

e-Prelude.com

Analyse globale du flux
pour dimensionner les systèmes de
production
par la théorie des files d'attente

Analyse globale des flux

- Objectif : déterminer et ajuster de façon prévisionnelle les paramètres de gestion
 - Capacité des ressources machines et main-d'œuvre
 - Capacité effective des machines en fonction des pannes
 - Délai d'obtention des articles
 - Temps d'attente aux postes
- Ajustement par variation de capacité des ressources (machine et main-d'œuvre) pour obtenir des performances satisfaisantes en termes de cycles de fabrication et de volume d'en-cours

2

Analyse globale des flux

- Les données :
 - description simple des ventes sous forme de moyenne et de dispersion
 - description des phénomènes de pannes/réparations pour les ressources machine, sous forme MTBF et MTR
 - description des tailles de lots et des fluctuations au niveau des temps opératoires pour les différentes gammes
- La méthode :
mise en œuvre de la théorie des files d'attente

Références : les modèles mathématiques sous-jacents correspondent à la théorie générale des réseaux de files d'attente. Ces modèles, dont une description détaillée dépasse le cadre de cette présentation, sont explicitement développés dans la référence suivante : Stochastic models of manufacturing systems, Buzzacott-Shantikumar, Prentice Hall, 1993.

3

Analyse globale des flux

- Hypothèses :
 - demande stationnaire caractérisée par sa moyenne et son écart-type
 - structure des produits inchangée dans le temps
 - nomenclatures de fabrication valides à la date du calcul
 - capacités des ressources constantes
 - définies dans les postes de charges et les effectifs à partir des semaines standards des calendriers
 - temps opératoires stationnaires caractérisés par une moyenne et un écart-type
 - définis dans les gammes et les postes
 - pas de prise en compte des stocks

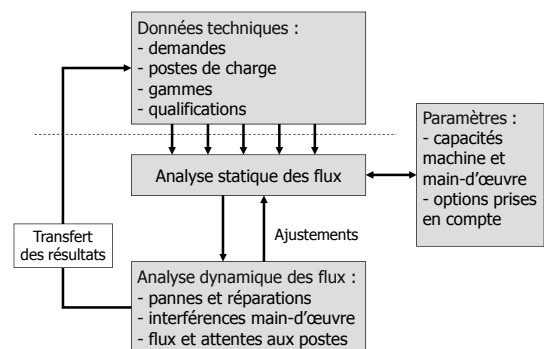
4

Analyse globale des flux Les calculs effectués

- 1) Analyse statique des flux moyens via la spécification
 - des flux sortants objectifs
 - des capacités des ressources machine et main-d'œuvre
 - des gammes opératoires
- 2) Analyse des phénomènes de pannes et réparations
- 3) Analyse dynamique des flux en tenant compte de la variabilité
 - des flux sortants (correspondant à la demande externe)
 - des temps opératoires (en fonction du poste de charge)
 - de la disponibilité effective des ressources de production
 - de la disponibilité effective des ressources humaines

5

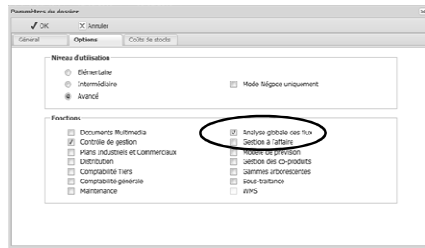
Le schéma général



6

Accès à la fonction

- Accessible au niveau d'utilisation avancé
- Cocher la case « Analyse globale des flux »



7

Menu « Technique »

- La cadre « Analyse globale des flux » apparaît
- Cliquer sur l'option



8

La page Analyse globale des flux

Paramètres généraux Entrée de la demande finale Ajustement des postes de charge Ajustement des qualifications



9

Première étape Analyse statique des flux

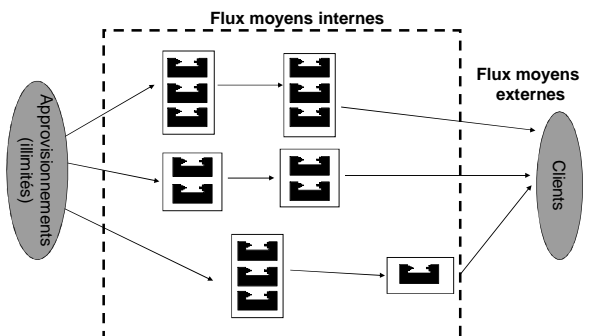
Calcul des charges à capacité infinie

Première étape

- Calcul des quantités à produire de chaque article
 - à partir des demandes indépendantes
 - exploitation des nomenclatures
 - transformation en nombre de lots standards
- Calcul des flux moyens sur chacune des ressources (machines et main-d'œuvre)
 - exploitation des gammes
- Calcul des rapports charge/capacité

11

Calcul des flux moyens



12

Description des flux sortants

Article	Libellé	Demande	Variabilité
ARV190	Armoire de 150 cm	12000	10
ARV200	Armoire de 200 cm	12000	20

- Flux sortants par article en termes de flux moyen annuel et de variabilité

Pour entrer les données, cliquer dans les cellules jaunes

13

Flux de composants

Niveau	Article	Libellé	Demande totale		Coefficient de variation	Besoins	
			Annuelle	Journalière		Annuelle	Journalière
0	ARV190	Armoire de 150 cm	12000	12000	20.0%	12000	69
0	ARV200	Armoire de 200 cm	12000	12000	20.0%	12000	99
1	ET408	Étagère de 150 cm	36000	36000	20.0%	36000	12
1	ET420	Étagère de 200 cm	36000	36000	20.0%	36000	12
1	PANA130	Panneau armoire de 130 cm	12000	12000	20.0%	12000	41
1	PANA200	Panneau armoire de 200 cm	12000	12000	20.0%	12000	41
1	PROFIL	Profil	36000	36000	14.14%	36000	152
2	PLET190	Panneau détagère de 190 cm	36000	36000	20.0%	36000	41
2	PLET200	Panneau détagère de 200 cm	36000	36000	20.0%	36000	41

- Les flux moyens de composants sont évalués via les nomenclatures et les flux externes à partir de la demande en produits finis

14

Les flux inter-postes

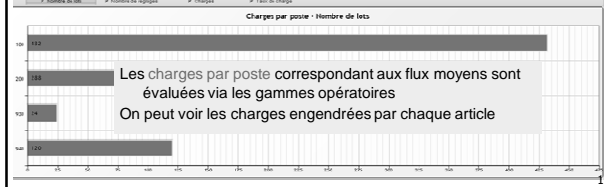
Demandes	Flux inter-postes		Charges par poste		Charges par qualification	
	Entrées	Sorties	Entrées	Sorties	Entrées	Sorties
di 1 vers 1	100	3	330	948		
Entrées	432	3	24	120		
100	0	338	0	0	14.4	432
200	0	3	0	0	288	288
150	0	3	0	0	74	74
940	0	3	0	0	120	120
Total	432	338	24	120		

- Nombre de lots qui passent d'un poste à l'autre en nombre de lots

15

Charges et capacités

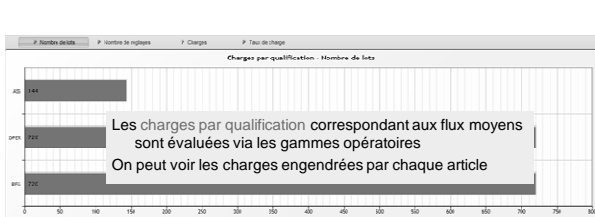
Demandes	Flux inter-postes		Charges par poste		Charges par qualification		Capacités	
	Entrées	Sorties	Entrées	Sorties	Entrées	Sorties	Entrées	Sorties
di 1 vers 1	100	3	330	948				
Entrées	432	3	24	120				
100	0	338	0	0	14.4	432		
200	0	3	0	0	288	288		
150	0	3	0	0	74	74		
940	0	3	0	0	120	120		
Total	432	338	24	120				



16

Charges et capacités

Demandes	Flux inter-postes		Charges par poste		Charges par qualification		Capacités	
	Entrées	Sorties	Entrées	Sorties	Entrées	Sorties	Entrées	Sorties
di 1 vers 1	100	3	330	948				
Entrées	432	3	24	120				
100	0	338	0	0	14.4	432		
200	0	3	0	0	288	288		
150	0	3	0	0	74	74		
940	0	3	0	0	120	120		
Total	432	338	24	120				



17

Simulation d'ajustement des capacités des postes

- Accès : bouton Postes de charges
- La capacité provient de la capacité de la semaine standard du calendrier du poste corrigée par les coefficients de disponibilité et de rendement

Postes de charge	Libellé	Cap. std	% ajust	Cap. réel	Nbr lots	Qualif. Rég.	Ysa (pa. Rég.)	Qualif. Pab.	Ysa (pa. Op)
100	Déroule	300.00	20	360.00	4	REG	50	OPER	20
200	Usinage	300.00	0	300.00	2	REG	80	OPER	15
940	Assemblage S/E	40.00	0	40.00	0	ASS	0	ASS	50
940	Assemblage final	100.00	0	100.00	2	ASS	0	ASS	50

Modification de la capacité du poste (en %)

18

Simulation d'ajustement des capacités de la main-d'œuvre

- Accès : bouton Qualifications
- Les effectifs standards sont définis dans la fenêtre Effectifs
- Menu Technique > Gestion des qualifications > bouton Effectifs bouton MAJ Standard
- La capacité provient de la capacité de la semaine standard du calendrier de la qualification corrigée par les coefficients de disponibilité et de rendement

Qualification	Libellé	EFF std	Cap std	% ajust	EFF éq	Cap éq
ACC	Accordeurs	4	160	0	4	160
OPER	Opérateurs	7	560	0	7	560
REG	Régulateurs	0,6	40	0,15	0,09	40
REP	Reparateurs	2	160	0	2	160

Modification de la capacité de la Qualification (en %)

19

Deuxième étape Analyse dynamique des pannes et réparations

Deuxième étape

- Calcul du temps perdu sur les machines
 - pour cause d'attente de réparateur
 - pour temps de réparation
- en fonction du flux qui doit passer sur chaque machine
- en fonction de la capacité de la qualification en charge des réparations

21

Phénomènes de pannes et réparations

- Modélisation de la problématique via la théorie des réseaux fermés de files d'attente dans lesquels :
 - les serveurs sont les réparateurs
 - les clients sont les machines en panne
- Hypothèses de modélisation :
 - les temps de fonctionnement et de réparation sont distribués exponentiellement et définis via les MTBF et MTR
 - la réparation d'une machine est effectuée par un réparateur travaillant seul

MTBF : Mean Time Between Failure (temps moyen entre pannes)
MTR : Mean Time To Repair (temps moyen de réparation)

22

Les paramètres MTTR et MTBF au niveau machine

Technique - Gestion des machines

Poste de charge : 100 Découpe

Code Machine : 0001

Libellé : Sola 1

Calendrier : DU calendrier découpe-usinage

Coefficient de rendement : :

Coefficient Temps Réglage : :

Coefficient Temps opérationnel : :

Coefficient Temps M. O. Prep. : :

Coefficient Temps MCD : :

% Perte capacité pour pannes : 0

Temps moyen entre pannes : 10

Temps moyen de réparation : 2

Demier article traité : :

23

La qualification en charge des réparations

Paramètres

Nombre de semaines par an : 47

Taille de lots :

- Lot standard panne
- Lot standard article
- Lot simulé article

Tenir compte...

- des réseaux du chevauchement
- de la variabilité des commandes
- de la variabilité des temps

Tenir compte des temps d'attente de la main-d'œuvre...

- Non
- Temps d'attente fixe... 5
- Temps d'attente calculé

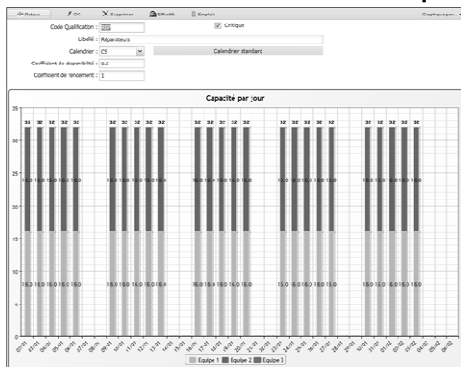
Tenir compte des pannes machines...

- Non
- Perte de capacité machine spécifiée
- Temps fixe de réparation 3
- Temps de réparation calculé

Qualification Réparations : REP Réparateurs

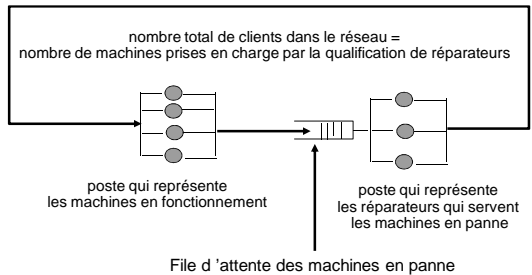
24

La qualification en charge des réparations



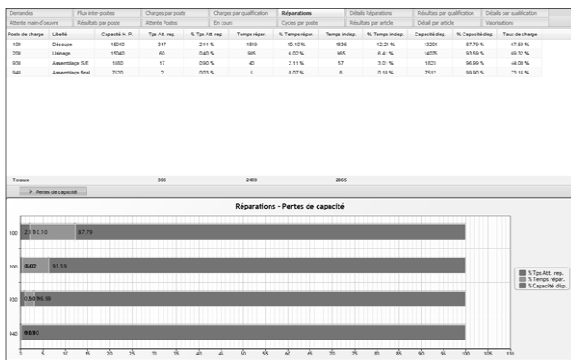
25

La modélisation par réseau de files d'attente



26

Résultats de l'analyse



27

Troisième étape Analyse dynamique des flux

Prise en compte des variabilités par la théorie des files d'attente

Troisième étape

- Les lots de pièces arrivent aux postes à des dates aléatoires
- Si la machine n'est pas disponible ou si aucun opérateur n'est disponible (pour le réglage, puis pour la production), chaque lot doit attendre
- Les temps de traitement présentent des fluctuations aléatoires

29

Prise en compte des variabilités

- Modélisation de la problématique via la théorie des réseaux ouverts de files d'attente dans lesquels :
 - les clients sont les lots à traiter (spécifiés par l'analyse statique)
 - les serveurs sont les postes de charges
 - la non-disponibilité éventuelle des opérateurs aux machines (connue sous le nom d'interférence des opérateurs) est évaluée en complément selon un algorithme spécifique
- Hypothèses de modélisation :
 - les temps opératoires ont des distributions de probabilité générales : les temps moyens sont spécifiés dans les gammes et la variabilité de ces temps est spécifiée par poste de charge
 - les flux sortants ont des distributions de probabilité générales : les flux moyens et la variabilité de ces flux sont spécifiés dans les fiches Articles

30

Principe de base : analyse de chaque file d'attente du réseau

Données

Processus d'arrivée (moyenne et dispersion)

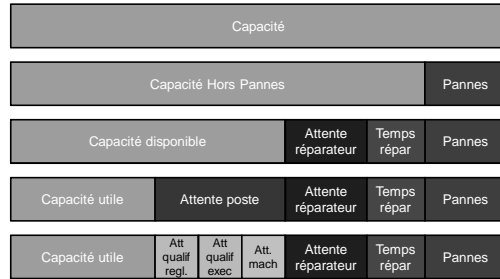
Temps de traitement (moyenne et dispersion)

Résultats :

1. Processus de départ (moyenne et dispersion)
2. Temps de séjour au poste et volume de l'en-cours

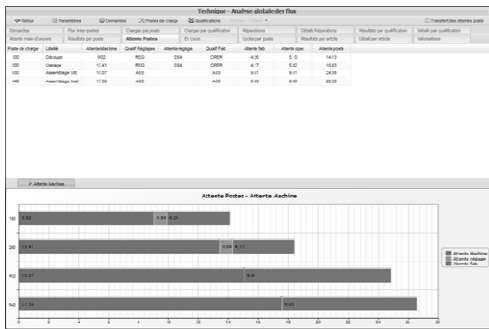
31

Les pertes de capacité



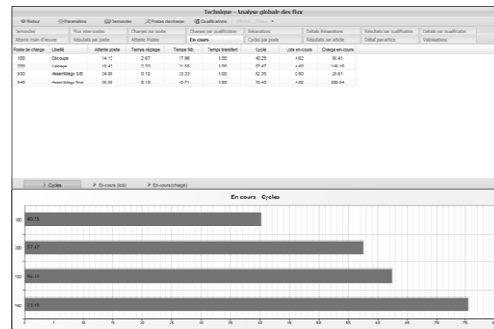
32

Résultats de l'analyse : les temps d'attentes au poste



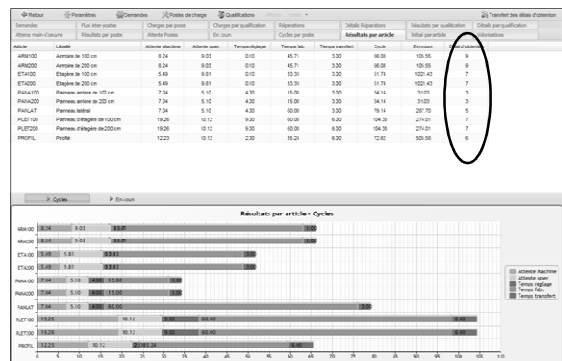
33

Résultats de l'analyse : les en-cours



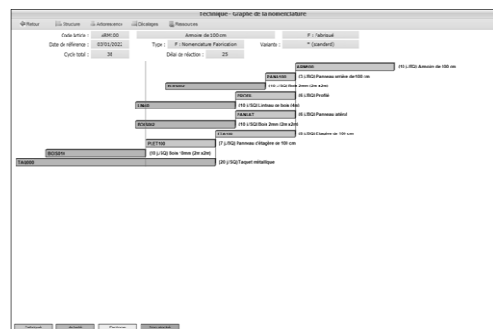
34

Les délais d'obtention globaux



35

Exploitation des délais prévisionnels : les décalages dans les nomenclatures



36

