

# TUTORIEL – ProductionFlowPy

Guide complet d'utilisation

# TUTORIEL – ProductionFlowPy

## TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION.....	5
2.	INTERFACE PRINCIPALE .....	6
2.1	NAVIGATION SUR LE CANVAS : .....	6
2.2	CRÉATION D'UN MODÈLE DE FLUX .....	6
2.2.1	ÉTAPE 1 : Ajouter des nœuds .....	6
2.2.2	ÉTAPE 2 : Connecter les nœuds .....	6
2.2.3	ÉTAPE 3 : Configurer les nœuds .....	7
2.2.4	ÉTAPE 4 : Ajouter des instruments de mesure .....	7
3.	LES DIFFÉRENTS TYPES DE NŒUDS .....	7
3.1	FLUX ENTRANT (SOURCE).....	7
3.2	TRAITEMENT (PROCESSING).....	7
3.3	SORTIE (SINK).....	8
3.4	DIVISEUR (SPLITTER).....	8
3.5	CONCATÉNATEUR (MERGER).....	8
4.	LES DIFFÉRENTS TYPES D'ITEMS.....	8
5.	IMPORTATION DE MODELES .....	8
6.	LES CONNEXIONS ET BUFFERS.....	8
6.1	CONFIGURER UNE CONNEXION .....	8
7.	LES OPÉRATEURS .....	9
7.1	AJOUTER UN OPÉRATEUR .....	9
7.2	CONFIGURER UN OPÉRATEUR .....	9
7.3	FONCTIONNEMENT .....	9
7.4	VISUALISATION.....	9
8.	CONFIGURATION DES NŒUDS .....	9
8.1	ONGLET GÉNÉRAL .....	9

# TUTORIEL – ProductionFlowPy

8.2	ONGLET SOURCE (pour les sources uniquement).....	10
8.3	ONGLET TRAITEMENT (pour les nœuds de traitement).....	10
8.4	CONSOMMATION D'ITEM .....	10
8.5	ONGLET LOUPES DE TEMPS.....	10
9.	LES PIPETTES DE MESURE .....	10
9.1	AJOUTER UNE PIPETTE .....	10
9.2	CONFIGURER UNE PIPETTE.....	11
9.3	VISUALISATION.....	11
9.4	OPTIONS D'AFFICHAGE .....	11
10.	LES LOUPES DE TEMPS.....	11
10.1	TYPES DE MESURES.....	11
10.2	AJOUTER UNE LOUPE.....	11
10.3	VISUALISATION.....	11
10.4	UTILITÉ.....	11
11.	SIMULATION EN TEMPS RÉEL .....	12
11.1	CONTRÔLES DE SIMULATION.....	12
11.2	VITESSE DE SIMULATION .....	12
11.3	UNITÉ DE TEMPS.....	12
11.4	VISUALISATION PENDANT LA SIMULATION.....	12
12.	ANALYSE APPROFONDIE .....	12
13.	EXPORT DES DONNÉES .....	13
14.	PARAMÈTRES GÉNÉRAUX .....	14
14.1	LANGUE .....	14
14.2	SIMULATION .....	14
14.3	PERFORMANCES .....	14
14.4	GRAPHIQUES.....	14
14.5	CANVAS .....	14

# TUTORIEL – ProductionFlowPy

15.	CONSEILS ET ASTUCES .....	14
15.1	MODÉLISATION .....	14
15.2	SIMULATION .....	15
15.3	ANALYSE.....	15
15.4	PERFORMANCE .....	15
15.5	SAUVEGARDE.....	15
16.	RACCOURCIS CLAVIER.....	15
16.1	Fichier / File .....	15
16.2	Modes d'édition / Edit Modes.....	15
16.3	Simulation .....	16
16.4	Navigation Canvas .....	16

# TUTORIEL – ProductionFlowPy

## 1. INTRODUCTION

Ce logiciel est un simulateur de flux de production basé sur la bibliothèque Python SimPy. Son but principal est de modéliser et d'analyser des flux de production en tenant compte de plusieurs paramètres, tels que des phénomènes aléatoires et différents types de produits sur une ligne de production, afin de permettre une analyse globale du système. Ce logiciel a pour but d'aider la communauté scientifique ainsi que les acteurs du milieu industriel, comme des ingénieurs process.

Ses principales fonctionnalités sont les suivantes :

- Création visuelle de modèles de flux
- Simulation en temps réel avec visualisation
- Analyse statistique approfondie
- Export des données en CSV
- Support des opérateurs partagés entre machines
- Mesure des temps de cycle et des inter-arrivées de chaque élément du système.

Le programme suit une logique de construction de modèle par couche de sous-modèles pour assurer une performance convenable. De plus, son utilisation est conçue pour une prise en main rapide, sans temps d'apprentissage important.

# TUTORIEL – ProductionFlowPy

## 2. INTERFACE PRINCIPALE

L'interface est divisée en plusieurs zones :

- Barre de menu avec ses paramètres
- Zone de dessin (Canvas)
- Une partie à droite de l'écran contenant :
  - Des graphiques sur :
    -  Pipettes
    -  Loupes temps
    -  Déplacements
  - Le lancement d'une analyse sur des périodes longues
  - Information concernant le système
- Barre d'état : Informations sur la simulation

### 2.1 NAVIGATION SUR LE CANVAS :

- Clic gauche + glisser : Déplacer un élément
- Clic droit : Menu contextuel
- Molette : Zoom avant/arrière
- Clic molette + glisser : Déplacer la vue (pan)
- Ctrl + molette : Zoom précis

### 2.2 CRÉATION D'UN MODÈLE DE FLUX

#### 2.2.1 ÉTAPE 1 : Ajouter des nœuds

Menu : Édition > Ajouter un nœud

Ou clic droit sur le canvas > Ajouter un nœud

Types de nœuds disponibles :

- Flux entrant (Source) : Génère des items
- Traitement (Processing) : Transforme les items
- Sortie (Sink) : Point de sortie du système

#### 2.2.2 ÉTAPE 2 : Connecter les nœuds

1. Clic droit sur un nœud > "Connecter à..."
2. Sélectionnez le nœud de destination
3. La connexion est créée automatiquement

OU

Menu : Édition > Ajouter une connexion

# TUTORIEL – ProductionFlowPy

Puis cliquez sur le nœud source et le nœud cible

## 2.2.3 ÉTAPE 3 : Configurer les nœuds

Double-clic sur un nœud pour ouvrir sa configuration

(Voir section 8 pour les détails)

## 2.2.4 ÉTAPE 4 : Ajouter des instruments de mesure

- Pipettes : Mesurent le flux sur les connexions
- Loupes de temps : Mesurent les temps de cycle

## 3. LES DIFFÉRENTS TYPES DE NŒUDS

### 3.1 FLUX ENTRANT (SOURCE)

Génère des items qui entrent dans le système.

Paramètres principaux :

- Intervalle de génération : Temps entre chaque item généré
- Mode de génération :
  - \* Constant : Intervalle fixe
  - \* Normal : Distribution normale (gaussienne)
  - \* Poisson : Distribution de Poisson
  - \* Exponentiel : Distribution exponentielle
- Items à générer : Limite le nombre total (-1 = illimité)
- Taille de lot : Nombre d'items générés à chaque cycle
- Type et séquence de génération d'items.

### 3.2 TRAITEMENT (PROCESSING)

Transforme les items. Peut comporter plusieurs entrées et sorties.

Paramètres principaux :

- Temps de traitement : Durée pour traiter un item
- Mode de traitement :
  - \* Constant : Temps fixe
  - \* Normal : Distribution normale
  - \* Skew-normal : Distribution asymétrique
- Mode de synchronisation :
  - \* Attendre N de chaque branche : Attend N items de CHAQUE entrée
  - \* Premier disponible : Traite dès qu'un item arrive
- Multiplicateur de sortie : Items produits par item entrant

# TUTORIEL – ProductionFlowPy

## 3.3 SORTIE (SINK)

Point de sortie du système. Les items qui y arrivent sont comptabilisés et retirés de la simulation.

## 3.4 DIVISEUR (SPLITTER)

Un nœud de traitement avec plusieurs sorties. Distribue les items selon un mode configurable :

- Round-robin : Alternance entre les sorties
- Aléatoire : Distribution aléatoire
- Premier disponible : Vers le premier buffer non plein

## 3.5 CONCATÉNATEUR (MERGER)

Un nœud de traitement avec plusieurs entrées et une seule sortie.

Combine les flux entrants.

## 4. LES DIFFÉRENTS TYPES D'ITEMS

Afin de pouvoir simuler une personnalisation des produits utilisant le même système productif, mais avec des paramètres différents, par exemple voiture rouge et voiture bleue, une notion de type d'items est possible dans le programme. L'édition et la modification des types d'items se fait depuis la fenêtre "Editer Item" insérée dans le ruban supérieur de la fenêtre. Lors de la création d'un item, un nom et une couleur sont demandés, qui seront réutilisés dans le programme pour différencier plus facilement les types.

## 5. IMPORTATION DE MODELES

Le programme permet l'importation de fichier simpy. La différence avec une ouverture est que l'importation va ouvrir et incorporer au fichier existant le modèle chargé. L'importation se fait via Fichier, puis Importer.

## 6. LES CONNEXIONS ET BUFFERS

Les connexions représentent le flux d'items entre les nœuds.

- Les items circulent du nœud source vers le nœud cible
- Chaque connexion peut avoir un buffer (file d'attente)

### 6.1 CONFIGURER UNE CONNEXION

Double-clic sur une connexion pour configurer :

- Capacité du buffer : Nombre max d'items en attente
  - Si la capacité illimitée est cochée, alors une infinité d'items peuvent s'accumuler dans la connexion.

# TUTORIEL – ProductionFlowPy

- Sinon, la case capacité permet de configurer ce paramètre.
- Afficher le buffer : Visualise le niveau de stock
  - Contenu initial : Items présents au démarrage

## 7. LES OPÉRATEURS

Les opérateurs représentent des ressources humaines ou machines partagées qui doivent se déplacer entre plusieurs postes de travail.

### 7.1 AJOUTER UN OPÉRATEUR

Menu : Édition > Gérer les opérateurs

Bouton "Ajouter un opérateur"

### 7.2 CONFIGURER UN OPÉRATEUR

- Nom : Identifiant de l'opérateur
- Couleur : Pour le distinguer visuellement
- Machines assignées : Liste des machines que l'opérateur contrôle
- Temps de déplacement : Durée pour passer d'une machine à l'autre
  - \* Constant : Temps fixe
  - \* Normal : Distribution gaussienne
  - \* Uniforme : Entre un min et un max

### 7.3 FONCTIONNEMENT

- Une machine contrôlée par un opérateur ne fonctionne QUE quand l'opérateur est présent
- L'opérateur se déplace automatiquement vers les machines qui ont besoin de lui
- Pendant le déplacement, l'opérateur n'est pas disponible
- Le temps de déplacement est comptabilisé séparément du temps de traitement

### 7.4 VISUALISATION

- L'opérateur apparaît comme un cercle coloré sur le canvas
- Il se déplace visuellement entre les machines pendant la simulation
- L'onglet "Déplacements" affiche les statistiques de déplacement

## 8. CONFIGURATION DES NŒUDS

Double-cliquez sur un nœud pour ouvrir sa fenêtre de configuration.

### 8.1 ONGLET GÉNÉRAL

- Nom du nœud : Identifiant affiché sur le canvas
- Position X, Y : Coordonnées sur le canvas

## TUTORIEL – ProductionFlowPy

### 8.2 ONGLET SOURCE (*pour les sources uniquement*)

- Intervalle de génération : Temps entre générations
- Mode : Constant, Normal, Poisson, Exponentiel
- Écart-type : Pour les modes aléatoires
- Items à générer : -1 = illimité
- Taille de lot : Items par génération

### 8.3 ONGLET TRAITEMENT (*pour les nœuds de traitement*)

- Temps de traitement : Durée par item
- Mode : Constant, Normal, Log-normal
- Écart-type : Variation aléatoire

### 8.4 CONSOMMATION D'ITEM

Plusieurs mode sont possibles:

- Mode de synchronisation :
  - \* Attendre N de chaque branche
  - \* Premier disponible
- Unités requises : Nombre d'items nécessaires
- Priorité (premier disponible) :
  - \* Dans l'ordre : Selon l'ordre des connexions
  - \* Round-robin : Alternance équitable
  - \* Aléatoire : Sélection aléatoire

Le mode « Attendre N de chaque branche » permet l'élaboration de combinaisons d'items afin de pouvoir simuler qu'un nœud de traitement peut effectuer plusieurs types d'opérations en fonction des types d'items présents dans les buffers.

### 8.5 ONGLET LOUPES DE TEMPS

- Ajouter des loupes pour mesurer :
  - \* Temps de cycle : Durée dans le nœud
  - \* Inter-événements : Temps entre items successifs

## 9. LES PIPETTES DE MESURE

Les pipettes mesurent le flux d'items sur les connexions.

### 9.1 AJOUTER UNE PIPETTE

1. Clic droit sur une connexion
2. "Ajouter une pipette"
3. Nommez la pipette et choisissez une couleur

# TUTORIEL – ProductionFlowPy

## 9.2 CONFIGURER UNE PIPETTE

Double-clic sur la pipette :

- Nom : Identifiant
- Couleur : Pour le graphique
- Mode de mesure :
  - Buffer : Niveau de stock instantané
  - Cumulative : Production cumulée

## 9.3 VISUALISATION

Les pipettes apparaissent comme de petits triangles sur les connexions.

L'onglet "  Pipettes" affiche :

- Graphique en temps réel du flux mesuré
- Statistiques (moyenne, écart-type, min, max)

## 9.4 OPTIONS D'AFFICHAGE

- Afficher IN/OUT (triangle): Distingue les entrées et sorties
- Fenêtre temporelle : Limite la période affichée
- Hauteur du graphique : Ajuste la visualisation

# 10. LES LOUPES DE TEMPS

Les loupes mesurent les temps caractéristiques dans les nœuds.

## 10.1 TYPES DE MESURES

- Temps de cycle : Durée totale qu'un item passe dans le nœud  
(attente + traitement)
- Inter-événements : Temps entre deux items successifs

## 10.2 AJOUTER UNE LOUPE

1. Double-clic sur un nœud de traitement
2. Onglet "Loupes de temps"
3. Bouton "Ajouter" (cycle ou inter-événements)

## 10.3 VISUALISATION

L'onglet "  Loupes temps" affiche :

- Histogramme de distribution des temps mesurés
- Statistiques (moyenne, écart-type, min, max, nombre de mesures)

## 10.4 UTILITÉ

- Identifier les goulots d'étranglement (temps de cycle élevé)
- Vérifier la régularité de la production (inter-événements)

# TUTORIEL – ProductionFlowPy

- Comparer les performances de différents nœuds

## 11. SIMULATION EN TEMPS RÉEL

Ce mode permet de visualiser le comportement du système avant de lancer une analyse sur une période de temps plus longue.

### 11.1 CONTRÔLES DE SIMULATION

- Play : Démarre ou reprend la simulation
- Pause : Met en pause
- Stop : Arrête et réinitialise

### 11.2 VITESSE DE SIMULATION

Curseur de vitesse : Ajuste le rapport temps simulé / temps réel

- 1x : Temps réel
- 2x : 2 fois plus rapide
- 0.5x : 2 fois plus lent

### 11.3 UNITÉ DE TEMPS

Sélecteur : Secondes, Centisecondes

Affecte l'interprétation de tous les temps configurés.

### 11.4 VISUALISATION PENDANT LA SIMULATION

- Les items circulent visuellement sur les connexions
- Les buffers se remplissent/vident
- Les opérateurs se déplacent entre les machines
- Les graphiques se mettent à jour en temps réel

## 12. ANALYSE APPROFONDIE

L'analyse permet d'étudier le comportement du système sur une longue durée.

Menu : Outils > Lancer l'analyse

Ou bouton " Analyser" dans la barre d'outils (Partie Information à droite de l'écran)

### PARAMÈTRES D'ANALYSE

- Durée de simulation : Période totale à simuler

L'analyse s'exécute en mode accéléré (pas de visualisation en temps réel).

### RÉSULTATS D'ANALYSE

Une fenêtre s'ouvre avec plusieurs onglets :

- Buffers
  - Évolution des niveaux de stock

# TUTORIEL – ProductionFlowPy

- Statistiques par connexion
- Stocks
  - Accumulation d'items dans le système
  - Identification des blocages
- Production
  - Courbes de production cumulée
  - Taux de sortie par nœud
- Utilisation
  - Taux d'occupation des machines et des opérateurs
  - Identification des sous-utilisations
- Distributions
  - Histogrammes des temps mesurés
  - Analyse statistique
- Timeline
  - Vue chronologique des événements
  - États des machines et opérateurs

## 13. EXPORT DES DONNÉES

Après une analyse, vous pouvez exporter les résultats.

Cliquez sur "Exporter" dans la fenêtre d'analyse.

Trois fichiers sont générés :

### 1. analysis\_system\_states.csv

- États du système à chaque instant
- Niveaux de buffers
- États des machines (ON/OFF)
- Actions des opérateurs

### 2. analysis\_time\_probes.csv

- Mesures des loupes de temps
- Statistiques par route
- Mesures détaillées

### 3. analysis\_conditions.txt

- Rapport complet de la configuration
- Paramètres de l'analyse
- Description du système

# TUTORIEL – ProductionFlowPy

## FORMAT CSV

- Encodage UTF-8 avec BOM (compatible Excel)
- Séparateur : virgule
- Importable dans Excel, LibreOffice, Python (pandas), R, etc.

## 14. PARAMÈTRES GÉNÉRAUX

Menu : Paramètres > Paramètres généraux

### 14.1 LANGUE

- Français / English
- Certains éléments nécessitent un redémarrage

### 14.2 SIMULATION

- Timeout d'analyse : Durée max d'une simulation
- Mode Debug : Affiche des messages dans la console

### 14.3 PERFORMANCES

- Limite de mesures : Évite les ralentissements
- Animations : Active/désactive les effets visuels
- Étapes d'animation : Fluidité vs performance

### 14.4 GRAPHIQUES

- Hauteur par défaut
- Nombre de colonnes d'histogramme
- Options d'affichage

### 14.5 CANVAS

- Taille du canvas (largeur x hauteur)
- Seuil de déplacement

## 15. CONSEILS ET ASTUCES

### 15.1 MODÉLISATION

- Commencez simple, ajoutez la complexité progressivement
- Nommez vos éléments de manière descriptive
- Utilisez des couleurs cohérentes pour les pipettes
- Placez les buffers stratégiquement pour éviter les blocages
- Ctrl + long click permet de sélectionner un ensemble d'éléments.

# TUTORIEL – ProductionFlowPy

## 15.2 SIMULATION

- Testez d'abord sur une période courte avant de lancer une analyse plus approfondie.
- Utilisez la pause pour observer l'état du système
- Les pipettes aident à identifier les problèmes

## 15.3 ANALYSE

- Simulez assez longtemps pour atteindre un régime permanent
- Vérifiez le taux d'utilisation pour trouver les goulots
- Comparez les temps de cycle aux objectifs
- Exportez les données pour une analyse plus poussée

## 15.4 PERFORMANCE

- Désactivez les animations si la fenêtre se freeze
- Utilisez des intervalles d'analyse plus grands
- Limitez le nombre de mesures stockées

## 15.5 SAUVEGARDE

- Sauvegardez régulièrement (Ctrl+S)
- Le format .simpy contient tout le modèle
- Gardez des versions de vos modèles importants

# 16. RACCOURCIS CLAVIER

## 16.1 Fichier / File

Raccourci	Action (FR)
Ctrl+S	Enregistrement rapide

## 16.2 Modes d'édition / Edit Modes

Raccourci	Action (FR)
W	Mode Sélection
A	Ajouter nœud flux entrant (Source)
S	Ajouter nœud de traitement
D	Ajouter nœud de sortie (Sink)
X	Ajouter diviseur (Splitter)

# TUTORIEL – ProductionFlowPy

Raccourci	Action (FR)
C	Ajouter concatérateur (Merger)
Q	Ajouter connexion
E	Ajouter pipette de mesure
R	Ajouter loupe de temps
Z	Ajouter opérateur

## 16.3 Simulation

Raccourci	Action (FR)
Espace	Démarrer / Pause simulation
V	Arrêter simulation

## 16.4 Navigation Canvas

Action	Description (FR)
Molette souris	Zoom avant/arrière
Clic + Glisser	Déplacer nœud (mode sélection)
Clic droit	Menu contextuel
Clic vide + Glisser	Déplacer la vue (pan)
Double-clic	Éditer nœud ou connexion
Suppr / Delete	Supprimer l'élément sélectionné

Pour plus d'informations ou signaler un bug :

Consultez le fichier README.md