



**Utiliser
LVProSim**

Festo Didactic Ltée/Ltd

675 rue du Carbone
Québec QC G2N 2K7
Canada

T. +1-418-849-1000
+1-800-522-8658
F. +1-418-849-1666
www.festo-didactic.com

Table des matières

À propos de LVProSim	3
Connecter LVProSim pour l'acquisition de données	3
Mode d'acquisition de données	3
Interface de l'utilisateur.....	4
Enregistrer le signal d'un transmetteur.....	6
Configurer et utiliser l'enregistreur graphique.....	7
Appareils de mesure et totalisateurs	11
Utiliser et configurer les régulateurs PID	11
Fonctions définies par l'utilisateur	15
Mode de simulation.....	16
Interface de l'utilisateur.....	16
Lancer une simulation de procédé	17

À propos de LVProSim

La dernière version du logiciel LVProSim est dotée de fonctionnalités modernes telles qu'une interface Web ainsi qu'un design intuitif. Les sections ci-dessous résument les caractéristiques fondamentales de LVProSim. Vous pouvez utiliser ce logiciel conjointement à l'Interface E/S comme dispositif d'acquisition de données afin d'observer et de réguler un vrai procédé. Vous pouvez également exécuter LVProSim en mode de simulation afin de reproduire les caractéristiques d'un procédé et d'essayer différents schémas de régulation de procédés. Les sections ci-dessous décrivent tant le mode d'acquisition de données que le mode de simulation.

Connecter LVProSim pour l'acquisition de données

La figure 1 montre comment connecter un ordinateur exécutant LVProSim à un transmetteur et un élément de régulation par l'entremise de l'Interface E/S. Les connexions montrées dans cette figure sont typiques d'un procédé régulé via LVProSim en mode d'acquisition de données.

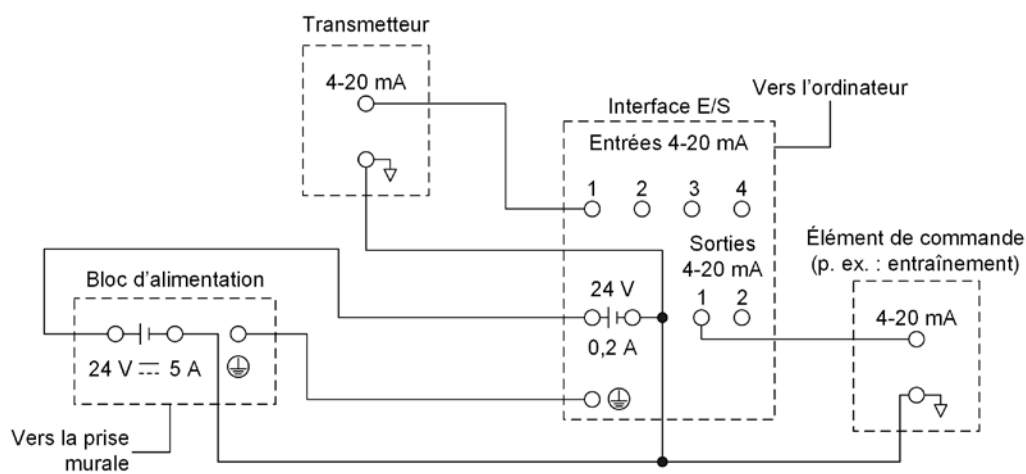


Figure 1. Connexions typiques afin de réguler un procédé à l'aide de LVProSim.

Mode d'acquisition de données

LVProSim s'exécute dans votre navigateur Web par défaut. Lorsque vous cliquez sur l'icône LVProSim, un nouvel onglet de navigateur s'ouvre et LVProSim vous demande de sélectionner le mode dans lequel vous voulez lancer l'application. Le mode est déterminé par la source d'entrée que LVProSim utilise afin d'acquérir des données. Premièrement, nous décrivons le mode d'acquisition de données, qui utilise l'Interface E/S connecté à un port USB (USB-IO) comme source de données primaire. Le mode de simulation sera couvert plus tard.

Pour sélectionner le mode d'acquisition de données, choisissez USB-IO du menu déroulant et cliquez sur **Confirmer** (figure 2).

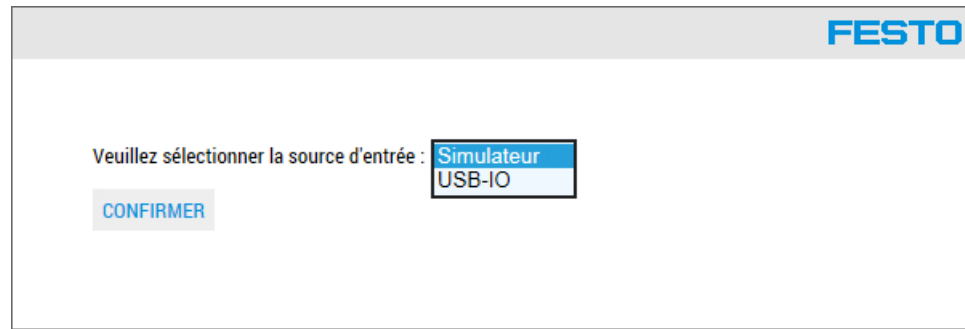


Figure 2. Sélectionner le mode entrée/sortie.

Interface de l'utilisateur

Dans le mode d'acquisition de données, l'interface du logiciel se divise en différentes sections, tel que montré dans la figure 3. Nous allons nous référer à ces sections tout au long de la présente section.

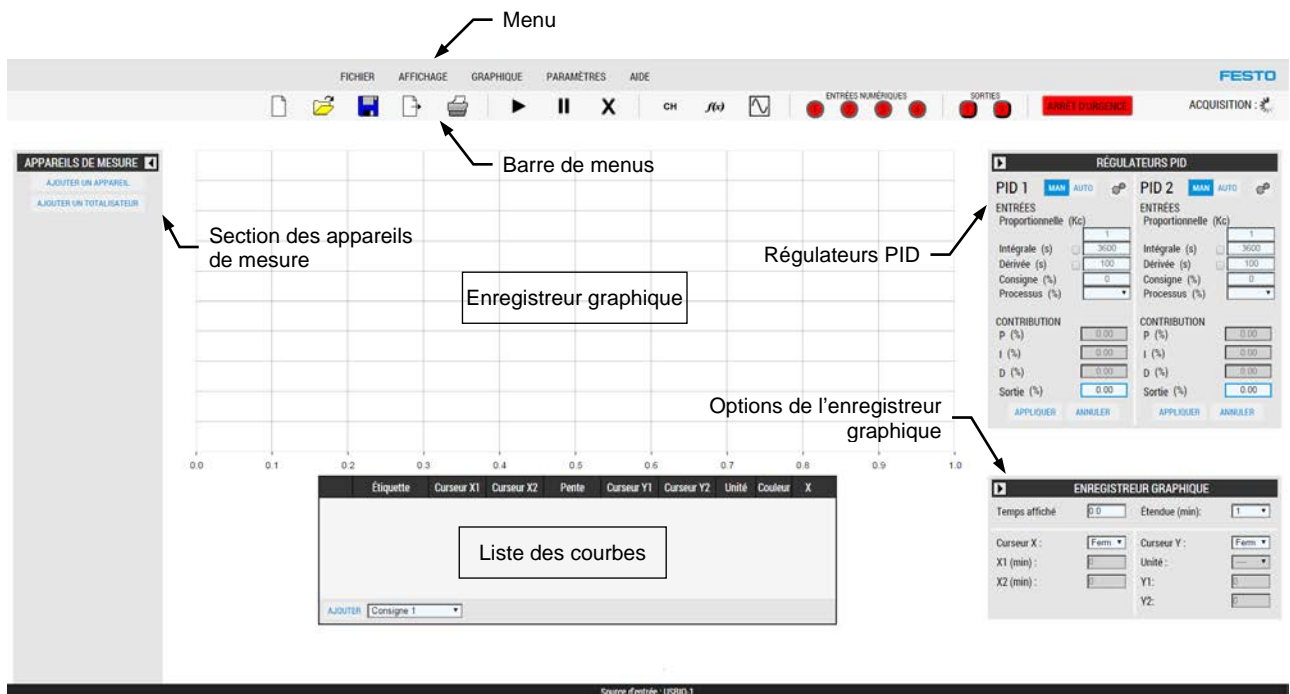


Figure 3. Interface de l'utilisateur.

Le tableau 1 montre la correspondance entre chaque icône de la barre des menus (figure 4) et sa description. Notez que la barre des menus est légèrement différente dans le mode de simulation.



Figure 4. Barre des menus dans le mode d'acquisition de données.

Tableau 1. Description de la barre des menus dans le mode d'acquisition de données.

Nom de l'icône	Description de l'icône
Nouveau	Ferme la fenêtre présente et ouvre une nouvelle fenêtre pour l'acquisition de données ou la simulation.
Ouvrir	Ouvre un fichier de configuration précédemment sauvegardé. Toute configuration non sauvegardée sera perdue.
Sauvegarder	Sauvegarde toutes les configurations présentes dans un fichier local.
Exporter	Permet l'exportation des données présentement enregistrées et leur enregistrement en format .csv (comma-separated values).
Imprimer	Imprime le présent graphique.
Lancer	Lance l'enregistrement des données à partir des différentes sources énumérées dans la liste des courbes.
Pause	Pause l'enregistreur graphique. Cela n'interrompt pas l'enregistrement de données. Aucune donnée n'est perdue en mode pause. Lorsque l'affichage de l'enregistreur graphique reprend, les courbes sont immédiatement mises à jour avec les données manquantes.
Effacer	Efface toutes les données enregistrées.
Régler les canaux	Permet le réglage des quatre canaux d'entrée de l'Interface E/S.
Régler les fonctions	Permet la manipulation des sources de données à l'aide de fonctions simples.
Générer une fonction	Permet la création d'une source de données à partir d'une des fonctions mathématiques disponibles, tel qu'une fonction sinusoïdale.

En plus de ces icônes, quatre indicateurs donnent l'état des entrées numériques de l'Interface E/S et deux indicateurs donnent l'état des sorties numériques. Un indicateur vert représente une sortie activée, alors qu'un indicateur rouge représente une sortie non activée. À droite de ces indicateurs se trouve un bouton d'arrêt d'urgence. Cliquer sur ce bouton désactive toutes les sorties numériques et analogues de l'Interface E/S. Les indicateurs et le bouton d'arrêt d'urgence sont montrés dans la figure 5.

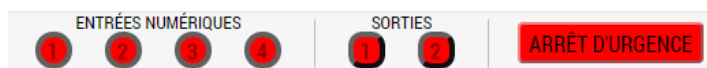


Figure 5. Indicateurs et bouton d'arrêt d'urgence.

Enregistrer le signal d'un transmetteur

LVPProSim peut enregistrer les signaux 4-20 mA provenant de jusqu'à quatre appareils via l'Interface E/S. Pour enregistrer le signal d'un transmetteur, connectez premièrement l'appareil à l'Interface E/S (voir la figure 1). Puis, cliquez sur l'icône des canaux dans la barre des menus afin d'afficher la fenêtre [Régler les canaux](#).

Dans la fenêtre [Régler les canaux](#), sélectionnez le nombre correspondant à l'entrée à laquelle le transmetteur est connecté sur l'Interface E/S. Puis:

- Entrez le nom que vous voulez donner à ce canal dans le champ Étiquette.
- Sélectionnez le type de variable (p. ex. : pression, température, volume, etc.).
- Sélectionnez l'unité de mesure.
- Sélectionnez la valeur minimale, qui correspond à un signal 4 mA.
- Sélectionnez la valeur maximale, qui correspond à un signal 20 mA.

La figure 6 montre un exemple où le canal 1 est configuré afin de recevoir une mesure de température d'un transmetteur. Avec ces réglages, la température est montrée en degrés Celsius à l'intérieur d'une plage allant de 25°C à 55°C (correspondant à un signal d'entrée pouvant varier de 4 mA à 20 mA).

Figure 6. Configuration d'un canal.

Une fois qu'un canal d'entrée est configuré, vous devez l'ajouter à la liste des courbes afin d'afficher les données sur l'enregistreur graphique. Pour ajouter un canal à la liste des courbes située dans le bas de l'enregistreur graphique, sélectionnez (dans la liste déroulante) l'étiquette qui correspond au canal que vous voulez enregistrer et cliquez sur **AJOUTER** (voir la figure 8).

Pour commencer à enregistrer les données à partir du canal ajouté à la liste des courbes, cliquez sur le bouton **Lancer** dans la barre des menus. Seules les sources de signaux énumérées dans la liste des courbes sont enregistrées. Ajouter un appareil de mesure pour afficher une valeur de signal ne permet pas l'enregistrement de ce signal.

Configurer et utiliser l'enregistreur graphique

Avant d'enregistrer des signaux, vous pouvez régler l'intervalle d'échantillonnage. L'intervalle d'échantillonnage correspond au temps entre chaque mesure dans les canaux d'entrée. Il peut être réglé à 100 ms, 200 ms, 500 ms ou 1000 ms dans le menu **Paramètres** ► **Intervalle d'échantillonnage** (figure 7).

Notez que modifier l'intervalle d'échantillonnage réinitialise l'enregistreur graphique; toutes les données enregistrées précédemment seront perdues.

LANGUE	
INTERVALLE D'ÉCHANTILLONNAGE	100 MS
RÉGLER LES CANAUX	200 MS
RÉGLER LES FONCTIONS	500 MS
	1000 MS

Figure 7. Régler l'intervalle d'échantillonnage dans le menu Paramètres.

Pour tracer une courbe dans l'enregistreur graphique, sélectionnez un élément de la liste déroulante **Étiquette** et cliquez sur **AJOUTER** (figure 8). Une fois que vous avez ajouté une courbe ou plus à la liste, cliquez sur le bouton **Lancer** dans la barre des menus afin de commencer l'enregistrement. Vous pouvez tracer jusqu'à 8 courbes différentes en même temps.

	Étiquette	Curseur X1	Curseur X2	Pente	Curseur Y1	Curseur Y2	Unité	Couleur	X
<input checked="" type="checkbox"/>	Sonde RTD	-	-	-	-	-	°C	[Red]	X

Ajouter une courbe

AJOUTER

Consigne 1

Cacher/Afficher la courbe

Changer la couleur de la courbe

Supprimer la courbe

Figure 8. Ajouter une courbe à la liste des courbes.

À n'importe quel moment, vous pouvez pauser l'enregistrement à l'aide du bouton **Pause** ou effacer toutes les données enregistrées à l'aide du bouton **X**. La figure 9 montre un exemple où quatre courbes différentes sont enregistrées.

L'enregistreur graphique n'est pas limité aux canaux d'entrée; il peut également afficher des signaux des entrées numériques, sorties numériques et sorties PID, en plus des contributions proportionnelles, intégrales et dérivées des sorties PID.

Vous pouvez cacher une courbe en enlevant la coche à la gauche de l'étiquette de la courbe. Vous pouvez supprimer une courbe en cliquant sur le X à la droite de la ligne de paramétrage de la courbe. Cliquer sur la couleur vous permet de changer la couleur de la courbe à l'aide d'un outil de sélection de couleur.

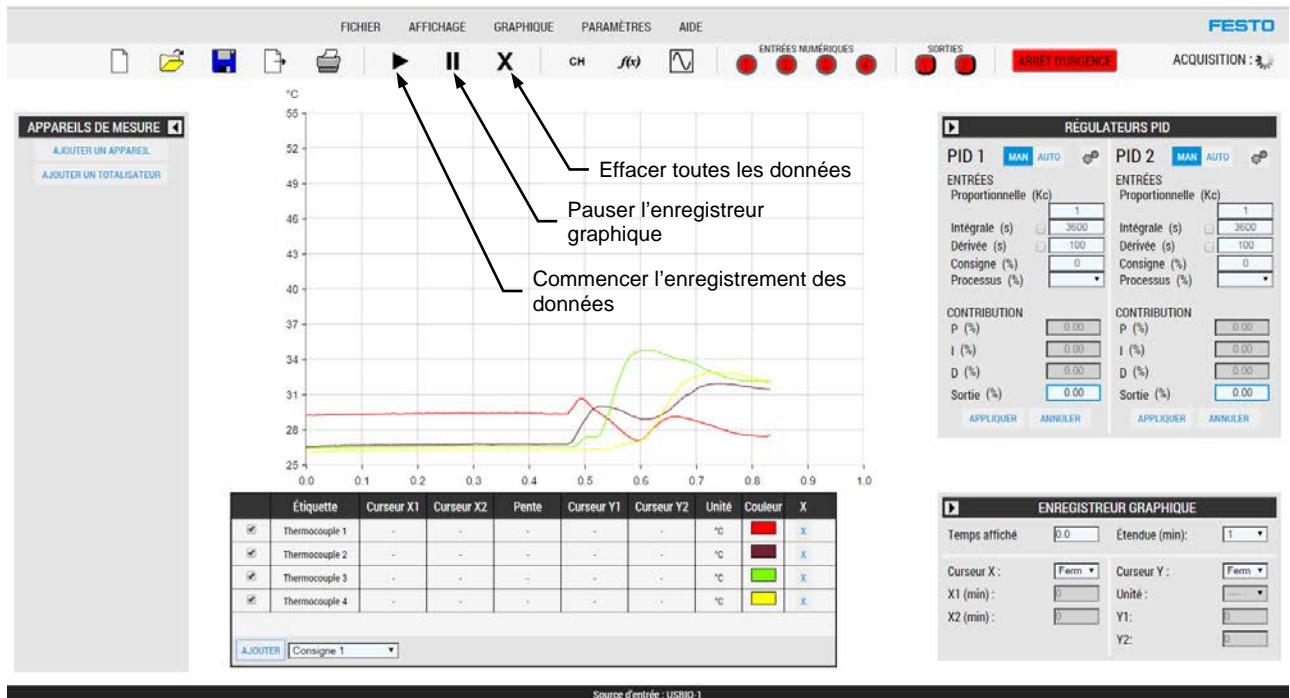


Figure 9. Tracer des courbes sur l'enregistreur de données.

Le menu de l'enregistreur de données (figure 10) possède deux fonctionnalités distinctes. Dans la section du haut, il est possible de changer le temps pendant lequel les courbes sont affichées. Par exemple, si LVPProSim enregistre des données depuis 20 minutes, vous pouvez régler le paramètre *Temps affiché* à 5 minutes afin que les points de données soient tracés pour un temps d'acquisition supérieur à 5 minutes. Dans cette section, vous pouvez également régler le paramètre *Étendue*, qui détermine l'étendue de temps affichée. La figure 11 montre une courbe où le temps affiché commence à 2 minutes et l'étendue est de 5 minutes.

ENREGISTREUR GRAPHIQUE			
Temps affiché	0.0	Étendue (min):	5
Curseur X :	Ferm	Curseur Y :	Ferm
X1 (min) :	0	Unité :	---
X2 (min) :	0	Y1:	0
		Y2:	0

Figure 10. Menu de l'enregistreur graphique.

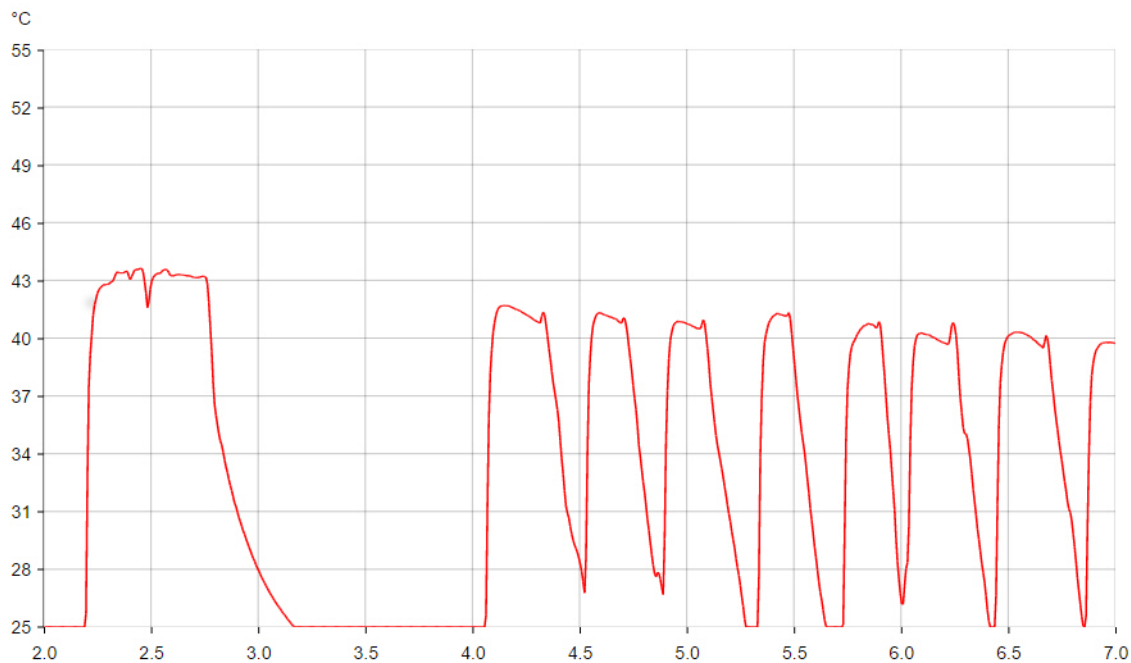


Figure 11. Modifier le temps affiché et l'étendue.

Dans la section du bas (figure 12), vous pouvez ajouter des curseurs horizontaux ou verticaux. Les curseurs sont une aide visuelle permettant une lecture précise sur une courbe pour une valeur horizontale ou verticale donnée.

ENREGISTREUR GRAPHIQUE			
Temps affiché	0.0	Étendue (min):	5
Curseur X :	Marc	Curseur Y :	Marc
X1 (min) :	1.209	Unité :	°C
X2 (min) :	1.395	Y1:	39.667
		Y2:	47.467

Figure 12. Sections des curseurs de l'enregistreur graphique.

Pour activer le curseur de l'axe des X ou de l'axe des Y, sélectionnez *Actif* dans le menu du curseur X ou celui du curseur Y¹. Cela affiche deux lignes horizontales ou verticales. Le point où la ligne de curseur coupe une courbe est indiqué dans la liste des courbes sous le graphique (voir la figure 8). De plus, pour les curseurs de l'axe des X, la courbe entre les deux curseurs est calculée. Le point où un curseur coupe l'axe est également indiqué sous le menu du curseur X ou du curseur Y. La figure 13 montre un exemple des deux types de curseurs. Les valeurs numériques des curseurs sont indiquées dans la figure 12.

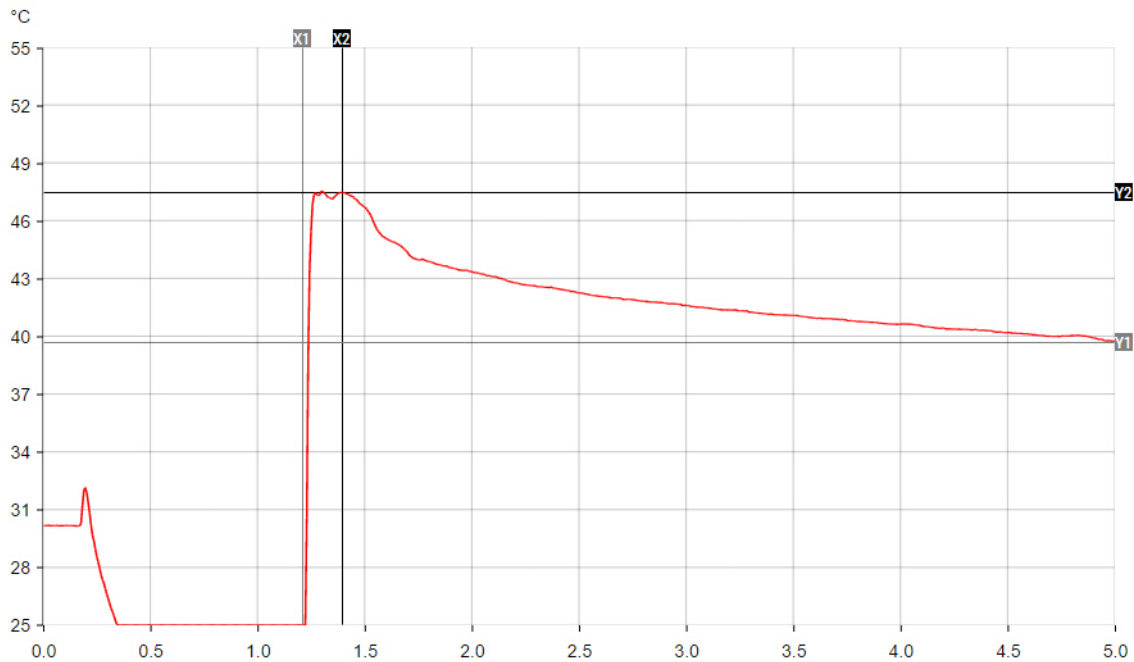


Figure 13. Utiliser les curseurs.

¹ Le curseur X ne peut être activé à moins que l'enregistreur graphique ne soit pausé.

Appareils de mesure et totalisateurs

À la gauche de l'enregistreur graphique, vous pouvez ajouter des appareils de mesure afin d'afficher les valeurs de différentes sources de données en temps réel. Pour ajouter un appareil de mesure, cliquez sur [Ajouter un appareil](#), entrez un nom d'étiquette, sélectionnez la source de données et cliquez sur [Ok](#). Une fois qu'un appareil de mesure est ajouté, vous pouvez afficher la valeur de la source sous forme de pourcentage, modifier les paramètres de l'appareil de mesure ou le supprimer, tel que montré dans la figure 14.

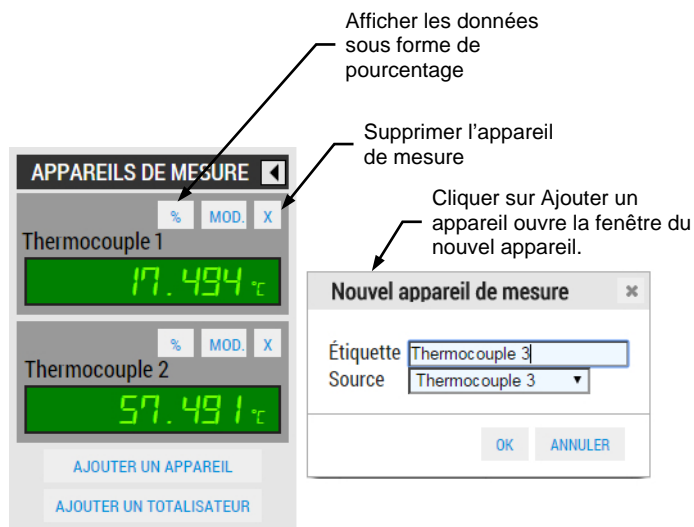


Figure 14. Ajouter et utiliser des appareils de mesure.

Si un des canaux mesure une quantité par unité de temps (p. ex. : L/s ou L/h), vous pouvez ajouter un totalisateur qui va calculer la quantité totale mesurée depuis le début de l'enregistrement. Le bouton [Réinitialiser](#) efface le totalisateur sans redémarrer l'enregistrement. La figure 15 montre un totalisateur qui calcule le nombre de litres à partir d'un débit en litres par minute.

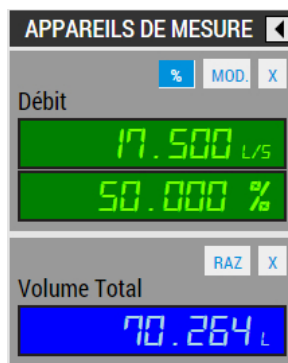


Figure 15. Utiliser un totalisateur pour enregistrer le nombre total de litres.

Utiliser et configurer les régulateurs PID

Il y a deux régulateurs configurables (PID1 et PID2), à droite, dans la section [Régulateurs PID](#) (figure 16). Pour chaque régulateur, vous pouvez régler les

constantes d'ajustement, la consigne et sélectionner une variable contrôlée (Procédé %).

Chaque régulateur peut être utilisé en mode automatique ou manuel. Par défaut, le régulateur est en mode manuel. Dans le mode manuel, vous ne pouvez changer la sortie du régulateur qu'en entrant une nouvelle valeur dans le champ de paramètre *Sortie* et en cliquant sur *Appliquer*. Utiliser le régulateur en mode manuel permet la commande manuelle d'une variable manipulée, telle la vitesse d'une pompe.

Le deuxième mode disponible est le mode automatique. Pour passer en mode automatique, cliquez sur *Auto* dans la section du régulateur. Dans ce mode, LVProSim utilise un algorithme idéal sans interaction afin de calculer la sortie du régulateur. L'équation décrivant en tout temps le signal de sortie est :

$$m(t) = K_c \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt + T_d \frac{d}{dt} e(t) \right) + b \quad 1)$$

dans laquelle	$m(t)$	est la sortie du régulateur (c.-à-d. la variable manipulée)
	K_c	est le gain du régulateur
	$e(t)$	est l'erreur
	T_i	est la constante de temps intégrale
	T_d	est la constante de temps dérivée
	b	est le biais

La figure 16 montre la section des régulateurs PID. En haut, vous pouvez régler le gain du régulateur, le temps intégral et le temps dérivé. Ces paramètres correspondent à K_c , T_i et T_d dans l'équation 1). Sous ces paramètres, vous pouvez ajuster la consigne et sélectionner la variable contrôlée à partir de la liste déroulante. Le gain du régulateur, la consigne et la variable contrôlée sont obligatoires afin d'implémenter au moins la régulation proportionnelle. La régulation intégrale et la régulation dérivée ne sont pas activées par défaut. Pour les activer, cochez la case près du nom du paramètre. À chaque fois que vous modifiez un paramètre, vous devez cliquer sur le bouton *Appliquer* pour appliquer les changements; jusqu'à ce que vous cliquiez sur ce bouton, tous les paramètres modifiés sont montrés avec un fond jaune.

Lorsque le mode automatique est activé, les contributions proportionnelles, intégrales et dérivées à la sortie du régulateur sont indiquées dans la section du bas de la zone du régulateur. La sortie du régulateur est également montrée dans cette section. Les quatre valeurs sont mises à jour continuellement tant que le mode automatique est activé.

RÉGULATEURS PID	
PID 1	PID 2
MAN AUTO	MAN AUTO
ENTRÉES	
Proportionnelle (Kc)	Proportionnelle (Kc)
Intégrale (s)	Intégrale (s)
Dérivée (s)	Dérivée (s)
Consigne (%)	Consigne (%)
Processus (%)	Processus (%)
CONTRIBUTION	
P (%)	P (%)
I (%)	I (%)
D (%)	D (%)
Sortie (%)	Sortie (%)
APPLIQUER	ANNULER

Figure 16. Section des régulateurs PID.

La figure 17, la figure 18 et la figure 19 montrent des réglages typiques pour la régulation P, la régulation PI et la régulation PID, respectivement. Pour ces exemples, une température est enregistrée à partir du canal 1 et elle est utilisée comme variable contrôlée. La consigne est de 50%.

PID 1	
MAN	AUTO
ENTRÉES	
Proportionnelle (Kc)	1
Intégrale (s)	3600
Dérivée (s)	100
Consigne (%)	50
Processus (%)	Tempér

Figure 17. Réglage de la régulation P.

PID 1	
MAN	AUTO
ENTRÉES	
Proportionnelle (Kc)	1
Intégrale (s)	60
Dérivée (s)	100
Consigne (%)	50
Processus (%)	Tempér

Figure 18. Réglage de la régulation PI.

PID 1 MAN AUTO

ENTRÉES

Proportionnelle (K_c)

Intégrale (s) ☒

Dérivée (s) ☒

Consigne (%)

Processus (%)

Figure 19. Réglage de la régulation PID.

D'autres options de configuration sont disponibles en cliquant sur l'icône d'engrenage. Les options disponibles sont montrées dans la figure 20. Activer la *Consigne dynamique* transforme le champ d'entrée de la consigne en une liste déroulante permettant la sélection d'un signal. Ce signal sera utilisé par le régulateur comme consigne. Cela permet l'utilisation de schémas de régulation plus sophistiqués tels que la régulation en cascade. Les deux autres options disponibles sont la *Marche arrière* et la *Dérivée de l'erreur*. Ces deux options sont activées par défaut. Désactiver l'option *Marche arrière* met le régulateur en mode d'action directe. En mode d'action directe, une augmentation de l'erreur résulte en une augmentation de la sortie du régulateur. Désactiver la *Dérivée de l'erreur* change l'algorithme du régulateur de telle façon que l'action dérivée utilise la variable contrôlée (c.-à-d. la variable de procédé) plutôt que l'erreur dans son algorithme.

Consigne dynamique ☐

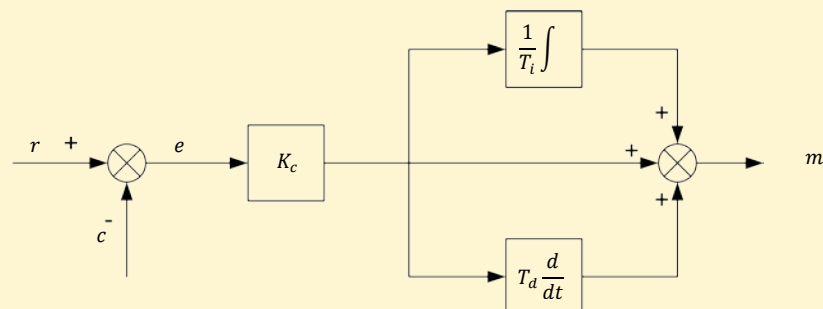
Marche arrière ☒

Dérivée de l'erreur ☒

Figure 20. Options de configuration du régulateur.

Paramètres de régulation (un très bref résumé)

Le **gain du régulateur**, K_c , détermine la magnitude de l'action proportionnelle; plus élevé est le gain, plus grande est l'action proportionnelle. Pour un régulateur sans interaction, changer le gain du régulateur influence également l'action intégrale et dérivée, tel qu'illustré dans la figure ci-dessous.



Régulateur sans interaction.

Le **temps intégral**, T_i , détermine la magnitude de l'action intégrale. Il correspond au temps nécessaire afin que l'action intégrale répète l'action de régulation proportionnelle, assumant que l'erreur est constante. Plus le temps intégral est court, plus grande est l'action intégrale.

L'algorithme du régulateur de LVProSim contient une fonction d'anti-saturation d'intégrale. Cette fonction désactive l'action intégrale aussitôt que la sortie du régulateur atteint sa limite de sortie (soit 0% ou 100%), ce qui minimise le dépassement de la variable contrôlée suite à un changement rapide du signal d'erreur.

Finalement, le **temps dérivé**, T_d , détermine la magnitude de l'action dérivée. Il correspond au temps pendant lequel l'action dérivée avance l'effet de l'action proportionnelle. Plus le temps intégral est long, plus grande est l'action dérivée.

L'action dérivée peut être implémentée soit sur l'erreur ou sur le procédé (la variable contrôlée). Dans LVProSim, le réglage par défaut est *Dérivée de l'erreur*. Lorsque l'action dérivée est implémentée sur l'erreur, des changements dans la consigne font que l'action dérivée produit une sortie. Cela peut mener à des variations erratiques de la sortie du régulateur avec des oscillations subséquentes dans le procédé. En implémentant l'action dérivée sur le procédé, l'action dérivée produit une sortie seulement lorsque le procédé est en changement. Donc, aucune action dérivée n'a lieu immédiatement après un changement de la consigne.

Fonctions définies par l'utilisateur

Quelquefois, le signal d'une entrée ou d'une sortie doit être traité avant d'être tracé ou d'être utilisé comme variable contrôlée. La boîte de dialogue [Régler les fonctions](#) offre plusieurs options pour combiner ou appliquer un traitement à un signal (figure 21).

The dialog box titled "Régler les fonctions" contains the following elements:

- A list box labeled "Fonctions" with up and down arrows.
- Buttons labeled "NOUVEAU" and "SUPPRIMER" below the list box.
- An "Étiquette" text field with a "CRÉER" button to its right.
- A formula editor section with the following components:
 - "Valeur de gauche": a dropdown menu.
 - "Op.": a dropdown menu showing a "+" sign.
 - "Valeur de droite": a dropdown menu.
 - An equals sign "=" followed by a "Résultat" text field.
 - An "Unité" text field.

Figure 21. Boîte de dialogue Régler les fonctions.

En utilisant la boîte de dialogue **Régler les fonctions**, vous pouvez combiner deux signaux à l'aide d'opérateurs. Pratiquement tout ce qui peut être tracé sur l'enregistreur graphique est un signal. Vous pouvez même utiliser le résultat d'une autre fonction en tant qu'opérande pour une nouvelle fonction. La figure 22 montre un exemple d'une fonction définie par l'utilisateur qui calcule la somme de deux signaux de pression.

The screenshot shows the 'Régler les fonctions' (Configure functions) dialog box. Under the 'Fonctions' (Functions) section, 'Pression Totale' is selected in the list. Below the list are 'NOUVEAU' (New) and 'SUPPRIMER' (Delete) buttons. In the 'Étiquette' (Label) section, 'Pression Totale' is entered in the text box, with an 'ÉDITION' (Edit) button to its right. The main configuration area has five columns: 'Valeur de gauche' (Left value), 'Op.' (Operator), 'Valeur de droite' (Right value), 'Résultat' (Result), and 'Unité' (Unit). The 'Valeur de gauche' column contains 'Pression 1', the 'Op.' column contains '+', the 'Valeur de droite' column contains 'Pression 2', the 'Résultat' column contains 'Pression 1 + Pression 2', and the 'Unité' column contains 'kPa'.

Figure 22. Fonction définie par l'utilisateur.

L'opérande de gauche est optionnel et permet d'appliquer des opérateurs tels que la racine carrée ou un filtre à un signal. La figure 23 montre comment cela peut être utilisé afin d'obtenir un signal proportionnel au débit d'une mesure de différence de pression en calculant la racine carrée de ce signal.

The screenshot shows the 'Régler les fonctions' (Configure functions) dialog box. Under the 'Fonctions' (Functions) section, 'Débit' is selected in the list. Below the list are 'NOUVEAU' (New) and 'SUPPRIMER' (Delete) buttons. In the 'Étiquette' (Label) section, 'Débit' is entered in the text box, with an 'ÉDITION' (Edit) button to its right. The main configuration area has five columns: 'Valeur de gauche' (Left value), 'Op.' (Operator), 'Valeur de droite' (Right value), 'Résultat' (Result), and 'Unité' (Unit). The 'Valeur de gauche' column is empty, the 'Op.' column contains '√', the 'Valeur de droite' column contains 'Pression 1', the 'Résultat' column contains '√(Pression 1)', and the 'Unité' column is empty.

Figure 23. Obtenir un signal proportionnel au débit d'une mesure de différence de pression.

Mode de simulation

Dans le mode de simulation, vous n'avez pas besoin (et ne pouvez pas utiliser) l'Interface E/S. Les signaux de procédé sont générés à partir des constantes dynamiques de votre choix.

Interface de l'utilisateur

Dans le mode de simulation, l'interface du logiciel est presque identique à l'interface en mode d'acquisition de données. Puisque LVProSim ne peut pas accéder à l'Interface E/S dans ce mode, aucune fonction relative à ce module n'est disponible. Presque toutes les fonctionnalités du mode de simulation sont

similaires aux fonctionnalités du mode d'acquisition de données; seules les instructions pour l'utilisation et la configuration du simulateur sont présentées ci-dessous. Pour plus de détails sur toute autre fonction, référez-vous à la section Mode d'acquisition de données.

Le tableau 2 montre la correspondance entre chaque icône de la barre des menus (figure 24) disponible dans le mode de simulation et sa description.



Figure 24. Barre des menus dans le mode de simulation.

Tableau 2. Description de la barre des menus dans le mode de simulation.

Nom de l'icône	Description de l'icône
Nouveau	Ferme la fenêtre présente et ouvre une nouvelle fenêtre pour l'acquisition de données ou la simulation
Ouvrir	Ouvre un fichier de configuration précédemment sauvegardé. Toute configuration non sauvegardée sera perdue.
Sauvegarder	Sauvegarde toutes les configurations présentes dans un fichier local.
Exporter	Permet l'exportation des données présentement enregistrées et leur enregistrement en format .csv (comma-separated values)
Imprimer	Imprime le présent graphique
Lancer	Lance l'enregistrement des données à partir des différentes sources énumérées dans la liste des courbes.
Pause	Pause l'enregistreur graphique. Cela n'interrompt pas l'enregistrement de données. Aucune donnée n'est perdue en mode pause. Lorsque l'affichage de l'enregistreur graphique reprend, les courbes sont immédiatement mises à jour avec les données manquantes
Effacer	Efface toutes les données enregistrées
Régler les fonctions	Permet la manipulation des sources de données à l'aide de fonctions simples
Générer une fonction	Permet la création d'une source de données à partir d'une des fonctions mathématiques disponibles, tel qu'une fonction sinusoïdale
Simulateur	Ouvre la fenêtre contextuelle de paramètres du simulateur

Lancer une simulation de procédé

Le simulateur est un outil puissant vous permettant de simuler un procédé de premier ou deuxième ordre et de tester différentes configurations de régulation. Vous pouvez également ajouter une perturbation à la simulation de procédé.

Régler une simulation nécessite quelques étapes simples. Premièrement, vous devez décider quel type de simulation vous voulez lancer parmi les quatre disponibles. Les quatre types de simulation disponibles sont :

- Simuler un procédé contrôlé à l'aide du régulateur PID 1
- Simuler un procédé contrôlé à l'aide du régulateur PID 2
- Simuler un procédé avec un schéma de régulation en cascade en utilisant le PID 1 comme régulateur primaire (maître) et le PID 2 comme régulateur secondaire (esclave)
- Simuler un procédé avec un schéma de régulation en cascade en utilisant le PID 2 comme régulateur primaire (maître) et le PID 1 comme régulateur secondaire (esclave)

Une fois que vous avez choisi le type de procédé que vous voulez simuler, cliquez sur le bouton simulateur afin d'ouvrir la fenêtre de paramètres de simulation. Pour sélectionner une régulation de procédé à boucle unique, cliquez sur PID 1 ou PID 2 dans la barre des menus, selon le régulateur que vous voulez utiliser (figure 25). Pour sélectionner une simulation en cascade, sélectionnez premièrement CAS dans la barre des menus puis cliquez sur PID1 ou PID2 afin de sélectionner le régulateur qui agira en tant que régulateur primaire (figure 26).

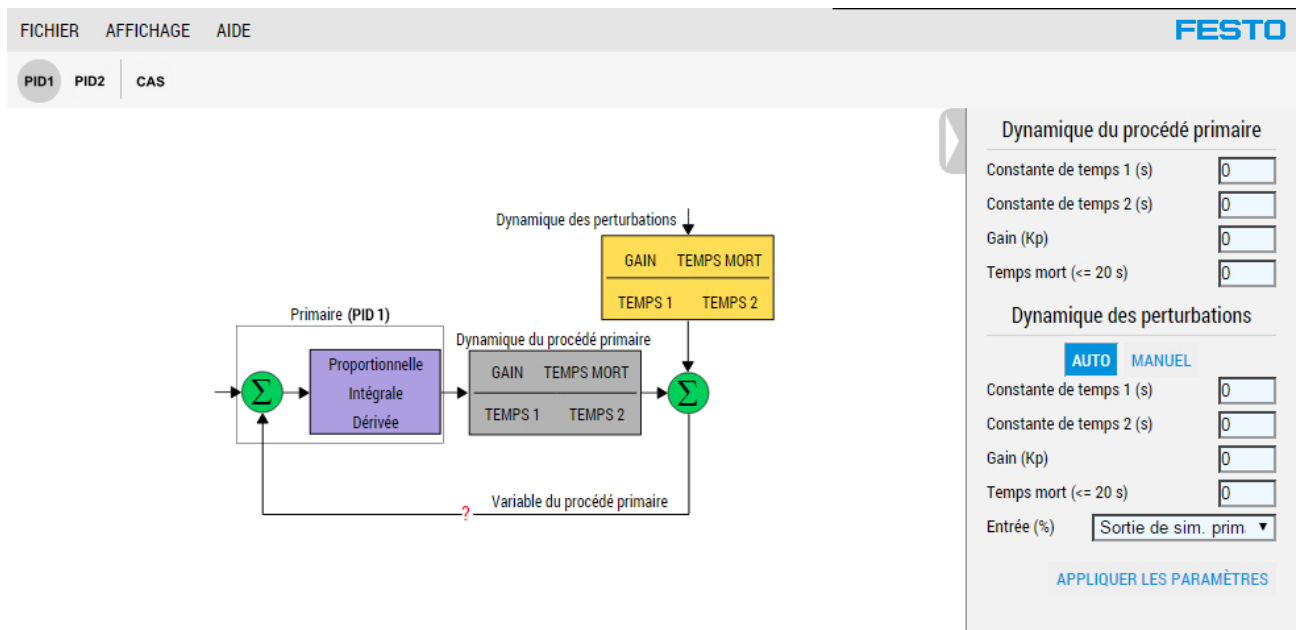


Figure 25. Sélectionner une simulation à boucle unique.

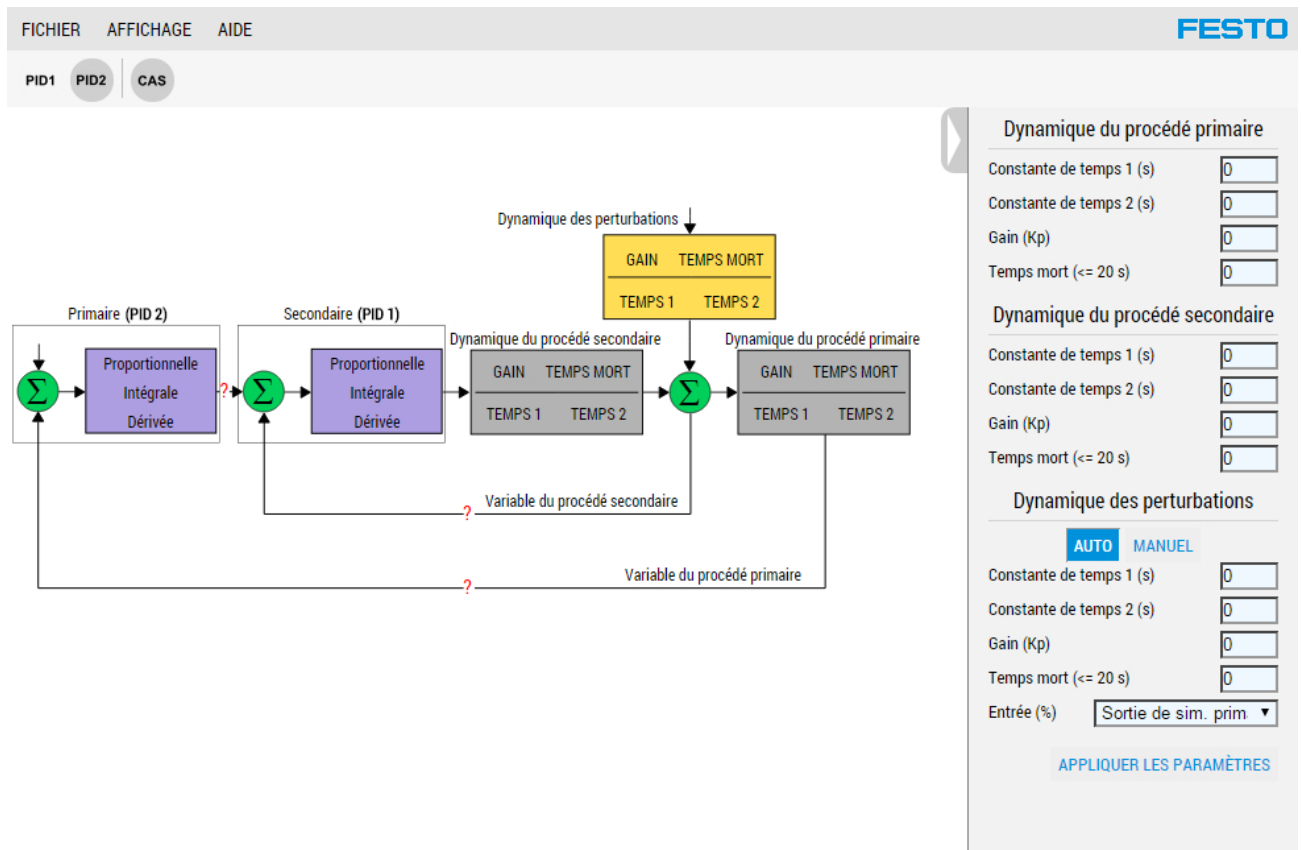


Figure 26. Sélectionner une simulation en cascade.

Notez que, au départ, il y a un point d'interrogation ou plusieurs sur le schéma de procédé. Cela indique que la boucle de rétroaction n'est pas fermée parce qu'un élément (ou plusieurs) n'est pas encore sélectionné. Par exemple, le logiciel affiche un point d'interrogation rouge sur la ligne de la variable du procédé primaire si aucune source n'est sélectionnée pour le signal de procédé. Dans ce cas, pour fermer la boucle de simulation, il est nécessaire de passer à la fenêtre principale et de sélectionner *Sortie de sim. primaire* dans la liste déroulante *Procédé* de la section du régulateur, tel que montré dans la figure 27.

PID 1 MAN AUTO

ENTRÉES

Proportionnelle (Kc)

Intégrale (s) ☐

Dérivée (s) ☐

Consigne (%)

Processus (%)

CONTRIBUTION

P (%)

I (%)

D (%)

Sortie (%)

APPLIQUER ANNULER

Sortie de sim. primaire
 Sortie de sim. secondaire
 Sortie de sim. de perturbations
 Consigne 2
 Sortie PID 2

Figure 27. Fermer la boucle de rétroaction de simulation d'une simulation à boucle unique.

Une fois que la boucle de simulation est fermée, vous pouvez régler les caractéristiques dynamiques du procédé simulé à la droite de la fenêtre de simulation. La figure 28 montre un exemple de boucle de procédé de deuxième ordre dont la première constante de temps est réglée à 10 s, la deuxième constante de temps à 3 s, le gain à 2 et le temps mort à 1 s. Pour simuler un procédé de premier ordre, réglez simplement la deuxième constante de temps à 0 s. Maintenant que la caractéristique dynamique est réglée, cliquez sur le schéma de procédé afin d'afficher les équations de procédé dans le domaine de Laplace (figure 29).

FICHIER AFFICHAGE AIDE
FESTO

PID1 PID2 CAS

Dynamique du procédé primaire

Constante de temps 1 (s)

Constante de temps 2 (s)

Gain (Kp)

Temps mort (<= 20 s)

Dynamique des perturbations

AUTO MANUEL

Constante de temps 1 (s)

Constante de temps 2 (s)

Gain (Kp)

Temps mort (<= 20 s)

Entrée (%)

APPLIQUER LES PARAMÈTRES

Figure 28. Régler les caractéristiques dynamiques du procédé de simulation.

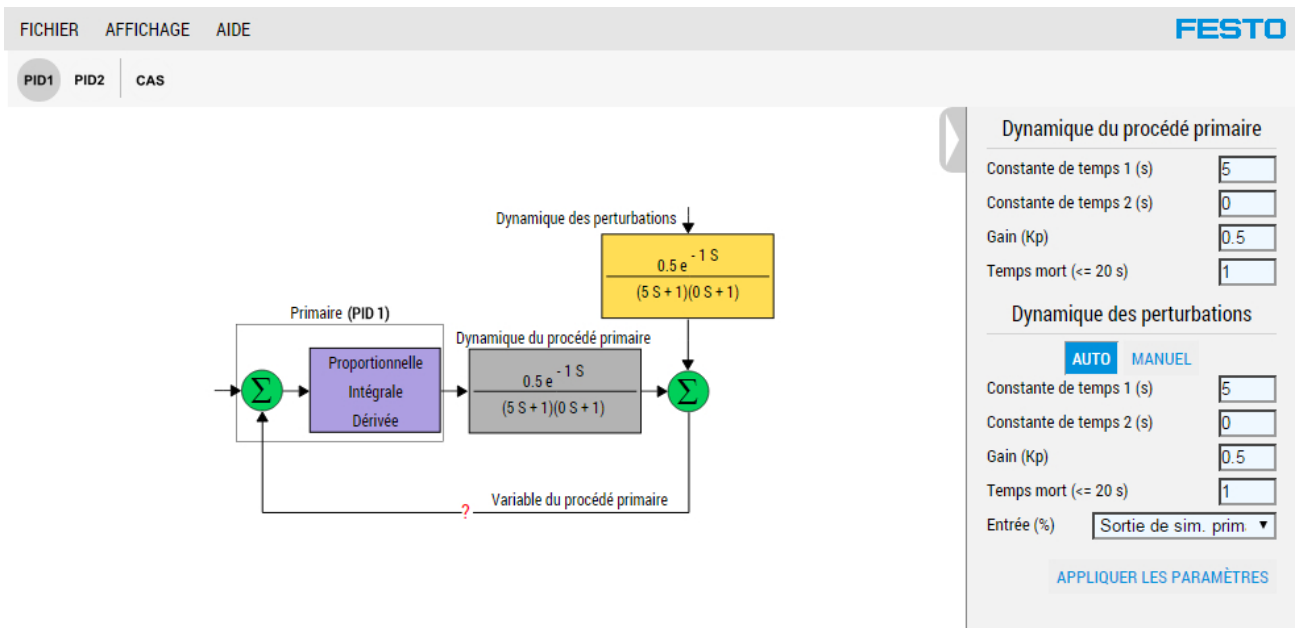


Figure 29. Afficher l'équation de procédé dans le domaine de Laplace.

La procédure pour régler une simulation pour une régulation en cascade est similaire à l'exception qu'il y a deux boucles de procédé plutôt qu'une seule. Le point le plus important est de fermer les deux boucles correctement en sélectionnant les sources appropriées pour les deux régulateurs. Par exemple, si vous choisissez d'utiliser le régulateur PID2 comme régulateur primaire tel que montré dans la figure 26, sélectionnez *Sortie de sim. secondaire* dans la liste déroulante *Procédé* du régulateur PID1 et *Sortie de sim. primaire* pour le régulateur PID2, tel que montré dans la figure 30. Une fois qu'est réglée la source du procédé, les deux points d'interrogation rouges sur les lignes de signal de rétroaction des deux boucles sont remplacés par une ligne droite.

Cependant, il y a encore un point d'interrogation rouge dans le schéma de procédé entre le régulateur primaire et secondaire. Ce point d'interrogation indique que la consigne du régulateur secondaire n'est pas correctement configurée. En effet, dans un schéma de régulation en cascade, le régulateur secondaire utilise une consigne dynamique. Pour régler une consigne dynamique pour le régulateur secondaire, cliquez sur l'icône d'engrenages de ce régulateur, cochez *Consigne dynamique* et sélectionnez la sortie du régulateur primaire dans la liste déroulante *Consigne*, tel que montré dans la figure 31. Une fois que tous les points d'interrogation rouges sont disparus, vous pouvez régler les caractéristiques dynamiques du procédé simulé comme désiré.

RÉGULATEURS PID	
<div> <div>PID 1</div> <div>MAN AUTO</div> <div></div> </div>	
ENTRÉES	
Proportionnelle (Kc)	1
Intégrale (s)	3600
Dérivée (s)	100
Consigne (%)	0
Processus (%)	Sortie c
CONTRIBUTION	
P (%)	0.00
I (%)	0.00
D (%)	0.00
Sortie (%)	0.00
<div>APPLIQUER</div> <div>ANNULER</div>	
<div> <div>PID 2</div> <div>MAN AUTO</div> <div></div> </div>	
ENTRÉES	
Proportionnelle (Kc)	1
Intégrale (s)	3600
Dérivée (s)	100
Consigne (%)	0
Processus (%)	Sortie c
CONTRIBUTION	
P (%)	0.00
I (%)	0.00
D (%)	0.00
Sortie (%)	0.00
<div>APPLIQUER</div> <div>ANNULER</div>	

Figure 30. Fermer la boucle de rétroaction de simulation d'une simulation en cascade.

PID 1	
<div> <div>MAN AUTO</div> <div></div> </div>	
<div> <div>Consigne dynamique</div> <div>Marche arrière</div> <div>Dérivée de l'erreur</div> </div>	
Dérivée (s)	100
Consigne (%)	
Processus (%)	Sortie c
CONTRIBUTION	
P (%)	0.00
I (%)	0.00
D (%)	0.00
Sortie (%)	0.00
<div>APPLIQUER</div> <div>ANNULER</div>	

Figure 31. Configurer une consigne dynamique.

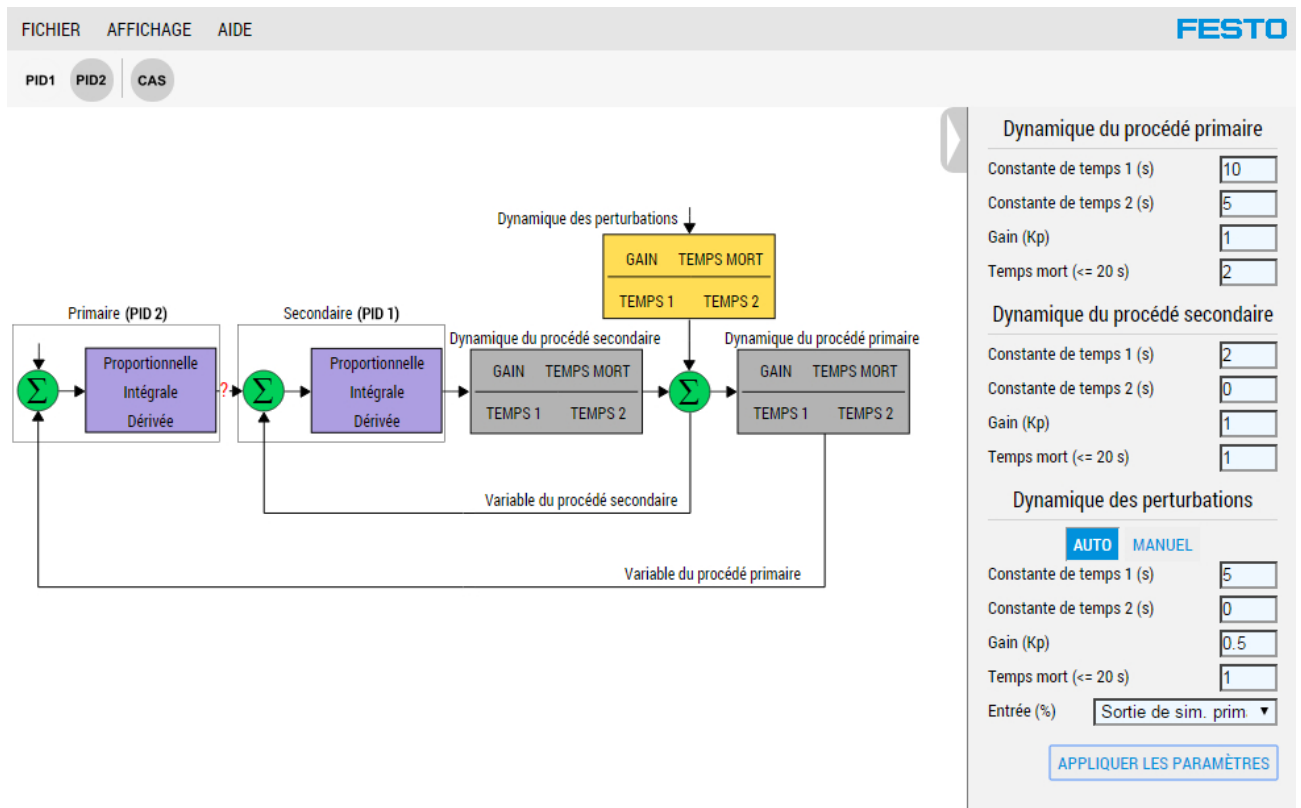


Figure 32. Régler les caractéristiques dynamiques du procédé en cascade simulé.