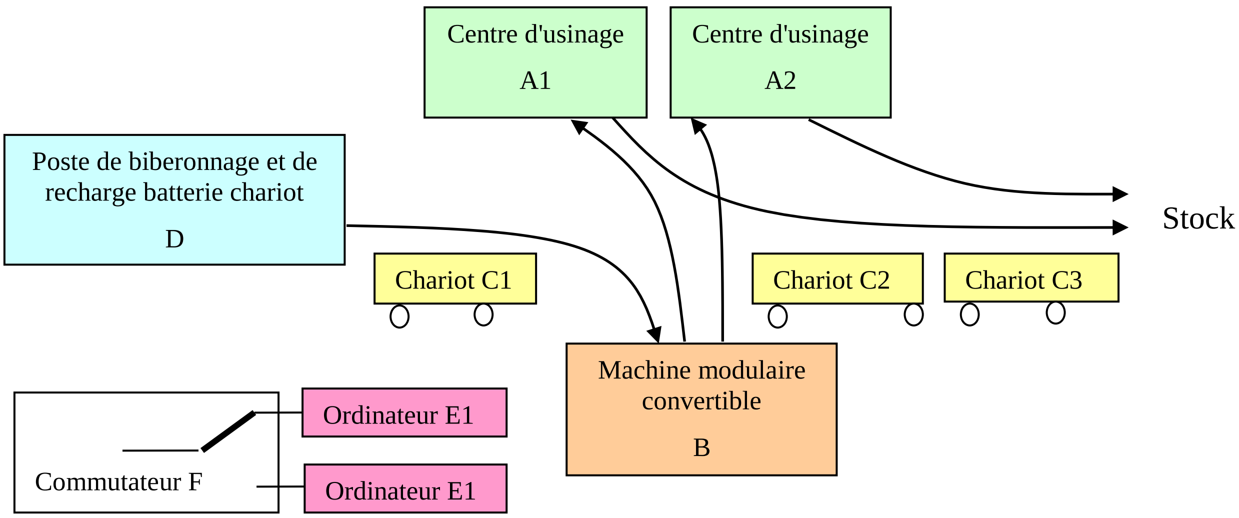
TP SdF N° 6

Etude d'un atelier flexible

Proposé par Monsieur Eric Ferton de l'Université du Littoral, l'objet de ce TP est d'évaluer la capacité de production d'un atelier flexible.



Cet atelier est constitué de :

- 3 chariots automoteurs filoguidés (C1, C2, C3),
- 1 poste de biberonnage et de recharge batterie chariot (D),
- 1 machine modulaire convertible (B) + deux centres d'usinage identiques (A1, A2),
- 2 ordinateurs de pilotage (E1, E2) en redondance passive,
- 1 commutateur (F).

40 % ou 75% de la production est assurée avec respectivement 1 ou 2 chariots opérationnels parmi les 3 et 50% de la production est assurée par chacun des deux centres d'usinage.

Les caractéristiques de fiabilité et de maintenance des différents constituants sont fournies ci-dessous :

	λ (h^{-1})	μ (h^{-1})
A : Centre d'usinage	0,001	0,5
B : Machine modulaire	0,05	0,5 *
C : Chariot	0,001	1
D : Poste de biberonnage	0,0005	2 **
E : Ordinateur	0,0001	0,1
F : Commutateur	0,001***	****

* Taux de réparation global pour la perte de la machine modulaire ou pour celle des deux centre d'usinage

** Taux de réparation global pour la perte du poste de biberonnage ou pour celle des trois chariots

*** Taux de panne à la solicitation

**** Réparation du commutateur avec l'ordinateur en panne

On cherche à évaluer :

- les MTBF des sous-ensembles usinage, transfert et pilotage
- la disponibilité du système pour 40%, 50%, 75% et 100% de la production
- la Production moyenne

1. Modélisation markovienne

Ce système peut se décomposer en 3 sous-systèmes indépendants : les ensembles d'usinage, de transfert et de pilotage, dont les modèles markoviens sont fournis ci-dessous :

USINAGE

	1	2	3
OK : 1	-	2*λA	λB
Perte 1 CU (50%) : 2	μA	-	λA+λB
Panne totale : 3	μB		-

	1	2	3
1	-	0,002	0,05
2	0,5	-	0,051
3	0,5		-

				Proba	MTBF
100% :	1	0	0	0,905797	21
50% :	0	1	0	0,003288	552
0% :	0	0	1	0,090915	22

TRANSFERT

	1	2	3	4
OK : 1	-	3*λC		λD
Perte 1 chariot (75%) : 2	μC	-	2*λC	λD
Perte 2 chariots (40%) : 3		μC	-	λC+λD
Panne totale : 4	μD			-

	1	2	3	4
1	-	0,003		0,0005
2	1	-	0,002	0,0005
3		1	-	0,0015
4	2			-

					Proba	MTBF
100% :	1	0	0	0	0,9967553	287
75% :	0	1	0	0	0,0029888	334
40% :	0	0	1	0	5,969E-06	167293
0% :	0	0	0	1	0,0002499	2000

PILOTAGE

	1	2	3
OK : 1	-	λE*(1-γF)	λE*γF
Perte 1 ordinateur : 2	μE	-	λE
Panne totale : 3		μE	-

MAT :	1	2	3
1	-	1E-04	1E-07
2	0,1	-	0,0001
3		0,1	-

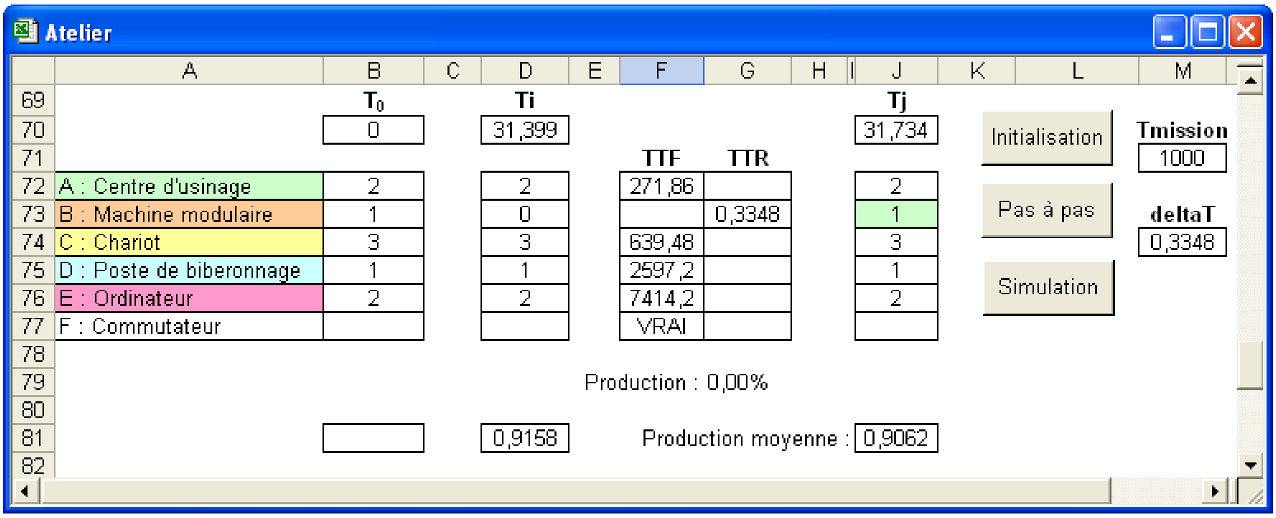
				Proba	MTBF
100% :	1	1	0	0,999998	5005010
0% :	0	0	1	2E-06	5005010

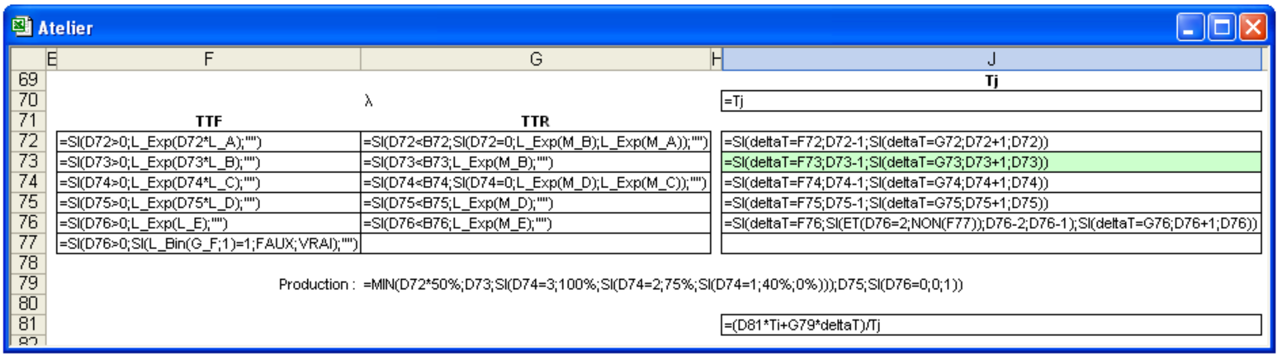
Au niveau du système complet, les probabilités de production à 40%, 50%, 75% et 100% s'exprime directement par application du théorème des probabilités totales. Les disponibilités des différents modes dégradés cumulent ces diverses probabilités et la production moyenne s'obtient par pondération.

	Proba	Dispo	Condition
100% :	0,902856	0,9028563	$U_{100\%} * T_{100\%} * P_{100\%}$
75% :	0,002707	0,9055635	$U_{100\%} * T_{75\%} * P_{100\%}$
50% :	0,003287	0,9088505	$U_{50\%} * (T_{100\%} + T_{75\%}) * P_{100\%}$
40% :	5,43E-06	0,9088559	$(U_{100\%} + U_{50\%}) * P_{40\%} * P_{100\%}$
0% :	0,091144	0,0911441	
Moyenne :	**90,65%**		

2. Modèle de simulation récursive

Ce même problème peut se traiter par simulation de Monte Carlo comme le propose le modèle récursif ci-dessous :





Ce modèle considère les mêmes hypothèses que celles du modèle markovien.

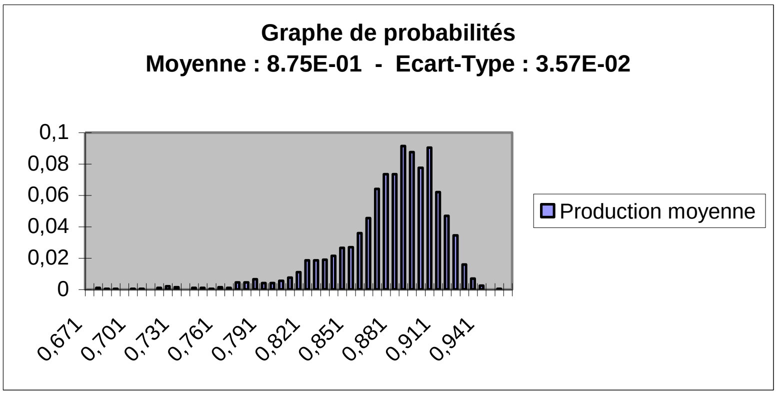
Elles peuvent cependant être modifiées pour prendre en compte des lois d'usure (Weibull) ou des dépendances entre sous systèmes telles que :

. un réparateur unique pour l'atelier complet,

. des taux de défaillance supérieurs en mode dégradé en raison d'une plus forte sollicitation,

. etc.

Le graphe ci-dessous montre la distribution de la production moyenne sur 1000 heures de fonctionnemment obtenue à l'issue de 2000 simulations.



L'information délivrée est alors plus riche qu'une simple valeur moyenne, mais les temps de traitement sont sensiblement plus longs (quelques minutes).