# **Utilisation de FlexSim**

Auteurs :P. Lacomme (placomme@isima.fr)D. Lamy (lamy@isima.fr)

Date de création : Janvier 2017

# 1) Installation

Le logiciel de simulation est disponible à l'adresse suivante : <u>https://www.flexsim.com/fr/</u>



Il faut choisir la version d'évaluation, ce qui passe automatiquement, par le remplissage d'un formulaire nominatif.



Le logiciel de simulation de flux FlexSim facilite l'analyse et l'optimisation de systèmes logistiques et de production dans tout type d'industrie.

TÉLÉCHARGER LA VERSION D'ÉVALUATION

### 2) Simuler une file MM1

L'écran d'accueil offre la possibilité de créer un nouveau modèle soit par le menu **File/New Model** soit en utilisant directement New Modèle à gauche de la page.

On peut trouver sur Youtube une vidéo explicative relativement claire :

https://www.youtube.com/watch?v=Bfru1ynSTUQ&index=4&list=PLAlimuUHNaOv63JzeRMIaCXyR1k dtAMLg



Il faut ajouter au modèle 4 éléments :

- Une source ;
- Une Queue ;
- Un Processeur ;
- Un puits.

Library ×	A model
🎬 Library 🧃 Toolbox	
Y	
Fixed Resources	
Source	
Queue	
Processor	
sink 🔷	
Tombiner 🐨	
🎏 Separator	
Illiprocessor	
🗰 Rack 🗉	
💗 BasicFR	
Task Executers	
((m)) Dispatcher	
SakExecuter	
👌 Operator	
🍕 Transporter	
Elevator	
🔏 Robot	Source1
Trane	
Market ASRSvehicle	Queuet
BasicTE	Sink1
Travel Networks	Processort
NetworkNode	The cost of the co
TrafficControl	
Conveyors	
Straight Conveyor	
Curved Conveyor	

En maintenant la touche Q enfoncée, on relie les éléments entre eux.



Attention à relier correctement une sortie avec une entrée, comme sur le schéma ci-dessus. Une fois la source sélectionnée, on peut modifier la durée inter-arrivée et lui donner la valeur 1.

🖃 Labels	
Automatically Reset	
- Source	
FlowItem Class Box	•
Arrival at time 0	
Inter-Arrivaltime	
1	- 5
🖃 Output	
Send To Port	
First available 🔹	5 🎤
Use Transport	<u></u>

On peut ensuite affecter un **processing time** de 4 au processeur.



# Le résultat d'exécution

Il permet d'avoir une animation avec une qualité très élevée en 3D.



Comme la taille de la file n'est pas limitée, on obtient un état du stock en augmentation.



3) Simuler une file MM1 avec un stock de capacité limitée

Il faut changer l'attribut **Max Content** de la Queue et lui affecter, une valeur, par exemple, la valeur 2.

HTTH HTT	
	Automatically Reset
	🖃 Queue
	Max Content 2
	Perform Batching
	Target Batch Size 2
	Max Wait Time 0.00
Queue	Output
	Send To Port
	First available 🔹 🖉 🖍

Ce qui donne à l'exécution la visualisation suivante :



#### Analyse des résultats

On peut ensuite ajouter un **Dashboard**, c'est-à-dire un état de sortie présentant les statistiques et autres éléments. Pour cela, dans le menu **Dashboard** choisir **Add a Dashboard**.



Dans le **dashbord**, on peut ensuite ajouter une courbe de type **Time in System vs. Time** dans la section **StayTime**.

Staytime	
📗 Average Staytime	
T Average Staytime	
称 Time In System vs Time	
📗 Time In System Histogram	

Une fois posé sur le panel, un double clic sur l'objet permet encore de modifier les différents éléments via le menu contextuel.

TimeInS	Fime In System vs Time
0.5	•
0.0	



Une fois crée, on peut facilement sélectionner les éléments du modèle et les attributs à afficher en utilisant un double clic sur le panel **Output**.

Au final, le dashboard peut se présenter comme suit :



Pendant le déroulement du modèle, les courbes et différents états de sortie sont mis à jour.



Une analyse précise de la courbe permet d'identifier les différents temps de séjour. Ces données méritent quelques éléments d'explication.



Le temps de séjour dans le système est compté à partir du moment où la station d'entrée génère la pièce.

Ainsi la pièce 0 est générée à la date 0 et sort à la date 4. Ceci correspond au premier point rouge de la courbe.

La pièce 1 est générée à la date 1 est sort à la date 8 et elle a donc passé 7 unités de temps dans le système. Ceci correspond au deuxième point rouge.

La pièce 2 est générée à la date 2 et sort à la date 12 ce qui donne un temps de séjour de 10 unités de temps. C'est le point numéro 3 de la courbe.



La pièce 3 est générée à la date 3 mais ne rentrera dans la file d'attente qu'a la date 4. Toutefois, sa date d'entrée dans le système est de valeur 3. Elle sort à la date 16 et possède donc un temps de séjour de valeur 13.



Ce qui se passe ensuite est plus étrange. Visiblement, voilà ce que fait le moteur de simulation....

La pièce 4 devrait normalement être disponible dans la source à la date t=4 et bien il n'en n'est rien. Le moteur de simulation gérant les événements dans un ordre « incorrect » passe alors par un état ou aucune pièce n'est disponible sur la source et la pièce 5 apparaît sur la source à la date t=5.



Le pièce numéro 4 entre donc à la date t=5 et quitte le système à la date t=20, ce qui représente un temps de séjour de 15 unités de temps.

Un autre moyen de visualiser la situation est de représenter les différents états du système.



Le même phénomène se produit à la date t=8, expliquant ainsi la durée de séjour de la pièce P5 qui lui aussi sera de valeur 15.

#### Configuration de la machine pour visualiser les pièces en mouvement

Il faut faire un double clic sur le processeur pour obtenir l'ensemble des **properties**. L'action à ajouter concerne l'événement **OnEntry** et utiliser **Pour** sélectionner dans le menu contextuel le menu **Data** et ensuite **Set item Type and Color**.



🛪 Processor1 Pro	perties	
Pr	ocessor 1	۵ 🖕
OnReset	owns Flow Inggers Labels General	• × s
OnEntry OnExit OnSetupFinish OnProcessFinish	Set the Itemtype and Color Involved item Item Type duniform(1,3)	
Custom Draw		<u></u>
	Apply OK	Cancel

Un peut alors choisir aléatoirement un type pour l'item en lui affectant une valeur aléatoire entre 1 et 20.

Processor	Breakdowns	Flow Trig	gers Labels	General	Statistics			
OnReset						-	×	
OnMessag	ge					•	×	9
OnEntry		C-1.11-71-71			>	1	×	<u> </u>
OnExit	[	Set the Item	type and Color			+	×	9
OnSetupF	inish	Involved	Item			4	×	9
OnProces	sFinish	Item Type	duniform(1,2	1		4	×	
Custom D	raw 📳		DN.			4	×	

En cliquant sur le 💽, on peut ajouter d'autres actions à cet événement.

OnReset	🕂 🔸
OnMessage	🕂 🗶 🗲
OnEntry	× × S
OnExit	Set the Itemtype and Color
OnSetupFinish	Involved Item X
OnProcessFinish	Item Type duniform(1,3)
Custom Draw	🛃 🗙 🛃
-	Added a new operation to the trigger

Il faut mettre à jour la couleur en fonction du type d'item.

4	Set the Itemt	ype and Color		×
	Involved	item		
	Item Type	duniform(1,3)	- 🌶	
4	Set the Itemt	ype and Color		×
	Involved	getItemtype(item)		
	Item Type	colorarray(item, value)	- 🌶	
	1			

Un moyen très simple de trouver le « bon » attribut est de sélectionner à la souris **item** et ensuite d'utiliser le , et en montrant ainsi à la souris un objet du modèle (ici le processeur) on a accès à l'ensemble des attributs « compatibles ».

	Processor1 Properties		Itep Run Time: 0.00 Run Speed:
	Processor 1 Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General	(j) 🛃	Model 舞 Model 舞 Model ( 新 Model ) × ×
	OnReset OnMessage OnEntry OnExit OnSetupFinish OnProcessFinish Unvolved GetItemtype(item) Item Type Colorarray(item, value)	+ S S S S S S S S S S S S S S S S S S S	Creeve Current Nore b Fire ssort
1	Apply   OK	Cancel	

La configuration correcte est la suivante :

- Processor1 Prop	perties	- 0 <b>X</b>
Pro	ocessor 1	① d
Processor Breakd	owns Flow Triggers Labels General	
OnReset		🕈 🗙 📽
OnMessage		2 🗙 🕂
OnEntry OnExit OnSetupFinish OnProcessFinish Custom Draw	<ul> <li>Set the Itemtype and Color</li> <li>Involved item</li> <li>Item Type duniform(1,3)          <ul> <li>Set the Itemtype and Color</li> <li>Involved getItemtype(item)</li> <li>Item Type colorarray(current, value)              </li></ul> </li> </ul>	× × = × = × = × = × =
	Apply OK	

#### 3) Simuler un système avec routage probabiliste

La durée inter-arrivée ainsi que les temps de traitement suivent une loi constante de paramètre :

- Lam pour la durée inter-arrivée
- Sa pour la durée de traitement sur la machine A
- Sb pour la durée de traitement sur la machine B
- Sc pour la durée de traitement sur la machine C
- Les paramètres **p** et **q** sont des paramètres de transition.



Il s'agit de réaliser un modèle de simulation Simio en prenant par exemple :

Sa=1, Sb=0.8, Sc=0.6, p=0.6, q=0.4 et Lam=10.

# 3.1) Réalisation du modèle

En utilisant 1 source, 3 serveurs et 1 puits, on peut construire le réseau.



Il faut ensuite relier les entités. La machine nommée Processor2 est reliée à la fois aux puits « Sink1 » et à la file 1 nommée « Queue1 ». Il faut procéder de la même manière avec le Processor3.



Pour la source, on simule l'arrivée d'une pièce toute les 1 unité de temps.

	Source1 Properties	
	Source1	i 🛃
	Source Flow Triggers Labels General	
Source1	Arrival Style     Inter-Arrival Time       FlowItem Class     Box       Arrival at time 0     Item Type       Inter-Arrivaltime     1	- 3 /
		Cancel

La file du serveur 1 est dimensionnée avec 8 places et le serveur 1 (ici Processor1) a un temps de traitement de 1 unité.

	Rueue1 Properties	
	Queue1	① d·
	Queue Flow Triggers Labels General	
7//////	Maximum Content 8	
+++++++	LIFO	
	Batching  Perform Batching	
	Target Batch Size 2	
Queue1	Max Wait Time 0.00	Рго
	Flush contents between batches	$\square$
++++++++++++++++++++++++++++++++++++	Visual	
	Item Placement Stack inside Queue 🔻	
	Stack Base Z 0.10	
		K Cancel

	R Processor1 Properties	Processor 1
	Processor1	<ul> <li>i d</li> </ul>
	Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General	0.00
	Maximum Content 1 Convey Items Across	Processor Length 3.00
	Setup Time 0	👻 🚅 🎤 🛛 Prop
	Use Operator(s) for Setup Number of Operato	rs 1
Processor1	Process Time 1 Use Operator(s) for Process Number of Operato	rs 1
	Pick Operator current.centerObjects[1] Priority 0.00 Preemption no preempt	
		Cancel
		current.centerObjec

Il faut procéder de manière similaire avec le Queue2 et le processor2.

	Rueue2 Properties	- General Pi
	Queue 2 Queue Flow Triggers Labels General Maximum Content 8 LIFO	
Queue2	Batching         Perform Batching         Target Batch Size         Max Wait Time         0.00         Flush contents between batches	
Queue3	Visual Item Placement Stack inside Queue ▼ Stack Base Z 0.10	<b>de</b> th im
		OK Cancel pc

	- General Properties
	Processor2 Properties
	Processor 2
	Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General
	Maximum Content 1 Convey Items Across Processor Length
	Setup Time 0 🗸 🖉 🎤
Processor2	Use Operator(s) for Setup Number of Operators 1
	Process Time 0.8  Use Operator(s) for Process Number of Operators 1
	Pick Operator       current.centerObjects[1]         Priority       0.00         Preemption       no preempt
Processor3	Image: Cancel
	Use Transport

Il faut procéder de manière similaire avec le Queue3 et le processor3.

	Requeue3 Properties	X
	Queue3	) 🛃
	Maximum Content 8	Laire L
	Batching	Mc
Queue2	Target Batch Size   2     Max Wait Time   0.00	Jally
	Visual	
Queue3	Item Placement     Stack inside Queue       Stack Base Z     0.10	ato th im
		el po

	Processor3 Properties	
	Processor3	۵ 🛃
	Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General	
	Maximum Content 1 I Convey Items Across Processo	r Length
	Setup Time 0	s 🖍 📗
	Use Operator(s) for Setup Number of Operators 1	
Processor?	$\overrightarrow{\mathbb{V}}$ Use Setup Operator(s) for both Setup and Process	
TOCESSOIZ	Process Time 0.6	s 🔎
	Use Operator(s) for Process Number of Operators 1	
	Pick Operator current.centerObjects[1]	81
	Priority 0.00 Preemption no preempt	-
Processor3		
		Cancel
	Use Transport	1

# Routage probabilité au niveau du Processor1

On peut commencer par le Processor1 et choisir l'onglet Flow puis setToPort.

annanna a	- ocnerar roperaes	Convey Items Act
Reprocessor1 Properties	Processor 1	
Processor 1		up Number of Oper (s) for both Setup and P
Processor Breakdowns Flow	Triggers Labels General	
Output		the second secon
Send To Port First availab	e	E S /
Use Transport Current.	First Available	
Priority 0	By Expression	reemption no preempt
Reevaluate Sendto on Dov	Queue Size	•
	Random	Random Port
Input	Round Robin	<ul> <li>Random Available Port</li> </ul>
Pull Strategy Any Port	Use List	<ul> <li>By Percentage</li> </ul>
Pull Requirement Pull Anyth	Port By Case	
	Conditional Port	Use Transport
	By Global Table Lookup	
	Matching Itemtypes	
	By Time of Day	
	Do Not Release Item	
	Default Separator Option	Cancel
	ProcessFlow: Execute Sub Flow	Caricer
	Use Transport	

Il faut sélectionner la règle Random et By Percentage.

L'onglet 🞯 permet d'accéder à la saisie des pourcentages.

🙈 Processor1 Proper	ties	
Proce	essor 1	۵ 🛃
Processor Breakdow	ns Flow Triggers Labels General	
Output		
Send To Port	By Percentage 🗸 🗸	2 🖉 🥒
Use Transport	Specify Percentages (must sum to 100) and Values	
	Percent 100	1
Reevaluate Sen	Port 1	1
Input	Use Random Stream	
Pull Strategy	Any Port	• 5
Pull Requirement	Pull Anything	2 -
	Apply OK	Cancel

🛪 Processor1 Proper	ies	
Proce	ssor 1	i 🛃
Processor Breakdow	s Flow Triggers Labels General	
Output Send To Port	3y Percentage	- 😭 🖉 🖊
Use Transport	Specify Percentages (must sum to 100) and Values	<b>E</b> X ×
Reevaluate Sen	Percent 40 Port 1	- 19
Input	Percent 60	- /
Pull Strategy	Port 2	- / 5
Pull Requirement	Use Random Stream 0	
	Apply	OK Cancel

Il faut réitérer l'opération pour le Processor2 et le Processor 3.

Processor2 Proper	ties		x
Proce	essor2		ن 🛃
Processor Breakdow	ns Flow	Triggers Labels General	
Output			
Send To Port	First available	e <b>▼</b> <u>€</u>	1
Use Transport	Specify Pero and Values	centages (must sum to 100) 👘 🔀	1
	Percent	60 👻 🌶	
Reevaluate Sen	Port	1	
Input	Percent	40 🗸 🌶	
Pull Strategy	Port	2	2
Pull Requirement	Use Randor	n Stream 0	
? ∎ • ▶		Apply OK I	Cancel

Avec une file de capacité limité sur la Queue1, le système se bloque assez rapidement car une pièce du Processor2 ou 3 demande à être routée vers la Queue1 alors que la file est pleine... mais en augmentant la taille de la Queue1, on peut plus facilement visualiser la dynamique du système....



Une fois l'exécution lancée et arrêtée, on peut obtenir un rapport statistique sur le système via le menu Statistiques.

On peut alors générer un fichier Excel et retravailler la présentation en fonction des besoins.



Class	stats_content	stats_contentmin	stats_contentmax	stats_contentavg	stats_input	stats_output	stats_staytimemin	stats_staytimemax	stats_staytimeavg	state_current
Source	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	85.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.00000
Queue	31.000000	0.000000	32.000000	15.418354	116.000000	85.000000	0.000000	24.000000	11.131765	8.00000
Processor	1.000000	0.000000	1.000000	0.988283	85.000000	84.000000	1.000000	1.000000	1.000000	2.00000
Queue	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	36.000000	36.000000	0.000000	0.000000	0.000000	6.00000
Sink	0.000000	0.000000	1.000000	0.967192	24.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	7.00000
Processor	1.000000	0.000000	1.000000	0.332115	36.000000	35.000000	0.800000	0.800000	0.800000	2.00000
Queue	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	48.000000	48.000000	0.000000	0.000000	0.000000	6.00000
Processor	0.000000	0.000000	1.000000	0.337458	48.000000	48.000000	0.600000	0.600000	0.600000	1.00000
Sink	0.000000	0.000000	1.000000	0.957818	28.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	7.00000
	Class Source Queue Processor Queue Sink Processor Queue Processor Sink	Class         stats_content           Source         0.000000           Queue         31.000000           Processor         1.000000           Queue         0.000000           Sink         0.000000           Processor         1.000000           Sink         0.000000           Processor         1.000000           Processor         0.000000           Processor         0.000000           Sink         0.000000	Class         stats_content         stats_contentmin           Source         0.000000         0.000000           Queue         31.000000         0.000000           Processor         1.000000         0.000000           Queue         0.000000         0.000000           Queue         0.000000         0.000000           Sink         0.000000         0.000000           Processor         1.000000         0.000000           Queue         0.000000         0.000000           Processor         1.000000         0.000000           Sink         0.000000         0.000000           Sink         0.000000         0.000000	Class         stats_content         stats_contentmin         stats_contentmax           Source         0.000000         0.000000         0.000000           Queue         31.000000         0.000000         32.000000           Processor         1.000000         0.000000         1.000000           Queue         0.000000         0.000000         1.000000           Queue         0.000000         0.000000         1.000000           Sink         0.000000         0.000000         1.000000           Processor         1.000000         0.000000         1.000000           Queue         0.000000         0.000000         1.000000           Sink         0.000000         0.000000         1.000000           Sink         0.000000         0.000000         1.000000	Class         stats_content         stats_contentmin         stats_contentmax         stats_contentavg           Source         0.000000         0.000000         0.000000         0.000000           Queue         31.00000         0.000000         32.00000         15.418354           Processor         1.000000         0.000000         1.000000         0.988283           Queue         0.000000         0.000000         1.000000         0.000000           Sink         0.000000         0.000000         1.000000         0.987283           Queue         0.000000         0.000000         1.000000         0.000000           Sink         0.000000         0.000000         1.000000         0.987192           Processor         1.000000         0.000000         1.000000         0.332115           Queue         0.000000         0.000000         1.000000         0.0337458           Sink         0.000000         0.000000         1.000000         0.957818	Class         stats_content         stats_contentmin         stats_contentmax         stats_contentavg         stats_input           Source         0.000000         0.000000         0.000000         0.000000         0.000000           Queue         31.00000         0.000000         32.00000         15.418354         116.000000           Processor         1.00000         0.000000         1.00000         0.988283         85.000000           Queue         0.000000         0.000000         1.000000         0.000000         36.000000           Sink         0.000000         0.000000         1.000000         0.967192         24.000000           Processor         1.000000         0.000000         1.000000         0.332115         36.000000           Queue         0.000000         0.000000         1.000000         0.337458         48.00000           Processor         0.000000         0.000000         1.000000         0.957818         28.00000	Class         stats_content         stats_contentmin         stats_contentmax         stats_contentavg         stats_input         stats_output           Source         0.000000         <	Class         stats_content         stats_contentmin         stats_contentmax         stats_contentavg         stats_input         stats_output         stats_statytimemin           Source         0.00000         0.000000	Class         stats_content         stats_contentmin         stats_contentmax         stats_contentavg         stats_input         stats_output         stats_staytimemin         stats_staytimemax           Source         0.00000         0.000000         0.000000         0.000000         0.000000         85.00000         0.000000         0.000000           Queue         31.00000         0.000000         32.00000         15.418354         116.00000         85.00000         0.000000         24.000000           Processor         1.00000         0.000000         1.00000         0.000000         36.00000         0.000000         0.000000           Queue         0.00000         0.000000         1.00000         0.000000         36.00000         0.000000         0.000000           Queue         0.000000         0.000000         1.000000         0.032115         36.00000         0.000000         0.000000           Sink         0.000000         0.000000         1.000000         0.332115         36.00000         35.00000         0.000000         0.000000           Queue         0.000000         0.000000         1.000000         0.337458         48.00000         48.00000         0.000000         0.000000           Sink         0.000000         <	Class         stats_content         stats_contentmin         stats_contentmax         stats_contentage         stats_input         stats_output         stats_staytimemin         stats_staytimemax         stats_staytimearge           Source         0.00000         0.000000