

### **Exercice 1: (7 points)**

Customers arrive, with inter-arrival times distributed as EXPO (7) – all times are in minutes – at a small service center that has two servers, each with a separate queue. The service times are EXPO (9.8) and EXPO (9.5) for Servers 1 and 2, respectively. 20% of customers that finish with Server 2 are sent back to Server 1 with a time EXPO (4). Arriving customers join the shortest queue. Develop a model of this system and run it with 5 replications of 1000 minutes. Observe statistics on the resource utilization, the number of customers that exit the system and queue lengths.

### **Exercice7: (13 points)**

On cherche à simuler pendant une période de 5000h le processus de peinture de deux types d'articles. Les articles de type 1 arrivent à l'atelier de peinture selon une loi exponentielle de moyenne 30 minutes entre deux arrivées consécutives. Ensuite, ils sont groupés par paquet de 5, le paquetage est réalisé par l'opérateur1 selon une distribution normale de moyenne 80 minutes et de variance 64mn par paquet de 5.

Les pièces de type 2 arrivent à l'atelier selon une loi uniforme de paramètres 20 et 30 minutes et on les groupe par paquet de 6, ce paquetage est réalisé par un opérateur2 selon une loi exponentielle de moyenne 80 mn.

Ensuite, les pièces vont à un processus de peinture commun et qui dispose de deux opérateurs de peinture. Le temps de peinture de Chaque peintre suit la loi exponentielle de moyenne 80 mn. Une étude a montré que le test de qualité réalisé à la fin du processus de peinture donne 5% des paquets peints non conformes, ce qui exige que le paquet non conforme doit être repeint par le même opérateur qu'il a traité la première fois.

a) **On suppose qu'on a une seule file d'attente:**

1. Donner le modèle Arena de ce processus
2. Combien de paquets peints on obtiendra à la fin de la simulation
3. Le pourcentage des temps libre de chaque opérateur de peinture
4. Donner le nombre de WIPs.

b) **On change les deux peintres par deux nouveaux**, le premier avec une moyenne de 60 et le deuxième 120 mn, les deux avec des distributions exponentielles. On suppose maintenant que chaque peintre à sa propre file d'attente mais le premier reçoit approximativement les deux tiers des paquets à peindre.

1. Donner le modèle Arena de ce scénario
2. Le pourcentage du temps libre de chaque peintre
3. Le nombre de paquets finalisés par peintre

c) **Refaire le même travail de la question b)** en supposant que le peintre 2 est choisi uniquement quand sa file d'attente est inférieure à celle du premier peintre.

Problème :

On cherche à modéliser le fonctionnement d'un centre hospitalier constitué de 30 chambres dont 20 sont double et 10 disposent d'un seul lit. Le centre compte avec 2 docteurs et trois infirmières qui se chargent des services de triage et d'urgence, deux réceptionnistes et deux administrateurs.

Le temps entre deux arrivées consécutives au centre suit une loi exponentielle de moyenne 5 minutes. En arrivant au centre un patient passera par la réception gérée par deux personnes qui se chargent de la prise et enregistrement des données relatives à chaque patient. Il a été constaté qu'en moyenne le temps passé par un patient au service de réception est une loi triangulaire (1,1.5,2) minutes. Ensuite, les patients attendent dans une salle d'attente pour un premier passage par le service de triage, l'opération de triage demande la présence d'un médecin, une infirmière de triage et prendra un temps réparti selon une loi triangulaire (5,6,8) minutes. Une étude a montré qu'après l'opération de triage 70% des patients ne présentent aucune urgence et doivent passer par le service des consultations pour prendre un rendez-vous avec un médecin spécialiste s'ils le veulent et quitteront le centre hospitalier. La prise des rendez-vous est assurée par un administrateur. Les 30% restant nécessiteront une consultation en urgence et par la suite ils seront reçus dans le service des urgences par un médecin et une infirmière pour approfondir l'examen médical. 40% des patients passant par le service d'urgence seront hospitalisés dans trois blocs différents 50% dans le block hospitalisation hommes, 30% hospitalisation femmes et 20% hospitalisation enfants. En plus des ressources citées auparavant, chaque block d'hospitalisation dispose de deux infirmières et un médecin. Les temps d'hospitalisation par block est donnée par le tableau suivant.

block	hommes	femmes	enfants
Temps hospitalisation (heures)	Unif(24,72)	Unif(24,100)	Unif(24,36)

Après son passage par le centre hospitalier chaque patient doit passer par le service de paiement géré par un administrateur et le temps de paiement suit une loi triangulaire de paramètres (3,4,5) minutes.

**Déterminer les indicateurs de performances suivants:**

1. Le nombre de personnes qui attendent dans la salle d'attente
2. Le taux d'occupation des médecins et infirmières affectés au service de triage et urgence
3. Le nombre moyen de lits occupés
4. Le temps moyen de séjour d'un patient hospitalisé dans le centre (faites la différence entre homme, femme et enfant)
5. Le taux d'utilisation des lits de ce centre
6. Le temps moyen d'attente d'un patient pour avoir un lit libre
7. Analyser les indicateurs de performance de ce centre hospitalier

### **Problème 1 :**

Il s'agit de simuler le processus de fabrication d'un produit constitué de trois éléments: 2 couvercles (la supérieure et l'inférieure) et le corps intérieur.

Les couvercles arrivent à la ligne de production selon un processus de poisson de moyenne 5 couvercles/heure 50% des couvercles sont supérieures et l'autre 50% sont inférieures. Une fois reçues les couvercles passent par le processus de peinture une par une; le temps de peinture est une triangulaire  $\text{tria}(3,4,5)$  pour les couvercle supérieures et  $\text{tria}(2,3,4)$  pour celles inférieures. Le processus de peinture est réalisé par un opérateur de peinture qui utilise un pistolet ; l'entreprise dispose de deux opérateurs et trois pistolets.

Un contrôle de qualité de la peinture sépare les couvercles bien faits (90%) de celles défectueuses qui reviennent une deuxième fois au processus de peinture, la correction de la peinture ne peut se faire qu'une seule fois par couvercle en utilisant le même opérateur que celui de la première peinture. Les pièces défectueuses après une deuxième peinture ne représentent que 3% des pièces retraitées et sont envoyées directement vers la ferraille.

L'élément intérieur du produit arrive à la ligne de production emballé par trois unités selon une distribution exponentielle de moyenne 64 minutes. Le processus de déballage est effectué par une machine avec un temps de processus uniforme entre 30 et 50 minutes. En plus, cette même machine sépare les pièces défectueuses (10%) qui seront envoyées directement à la ferraille.

Postérieurement, une machine fait l'emballage d'un couvercle supérieur, un couvercle inférieur et l'élément intérieur pour construire le produit final. Le temps d'emballage se distribue selon une normale de moyenne 15 minutes et variance 10 minutes.

Nous cherchons à simuler ce processus pour savoir ce qu'on peut fabriquer pendant une journée de 8h.

Indicateurs recherchés :

1. Le nombre de pièces envoyés vers la ferraille
2. Le nombre de pièces non conformes par opérateur
3. Le nombre de pièces retravaillés par opérateur
4. Le nombre de pièces bien faites
5. Le temps moyen de séjour d'une pièce dans le système (faites la différence entre les pièces défectueuses et celle bonnes).
6. Le nombre et le temps moyen de séjour dans la file d'attente du processus de peinture.

Good luck.

Problème:

**We consider a production/inventory system in which:**

1. The production process ( e.g packaging) is comprised of three stages: (le processus a trois étapes)

- filling each container unit (e.g bottles) (remplissage de chaque emballage)
- Sealing each unit (scellage des emballage)
- Placing labels on each unit (etiquetage des emballages)

The above operations are carried out by only one machine. (le processus utilise une seule machine)

The raw-material storage feeds the production process, and finished units are stored in a warehouse.

1. customers arrive at the warehouse with product requests (demands), and if a request cannot be fully satisfied by on-hand inventory, the unsatisfied portion represents lost business
2. The production process component operates as follows:
  - There is always sufficient raw-material in storage, so the production process never starves ( le stock de la matière première ne tombe jamais en rupture)
  - Product processing is carried out in lots of 5 units, and finished lots are placed in the warehouse
  - Lot processing time uniformly distributed between 10 and 20 minutes
3. The production process experiences random failures, which may occur at any point in time, times between failures are exponentially distributed with a mean of 200 minutes
4. Repair times are normally distributed, with a mean 90 minute and a standard deviation of 45 minutes.

**The warehouse component operates as follows:**

- Warehouse operations implement the  $(r, R)$  inventory policy, where
  - The warehouse has a capacity (target level) of  $R=500$  units
  - The production process stops when the inventory in the warehouse reaches the target level.
  - From this point and on, the production process remains inactive until the inventory level drops to or below the reorder point of  $r=150$  units ( seuil de production 150 unités: point de relancement de la production)
  - At this the production is restarted until the warehouse inventory level reaches the target level  $R=500$ .

The inter-arrival times between successive customers are uniformly distributed between 3 and 7 hours, and the individual demand size are distributed uniformly between 50 and 100 units,

- On customer arrival, the inventory is immediately checked, and if there is sufficient stock on hand, that the demand is promptly satisfied, and otherwise, the unsatisfied portion of demand is lost.

**The initial inventory level is equal to 250 units. (Stock initial =250 unités)**

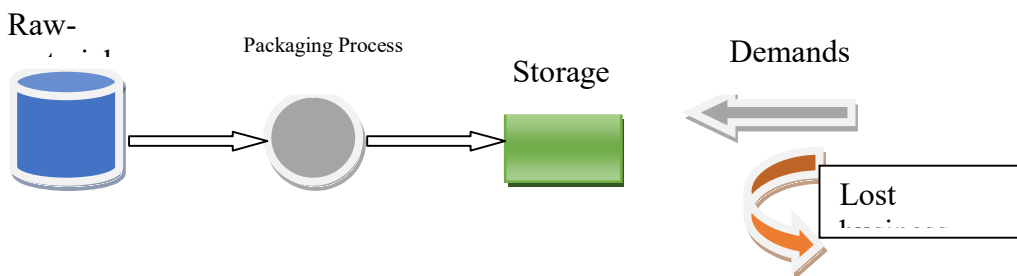
**The performance measures of interest are:**

- 1- Process utilization
- 2- Warehouse average inventory level (niveau moyen du stock)
- 3- Percentage of customers whose demand is not completely satisfied on arrival at the warehouse (pourcentage des clients non satisfaits)
- 4- Average size of lost customer's demand at the warehouse, given that the demands are not completely satisfied. ( la demande moyenne Perdue)

**Run the simulation for 1 replication, the replication's length is equal to 72 hours.**

**Indications:**

- 1- You can use two separate sub-models one for inventory management and other for demand management
- 2- To stop the production we can use the HOLD model
- 3- Raw material always available can be model by a create without dispose



### Exercice

Deux types de produits arrivent à un atelier de fabrication dont le temps entre deux arrivées suit une loi exponentielle de moyenne 10 mn. Les produits arrivent par deux entités à la fois avec une probabilité de 0.45 et avec 3 entités à la fois avec une probabilité de 0.55. Les deux types de produits passent par trois machines M1, M2 et M3 et à la fin 40 % des produits finis passent par un contrôle de qualité géré par un opérateur, le temps du contrôle suit une loi normale de moyenne 2 et variance 4. On dispose de trois opérateurs qui assurent le fonctionnement des trois machines. Le temps de traitement de chaque type de produit sur chaque machine est donné par le tableau suivant.

PartType	%	Machine/Process Time	Machine/Process Time	Machine/Process Time
1	65	1/Tria(10.5,11.9,13.2)	2/Tria(7.1,8.5,9.8)	3/Tria(6.7,8.8,10.1)
2	35	1/Tria(7.3,8.6,10.1)	2/Tria(5.4,7.2,11.3)	3/Tria(9.6,11.4,15.3)

Une étude a montré que le nombre des pièces défectueuses représentent 10% du total des pièces contrôlées, ces pièces passeront par un processus de correction réalisé par un nouvel opérateur et le temps de ce processus suit la loi expo 3 après la réparation 5% des pièces retravaillées sont envoyées à la déchèterie et les autres sont envoyés au stock des produits finis.

### Questions

1. Faites une simulation de ce processus pendant 1000 heures
2. Donner le nombre de pièces défectueuses
3. Donner le temps moyen qui passe une pièce entre l'entrée à la machine M1 et la sortie de la machine M2
4. Donner le temps de séjour d'une pièce non défectueuse dans le système
5. Donner le pourcentage des pièces défectueuses

### Exercice 1

Une entreprise de mise en bouteille de produits gazeux dispose de deux lignes de productions. La première ligne est consacrée à l'embouteillage des bouteilles de 1 litre, tant que la deuxième ligne de production est spécialisée dans les bouteilles de taille personnelle. Les bouteilles arrivent en douzaines selon une distribution de poisson de moyennes 12 bouteilles par minute. 30% des bouteilles qui arrivent sont de type personnel. Le remplissage des bouteilles est effectué par la même machine selon une distribution triangulaire (1,2,3) pour les bouteilles d'un litre et un temps constant d'une minute pour les bouteilles de type personnel. Ensuite les bouteilles subissent un contrôle de qualité d'une minute par bouteille. Le test de qualité montre que seulement 95% des bouteilles sont conformes. Les bouteilles qui passent le contrôle de qualité sont emballées en douzaines pour le type personnel et six bouteilles par paquet pour le type d'un litre. Le temps d'emballage est d'une minute pour les deux type de bouteilles.

Pour chaque type de produit en un jour de 10 heures déterminer :

1. Le nombre de bouteilles défectueuses
2. Le nombre de paquets produits
3. Le temps moyenne d'attente pour passer le contrôle
4. Utilisation des ressources.

### Exercice 2

On cherche à simuler le processus de fabrication d'un produit composé par trois éléments ; deux couvercles (le supérieur et l'inférieur) et un élément intérieur.

Les couvercles arrivent à la ligne de production selon un processus de poisson de moyenne 5 couvercles/heure. 50% des couvercles sont supérieurs et le reste 50 % sont inférieurs. Une fois reçus les couvercles doivent être peints, pour cela ils passent un par un par un processus de peinture dont la durée est indépendante du type du couvercle selon une loi triangulaire (6,9,12) tous les temps sont en minutes. Après l'opération de peinture il y a un contrôle de qualité qui a montré que 95% des couvercles passent le contrôle et le reste doit être repeindre. D'autre part, l'élément intérieur arrive à la ligne de production emballé dans des boîtes 3 unités selon une distribution exponentielle de moyenne 64 mn. Le processus de déballage se fait par une machine selon une loi uniforme 30 et 50 mn. En plus, cette même machine sépare les unités défectueuses (10%) et les envoie à la déchèterie.

Postérieurement, une machine se charge de l'assemblage d'un couvercle inférieur, un couvercle supérieur et un élément intérieur pour constituer le produit final. Le temps d'assemblage suit une loi normale de moyenne 15 mn et variance 16mn.

Travail demandé :

1. Modéliser le fonctionnement de cette unité de fabrication
2. Simuler le processus pour calculer le nombre d'unités du produit final peut-on fabriquer en un mois avec des journées de travail de 8 heures.
3. Donner le nombre d'éléments intérieurs défectueux.