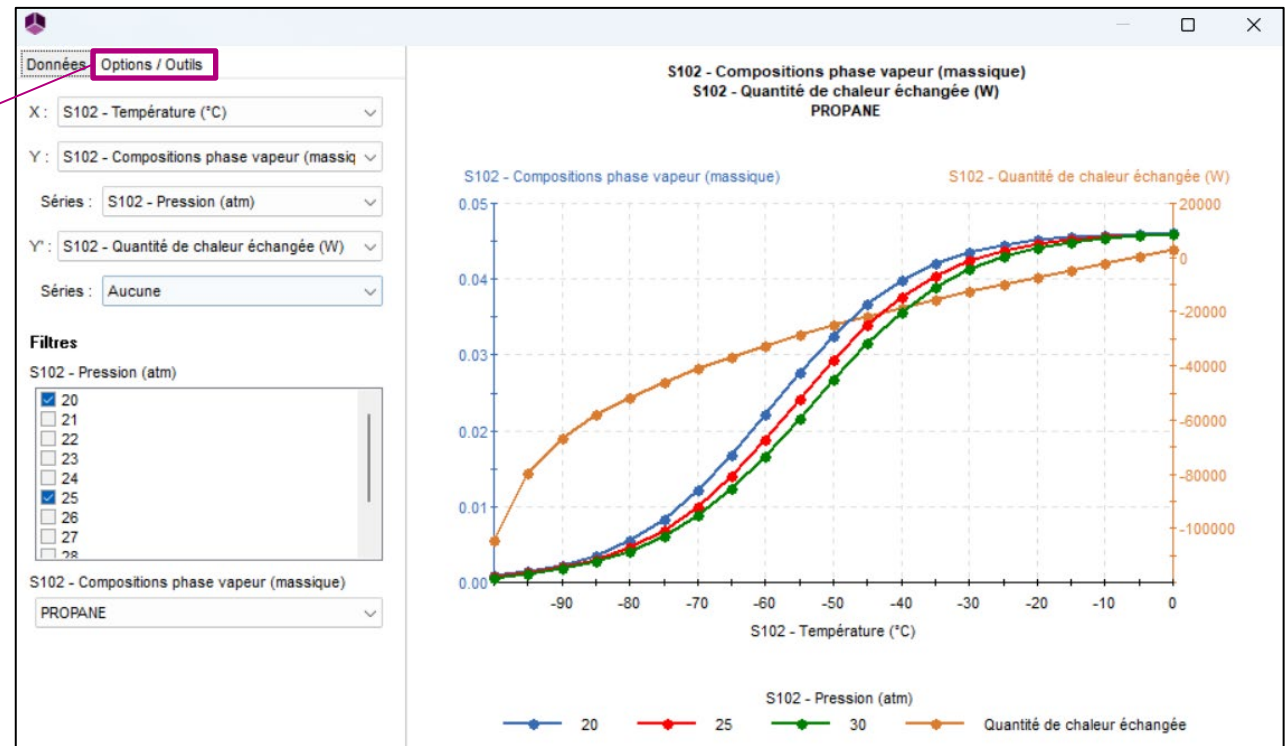
Ok Annuler



Effet de la variation de la température et de la pression sur la puissance thermique échangée et sur la composition vapeur du ballon S102



Dans l'éditeur de propriétés, l'origine du graphique peut être ajustée pour afficher correctement les axes Y et Y'



Exemple pratique - Spécifications

Gestion des contraintes et des recyclages (\$SPEC)

Nom: Gestion des contraintes et des recyclages

Desc :

Identification Paramètres Scripts Rapport Courants Notes Paramètres avancés

Méthode Numérique

☐ Substitution Successive

☐ Newton - Raphson

☐ Broyden

☒ Défaut

Test de Convergence

Critère 1E-8

Test d'Arrêt

Non évolution du critère 1E-7

Non évolution des variables 1E-6

Nombre maximal de passages dans le RCM 100

Nombre maximal d'itérations 20

Impression

Impression toutes les 10 itérations

Relaxation

Facteur de relaxation initial 1

Analyse de Sensibilité

Incréments sur les variables des courants de recyclage proportionnels... à la différence entre 2 itération

Facteur de proportionnalité 0,1

Incréments sur les variables d'action proportionnels... à la différence entre 2 itération

Facteur de proportionnalité 0,1

Variables itératives des courants contrôlés

☒ Températures

☐ Pressions

Relance

☒ Exploitation des valeurs obtenues à convergence du précédent problème

Contraintes

Paramètres...

Courants coupés

Paramètres...

OK Annuler

Appuyer sur **F1** pour accéder rapidement aux informations du module utilisé.



Numéro	Fonction
1	Choix de la méthode de résolution.
2	Paramètres de la méthode de résolution.
3	Paramètres pour l'analyse de sensibilité.
4	Critères de convergence et d'arrêt.
5	Permet de préciser si la température et la pression doivent intervenir dans les variables du problème.
6	Permet de spécifier les bornes de l'intervalle de recherche pour chaque variable d'action.
7	Permet de spécifier la liste des courants coupés que l'utilisateur souhaite imposer au module de gestion des contraintes et des recyclages ainsi que les bornes pour la température.

