

Corrigé n° 1 : Définitions 1

Flux poussés : les produits sont poussés dans le stock suite à des prévisions.

Flux tirés : c'est le client qui déclenche le flux en exprimant un besoin.

Flux tendus : en matière d'approvisionnement, c'est une gestion tendant à supprimer les stocks.

Value Stream Mapping : il s'agit de la cartographie d'un processus qui tient compte de sa valeur ajoutée.

VA / non VA : les activités à valeur ajoutée transforment les matières premières et l'information en pièces ou en produits. Tandis que les activités sans valeur ajoutée consomment des ressources, mais ne contribuent pas directement à la fabrication du produit.

« 0-stock » signifie la volonté de toujours vouloir réduire les stocks en supprimant les raisons d'être de ceux-ci, par ordre d'importance et de criticité.

Corrigé n° 2 : Définitions 2

Lean Manufacturing : ce concept a pour but d'éliminer les gaspillages (muda) des processus de fabrication et cela va du R&D jusqu'à la Distribution. Pour cela, on optimise entre autres les espaces, les ressources humaines, les stocks, les tailles de lot... en s'adaptant à la demande client (notion de flexibilité).

Le « muda » est un terme Japonais qui signifie « gaspillage ». Dans les processus étudiés, le « Lean Manufacturing » tend à réduire les mudas en supprimant les tâches à « non valeur ajoutée ».

Kanban : c'est un mot japonais du vocabulaire courant qui signifie « étiquette ». La méthode Kanban, quant à elle, permet de transmettre simplement, rapidement et sans risque d'erreur les ordres de fabrication émis par les « clients » ou d'autres types d'information.

Corrigé n° 3 : Flux poussés / Flux tirés

Éléments de réponse : l'objectif de cette question consiste à éviter les interprétations abusives, fréquentes, dans le domaine de la gestion des flux. En effet, il est traditionnellement admis que les méthodes de type MRP sont des méthodes en flux poussés et les méthodes de type Kanban correspondent à des flux tirés. Est-ce si évident ?

Une fois encore, c'est le délai client qu'il faut examiner. Si le client n'est pas prêt à attendre le produit pendant la totalité du délai d'obtention, les entreprises doivent anticiper les demandes des clients, au minimum dans la partie amont de leur processus productif (production de composants standardisés et modulaires). Dans le cas contraire, l'entreprise a le loisir de réaliser une fabrication à la commande. Face à cette comparaison, on comprend que le MRP peut aussi bien être une méthode en flux poussé qu'en flux tirés :

- si le délai client est inférieur au délai d'obtention, le MRP fonctionne en flux poussés, au moins sur toute la partie amont du processus productif : soit pour un composant intermédiaire, un module ou le produit fini lui-même, on estime la demande et on constitue un stock. La quantité à fabriquer reflète une commande future estimée et non une commande réelle présente ou passée ;
- si le délai client est supérieur au délai d'obtention, la méthode MRP peut s'assimiler à du flux tiré : c'est la commande du client, parfaitement identifiée qui déclenche le processus d'éclatement de la nomenclature du produit fini vers les niveaux inférieurs.

Il est logique que le MRP soit assimilé à une méthode en flux poussés car dans la réalité, on rencontre davantage la première situation que la seconde. Le même raisonnement peut être mené pour le kanban. Le principe du kanban est simple ; cela consiste à reconstituer le stock d'un produit, stock dans lequel un client (final ou poste aval) vient puiser uniquement en fonction de ses besoins. En réalité, lorsque le délai client est court, à moins de faire attendre le « client » placé en aval, cette méthode ne permet pas de fabriquer ou d'approvisionner expressément pour le client qui se manifeste à l'instant t, mais pour les clients qui consommeront à l'instant t+d. ainsi, la quantité à fabriquer qui permet de reconstituer un stock reflète la consommation passée et non le besoin réel d'un client. Finalement, cela ressemble beaucoup à un système de flux poussés et cela explique pourquoi ce type d'organisation est recommandé lorsque les consommations sont régulières.

Corrigé n° 4 : l'aspect Humain

Corrigé n° 5 : Modèle d'organisation

On doit rattacher l'Organisation Scientifique du Travail au bureau des méthodes.

Corrigé n° 6 : Modèle d'organisation

Parmi les principaux apports de Ford au management opérationnel, il convient de noter :

- la notion de standardisation des biens et d'interchangeabilité des pièces qui a permis d'accroître la fluidité des processus ;
- la chaîne d'assemblage mobile dont l'avantage a été d'accélérer les flux par une résorption des problèmes de manutention ;
- le « \$5 a day » fidélisant les travailleurs et permettant aux ouvriers de pouvoir acquérir progressivement les voitures qu'ils produisent par l'élévation de leur pouvoir d'achat.

Corrigé n° 7 : Modèle d'organisation

L'expérience d'Hawthorne a révélé la double nature des systèmes de production, à la fois système technico-économique et système social.

Corrigé n° 8 : Caractérisation des transformations

Processus	Type de Transformation
La conservation du vin en cave	Transformation physique : il s'agit d'un processus de vieillissement.
La cuisson d'un aliment	Transformation physique : le changement de forme est évident.
Le montage d'un ensemble	Transformation physique par assemblage.
Faire la queue à un péage	Transformation temporelle : attente
Livrer des médicaments à une pharmacie	Transformation spatiale : transport et distribution
Téléphoner	Transformation spatiale : transfert d'information
Calculer une moyenne arithmétique	Transformation physique : changement de forme d'un ensemble d'information (on parle de résumé statistique).
Mémoriser une information	Transformation temporelle : stockage d'information.

Corrigé n° 9 : Représentation de Processus

Opér.	Description	Dist. (m)	Tps opér. (min)	Qté	Poids (Kg)	ASME
O1	Sciage du dossier	-	20	-	-	
O2	Transfert vers le tournage	-	10	-	-	
O3	Tournage	-	60	-	-	
O4	Inspection	-	5	-	-	
O5	Attente chariot	-	5	-	-	
O6	Transfert vers atelier « Collage »	-	10	-	-	
O7	Collage des barres	-	30	-	-	
O8	Attente de séchage	-	180	-	-	
O9	Déplacement vers le magasin	-	10	-	-	
O10	Stockage	-	-	-	-	
Totaux		-	5h 30'	-	-	4 3 1 1 1

On remarquera que le séchage a été considéré comme une transformation physique et non pas comme un temps d'attente.

Corrigé n° 10 : Représentation de Processus

Opér.	Description	Dist. (m)	Tps opér. (min)	Qté	Poids (Kg)	ASME				
O1	Sciage du dossier	-	20	1	-					
	Stockage	-	180	9	-					
O2	Transfert vers le tournage	-	10	10	-					
	Attente de lot	-	540	9	-					
O3	Tournage	-	60	1	-					
O4	Inspection	-	5	1	-					
O5	Attente chariot	-	Tps masqué		-					
	Stockage	-	540	9	-					
O6	Transfert vers atelier « Collage »	-	10	10	-					
	Attente de lot	-	270	9	-					
O7	Collage des barres	-	30	1	-					
O8	Attente de séchage	-	180	1	-					
	Stockage	-	270	9	-					
O9	Déplacement vers le magasin	-	10	10	-					
O10	Stockage	-	-	-	-					
Totaux		-	35h 25'	10	-	4	3	6	1	1

L'attente du chariot est masquée par le temps de constitution du lot de transfert de 10 unités.

Corrigé n° 11 : Valeur ajoutée

L'emballage d'articles est une transformation physique. Lorsqu'elle intervient à un stade intermédiaire d'un processus de production, elle n'a aucune valeur ajoutée. Puisqu'elle ait lieu ou non ne change pas l'usage qu'en fera le client.

Corrigé n° 12 : Différentiation retardée

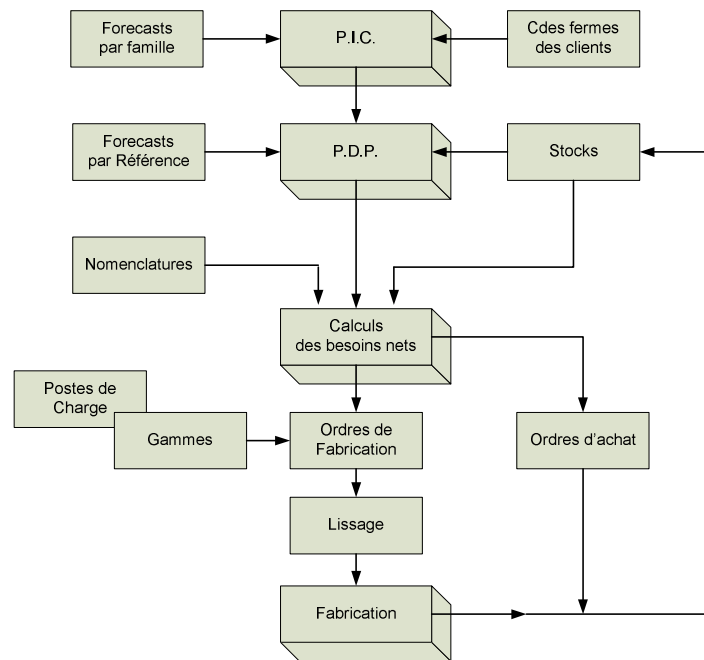
Si chacune des modalités de chacune des composantes est compatible avec n'importe quelle modalité de n'importe quelle composante, alors il suffit de multiplier sur l'ensemble des composantes le nombre de modalités. Soit :

Carrosserie	Motorisation	Couleur	Aménagement intérieur	Climatisation	Configuration finale
3 *	4 *	5 *	5 *	3 =	900

Corrigé n° 13 : Différentiation retardée

La société « Benetton » effectue la teinture des pull-overs après tricotage, alors que les usages dans ce métier consistaient à la réaliser la teinture de la laine avant tricotage. Ainsi, le stockage des SF en est grandement simplifié, le cycle de production effectif est plus court.

Corrigé n° 14 : MRP II



Le MRP est donc une méthode de planification de l'ensemble des ressources d'une entreprise industrielle. Elle comprend trois niveaux de planification, avec détail de plus en plus fin depuis le Plan Industriel et Commercial, en passant par le Programme Directeur de la Production vers le Calcul des Besoins Nets. Cette planification prépare l'exécution.

La planification est fondée sur une prévision de la demande, indispensable quelle que soit la typologie de vente (sur stock, production à la commande ou assemblage à la commande) de l'entreprise, mais de nature différente suivant le cas.

L'évaluation des besoins est à tous les niveaux calculée à capacité infinie mais doit toujours être validée par un calcul de charge. Il faut surtout s'attacher à une planification réaliste (du PIC et du PDP) pour bénéficier d'un calcul des besoins utile conduisant à une exécution optimum.

Il est également important de noter, qu'il est nécessaire de réguler le système par des boucles de rétroaction :

- la première concerne les **délais**. Elle est double et relie les résultats de la planification des capacités aux deux niveaux constitués par le Calcul des Besoins Nets et le Programme Directeur de Production ;
- la seconde suit les **charges et capacités**. Elle connecte le lancement des ordres à la planification des capacités par le suivi du flux des charges ;
- la troisième, enfin, traite des **priorités**. Elle est située entre l'ordonnancement et le suivi à court terme, d'une part, et le calcul des Besoins, d'autre part.

Corrigé n° 15 : Planification de la production

	t	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S10	S11	S12	S13
Prévision des ventes	D t	70	90	120	60	40	100	120	80	100	140	110	100	80
Stocks de sécurité	SS t	14	18	24	12	8	20	24	16	20	28	22	20	16
Stock début de période	SI t	110	40	50	30	70	30	30	110	30	30	90	80	80
Demande brute	DB t	84	108	144	72	48	120	144	96	120	168	132	120	96
Demande nette	DN t	0	68	94	42	0	90	114	0	90	138	42	40	16
Ordre de production	OF t	0	100	100	100	0	100	200	0	100	200	100	100	100
Stock fin de période	SF t	40	50	30	70	30	30	110	30	30	90	80	80	100

Corrigé n° 16 : Planification de la production

	t	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S10	S11	S12	S13
Prévision des ventes	D t	70	90	120	60	40	100	120	80	100	140	110	100	80
Stocks de sécurité	SS t	14	18	24	12	8	20	24	16	20	28	22	20	16
Stock début de période	SI t	110	40	20	30	20	10	20	30	20	20	30	30	20
Demande brute	DB t	84	108	144	72	48	120	144	96	120	168	132	120	96
Demande nette	DN t	0	68	124	42	28	110	124	66	100	148	102	90	76
Ordre de production	OF t	0	70	130	50	30	110	130	70	100	150	110	90	80
Stock fin de période	SF t	40	20	30	20	10	20	30	20	20	30	30	20	20

Dans l'exercice précédent (taille de lot de 100), le stock de fin de période varie de 30 à 110 unités alors qu'avec une taille de lot de 10 celui-ci ne varie plus que de 10 à 40 unités. De plus le stock moyen passe de plus de 59 à moins de 24 unités. En contrepartie, il sera nécessaire de produire en S5 et S8.

Corrigé n° 17 : Planification de la production

	t	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S10	S11	S12	S13
Prévision des ventes	D t	70	90	120	60	40	100	120	80	100	140	110	100	80
Stocks de sécurité	SS t	7	9	12	6	4	10	12	8	10	14	11	10	8
Stock début de période	SI t	110	40	10	20	10	10	10	20	10	10	20	20	10
Demande brute	DB t	77	99	132	66	44	110	132	88	110	154	121	110	88
Demande nette	DN t	0	59	122	46	34	100	122	68	100	144	101	90	78
Ordre de production	OF t	0	60	130	50	40	100	130	70	100	150	110	90	80
Stock fin de période	SF t	40	10	20	10	10	10	20	10	10	20	20	10	10

Cette fois le stock moyen est inférieur à 16 unités

Corrigé n° 18 : Planification de la production

Lorsqu'on effectue les calculs avec une taille de lot il faut intégrer la production lancée en « t » moins le délai dans le disponible de la période. Par exemple pour le tableau de l'article « A », le lancement de 6 lots de 20 unités en « 1 » est ajouté au stock disponible de « 2 » (stock initial disponible pour la période « 3 ») et aux éventuelles livraisons attendues de la période « 3 » pour calculer les quantités réellement disponibles.

Alors que le programme était parfaitement réalisable avec les tailles de lot d'une unité, on peut remarquer qu'en « 3 » il y a un besoin net de 5 unités de « R » qui n'a pas de contrepartie au niveau des ordres de fabrication. Ceci signifie qu'on ne pourra pas satisfaire le besoin de « R » pour lancer l'intégralité de l'ordre de 60 unités de « A » à la même période.

Article A

Période		1	2	3	4	5	6	7	8
Besoins bruts		25	15	120	0	60	0	15	0
Livraisons attendues									
Stock disponible	50	25	10	10	10	10	10	15	15
Besoin net		0	0	110	0	50	0	5	0
Lancement des ordres		120	0	60	0	20	0	0	0

Article M

Période		1	2	3	4	5	6	7	8
Besoins bruts		240	0	120	0	40	0	0	0
Livraisons attendues		30							
Stock disponible	225	15	15	15	15	15	15	15	15
Besoin net		0	0	105	0	25	0	0	0
Lancement des ordres		0	120	0	40	0	0	0	0

Article R

Période		1	2	3	4	5	6	7	8
Besoins bruts		120	0	60	0	20	0	0	0
Livraisons attendues			55						
Stock disponible	120	0	55	0	0	0	0	0	0
Besoin net		0	0	5	0	20	0	0	0
Lancement des ordres		0	20	0	0	0	0	0	0

Corrigé n° 19 : Planification de la production

Réponse « a » :

« Z »	0	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9
Besoins bruts		0	0	0	50	100	150	0	150	100
Stocks	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Besoins nets		0	0	0	50	100	150	0	150	100
Ordres de montage		0	0	50	100	150	0	150	100	

« X »	0	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9
Besoins bruts		0	0	0	60	70	0	180	50	250
Stocks	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Besoins nets		0	0	0	60	70	0	180	50	250
Ordres de montage		0	0	60	70	0	180	50	250	

« M2 »	0	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9
Besoins bruts (1)		0	0	160	270	300	180	350	450	
Stocks	120	120	120	60 (2)	90	90	10	60	10	
Besoins nets		0	0	40 (3)	210	210	90	340	390	
OF Théoriques		0	40	210	210	90	340	390		
OF Réels		0	100 (4)	300	300	100	400	400		

(1) : $2*Z + X$ (2) : $120 + 100 - 160 = 60$ (3) : $160 - 120 = 40$

(4) : première quantité multiple de 100 permettant de couvrir les besoins nets de 40 unités

« M1 »	0	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9
Besoins bruts		0	0	50	100	150	0	150	100	
Stocks	110	110	110	60	0	0	0	0	0	
Besoins nets		0	0	0	40	150	0	150	100	
OF		0	0	40	150	0	150	100		

« SM2 »	0	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9
Besoins bruts		0	200	600	600	200	800	800		
Stocks	320	320	120	100	100	100	100	100		
Besoins nets		0	0	580	600	200	800	800		
Ordre d'achat		580	600	200	800	800				

« SM1 »	0	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9
Besoins bruts		0	100	380	600	100	700	600		
Stocks	130	130	30	0	0	0	0	0		
Besoins nets		0	0	350	600	100	700	600		
Ordre d'achat		350	600	100	700	600				

Réponse « b » : le stock de sécurité est justement fait pour absorber les demandes non prévues, ou au moins une partie de ces demandes. Ainsi, en S7, le stock de « Z » sera de 10 unités ($60 - 50$). Tant que les prévisions sont respectées, il est possible de maintenir le stock à son niveau de sécurité ; dès qu'il y a erreur, le stock diminue au-dessous du stock de sécurité. En S8, pour retrouver le stock à son niveau de 60 unités, il faudrait augmenter les besoins nets de 50 (ils passeraient de 150 à 200 unités). Cela entraîne un ordre de montage de 200 en début de S7, ce qui est encore possible si on réagit vite à la commande supplémentaire.

Mais pour être assemblés en S7, les 50 unités supplémentaires de « Z » supposent la présence de 100 « M2 » supplémentaires disponibles et de 50 composants « M1 » supplémentaires disponibles. Or ces composants supplémentaires n'existent pas puisque aucun ordre d'achat supplémentaire de « SM1 » et « SM2 » en S4 n'a pu être lancé : en effet, on ignorait la commande de la S7 ! on ne peut même pas lancer une production supplémentaire sur stock car le stock de « M1 » en fin de S6 est nul.

Si on imagine des ordres d'achats pour « SM1 » et « SM2 » en S7, c'est-à-dire dès que l'on connaît la commande non anticipée, l'accumulation des décalages conduit les « Z » supplémentaires à entrer en stock en S11. Ce n'est donc qu'à partir de là que le niveau du stock de « Z » va retrouver son niveau de sécurité.

L'existence du stock de sécurité a permis à l'entreprise, en S7, de satisfaire son client sans le faire attendre. Entre la S7 et la S11, une commande non prévue supérieure à 10 unités ne pourra pas être honorée dans d'aussi bonne condition. Finalement, la vente non prévue de 50 « Z » n'a aucune conséquence immédiate, mais place l'entreprise dans une situation de relative fragilité.

Corrigé n° 20 :

1- il s'agit d'une politique de gestion de stock « Calendaire » : les commandes à l'entreprise sont effectuées à intervalles réguliers. Par rapport aux indications fournies dans l'énoncé, on peut préciser que c'est un modèle pour des stocks à rotation nulle. Il ne peut y avoir de stock en fin de période (ici, la période est le jour). C'est aussi un modèle où les coûts de gestion de stock sont non proportionnels au temps. Enfin, remarquons que la demande journalière est une variable aléatoire continue.

2- le produit étant périssable et faiblement encombrant, on supposera que le coût de possession du stock est négligeable, notamment face au coût lié à une rupture, lorsque la demande ne peut être satisfaite et au coût lié à des invendus, lorsqu'il reste du Xylithol en fin de journée.

- C_R : le manque à gagner unitaire en cas de rupture de stock (coût de pénurie). Il est logique de considérer que $C_R = 1,3$ K€ pour un centilitre ;

- C_I : le coût d'un centilitre invendu et $C_I = 0,32$ K€ pour un centilitre.

3- la quantité produite chaque matin, notée X , qui minimise le coût de gestion doit vérifier l'égalité suivante :

$$F(X) = \frac{C_R}{C_R + C_I} \Leftrightarrow F(X) = \frac{1,3}{1,3 + 0,32} = 0,802$$

Où F est la fonction de répartition de la demande ; elle s'écrit donc :

$$F(X) = p [D \leq X] = p [T \leq (X - 450) / 50]$$

On doit donc résoudre : $p [T \leq (X - 450) / 50] = 0,802$

Après lecture de la table de la loi normale : $(X - 450) / 50 = 0,85$ et $X = 492,50$

Ainsi, le coût de gestion est minimum pour un niveau de fabrication journalier de 492,50 centilitres.

4- compte rendu d'une demande moyenne de 450 cl, le stock de sécurité s'établit à : $492,50 - 450 = 42,50$ centilitres.

5- le problème consiste à se demander quel doit être le niveau de la production journalière permettant d'avoir 10% de chance d'être en rupture (le coût d'opportunité lié à une vente manquée est comparativement bien plus élevé que le coût réel d'un invendu). Il faut donc résoudre :

$$p [D > X] = 10 \% \Leftrightarrow p [D \leq X] = 90 \%$$

C'est-à-dire $\Leftrightarrow p [T \leq (X - 450) / 50] = 0,90$

$$\Leftrightarrow (X - 450) / 50 = 1,28$$

$$\Rightarrow X = 514$$

Avec une production journalière de 514 centilitres, l'entreprise a 90% de chance que la demande de Xylithol lui soit inférieure.

6- déterminons le nombre moyen de jours de rupture par an, sachant que :

- le nombre de jours ouvrable dans l'année est de 280 ;

- la probabilité moyenne d'être en rupture de stock dans une journée est de 10% (prolongement de la question 5) ;

- on fera implicitement l'hypothèse que les ventes de chaque jour sont indépendantes les unes des autres ;

- chaque jour ouvrable, soit il y a rupture avec la probabilité $p = 0,1$ soit il n'y a pas rupture avec la probabilité $1-p = 0,9$.

On peut donc conclure que le risque de rupture suit une loi binomiale de paramètres $n = 280$ et $p = 0,10$. on sait que l'espérance d'une loi binomiale est égale à $n * p$. donc, ici, il y a en moyenne $280 * 0,10 = 28$ jours ouvrables où on constate une rupture.

Remarque : si le taux de rupture journalier considéré est 19,80%, le nombre de jours de rupture est égal à 55 ($280 * 0,198$). Cette stratégie est plus économique pour l'entreprise puisqu'elle se base sur le niveau de production qui minimise le coût de gestion, mais elle a comme inconvénient de placer plus souvent l'entreprise en position désagréable face à ses clients.

Corrigé n° 21 : Capacité théorique

3 machines * 2 équipes * 8 heures * 5 jours = 240 H/Sem

Corrigé n° 22 : Capacité théorique

4 machines * 2 équipes * 7,5 heures * 5 jours = 300 H/Sem

Corrigé n° 23 : Capacité (taux) d'utilisation $(270 / 300) * 100 = 90 \%$

Corrigé n° 24 : Efficience $(384 / 300) * 100 = 128 \%$

Corrigé n° 25 : Efficience globale

L'efficience globale de la ligne est de $0,95 * 0,95 * 0,95 * 0,95 = 81,45 \%$

Corrigé n° 26 : Capacité théorique calculée

4 machines * 8 heures * 5 jours * 0,8 * 1,1 = 140,8 H / Sem ou 140 H 48 min / Sem.

Corrigé n° 27 : Efficience et utilisation

Le taux d'utilisation est : $(480 / 640) * 100 = 75 \%$. L'efficience est de : $(540 / 480) * 100 = 112,5 \%$.

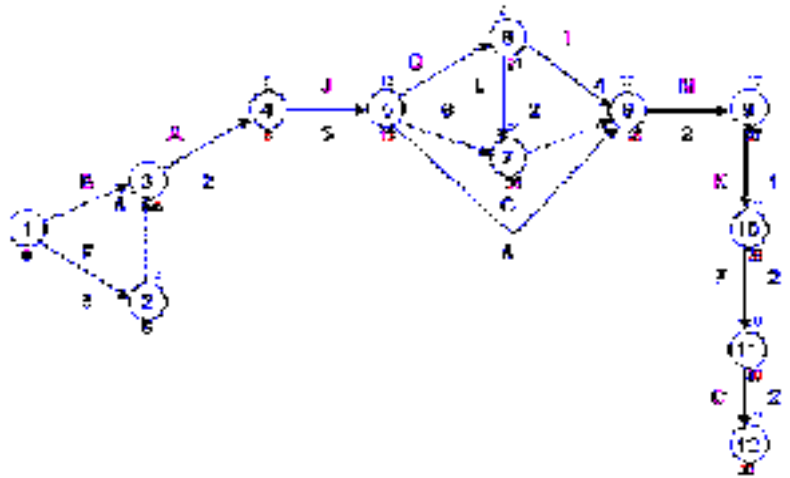
Corrigé n° 28 : Jalonnement

On appelle *jalons* les dates prévues pour le début d'une phase opératoire (de plus en plus rarement pour sa fin). Déterminer la totalité des jalons d'un processus correspond au jalonnement. C'est donc le résultat de l'ordonnancement. Il existe deux méthodes de jalonnement :

- le jalonnement au plus tôt (ou progressif, ou aval) : consiste, à partir de la date courante, à placer les fabrications dans l'ordre chronologique des différentes phases du processus productif ; cette méthode conduit souvent à une augmentation des encours ;
- le jalonnement au plus tard (ou régressif, ou amont) : consiste, à partir de la date de livraison, à placer les fabrications dans l'ordre décroissant des différentes phases ; elle a l'avantage de minimiser les en-cours et de faire apparaître les marges en début de cycle.

Corrigé n° 29 : Méthode « PERT »

Tâches antérieures	Code de la tâche	Durée en jours	Tâches suivantes
B E	A	2	J
-	B	6	A
F	C	2	-
J	D	8	I L
-	E	3	A
K	F	2	C
J	G	5	M
J	H	10	M
D	I	4	M
A	J	5	D G H
M	K	1	F
D	L	2	M
L I H G	M	2	K



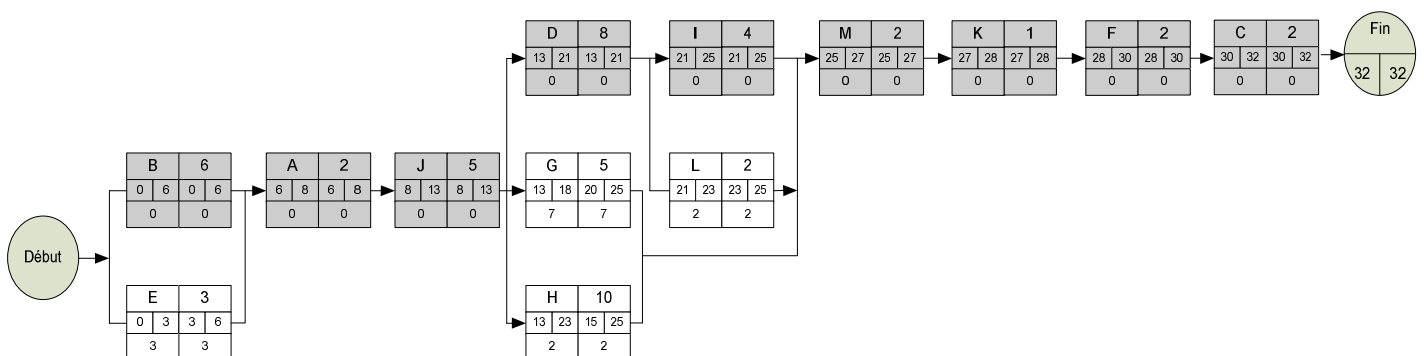
Tâches	Antécédents								
	Rang 1	Rang 2	Rang 3	Rang 4	Rang 5	Rang 6	Rang 7	Rang 8	Rang 9
A	BE	∅							
B	∅								
C	F	F	F	F	F	F	F	F	∅
D	J	J	J	∅					
E	∅								
F	K	K	K	K	K	K	K	∅	
G	J	J	J	∅					
H	J	J	J	∅					
I	D	D	D	D	∅				
J	A	A	∅						
K	M	M	M	M	M	M	∅		
L	D	D	D	D	∅				
M	LIGH	LIGH	LIGH	LIGH	LI	∅			
Niveau	B/E	A	J	D/G/H	I/L	M	K	F	C

Question n°3 :

Si tâche L passe de 2 à 8 jours :

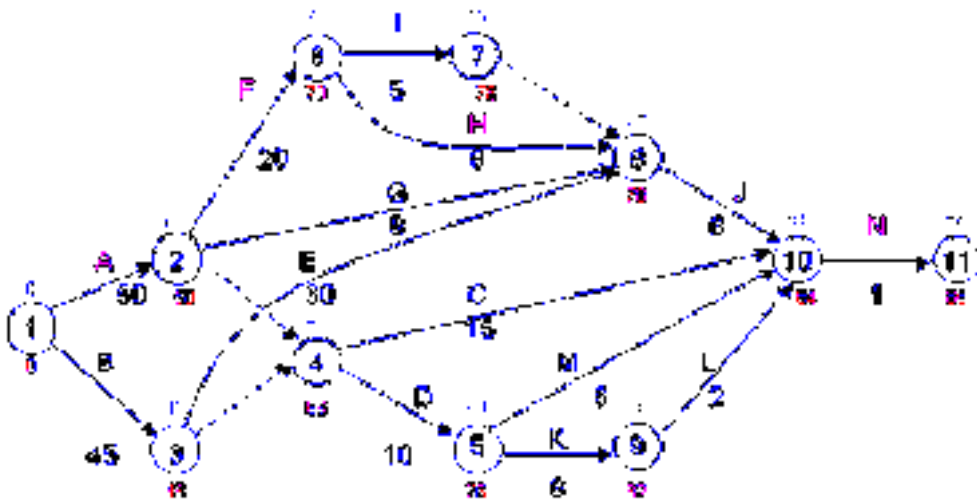
▶ Marge totale de L = 25-21-2=2 jours

▶ Donc si Li augmente de 6 jours, la durée globale du projet va augmenter de 6-2 = 4 jours.

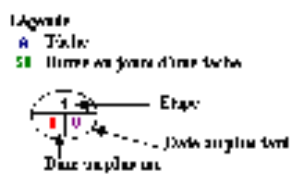
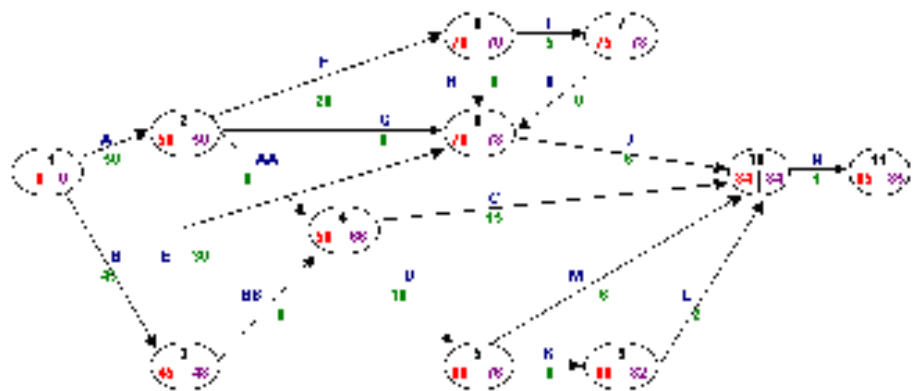


Corrigé n° 30 : Méthode « PERT »

Tâches antérieures	Code de la tâche	Tâches suivantes	Marge Totale
-	A	C D F G	0
-	B	C D E	3
AB	C	N	19
AB	D	K M	16
B	E	J	3
A	F	HI	0
A	G	J	20
F	H	J	0
F	I	J	3
E G H I	J	N	0
D	K	L	16
K	L	N	16
D	M	N	18
C J L M	N	-	0

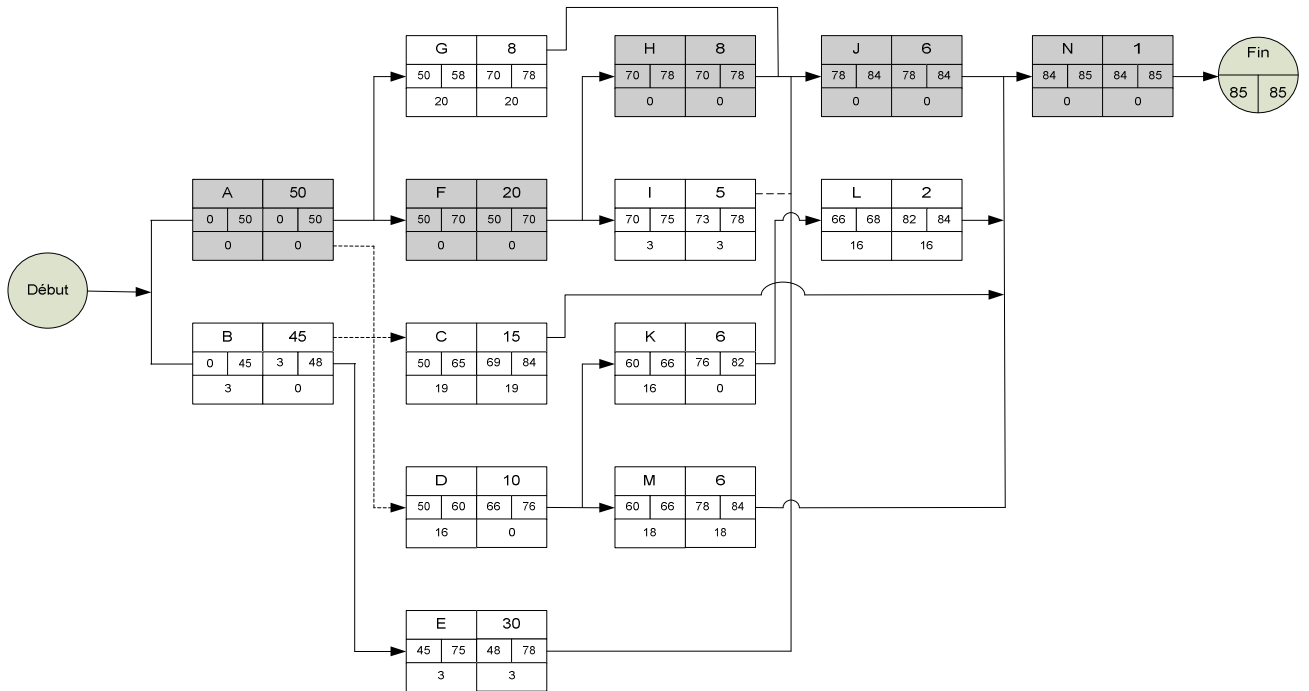


Autre présentation possible :



Autre présentation possible :

Tâches	Antécédents				
	Rang 1	Rang 2	Rang 3	Rang 4	Rang 5
A	∅				
B	∅				
C	AB	∅			
D	AB	∅			
E	B	∅			
F	A	∅			
G	A	∅			
H	F	F	∅		
I	F	F	∅		
J	EGHI	EGHI	HI	∅	
K	D	D	∅		
L	K	K	K	∅	
M	D	D	∅		
N	CJLM	CJLM	JLM	JL	∅
Niveau	A/B	C/D/E/F/G	H/I/K/M	J/L	N



Corrigé n° 31 : OPT

Il s'agit en fait d'une théorie de management industriel apparue, aux Etats-Unis à la fin des années 70, sous le nom de la théorie OPT (Optimized Production Technology). Elle est le résultat des travaux de *E. M. Goldratt*. Cette approche présente une manière différente d'appréhender l'entreprise et son management dans sa globalité. On parle alors de pilotage d'un atelier par ses contraintes. Une contrainte s'exprime en terme de capacité de production insuffisante, et plus précisément en terme de goulet d'étranglement. Un goulet d'étranglement est donc une ressource de production dont la capacité de production ne permet pas de répondre aux besoins du marché.

- les ressources goulets, ressources dont la capacité est inférieure à la demande du marché ;
- les ressources non-goulets, ressources dont la capacité est supérieure à la demande du marché.

Autres notions importantes de ce concept :

- Il faut chercher à équilibrer le flux et non les capacités.
- Le niveau d'utilisation d'un non-goulet n'est pas déterminé par son propre potentiel, mais par d'autres contraintes du système.
- Une heure perdue sur un goulet est donc une heure perdue pour tout le système.
- Les goulets déterminent à la fois le débit de sortie et les niveaux de stocks.
- Mais attention, une heure gagnée sur un non-goulet n'est qu'un leurre.

Corrigé n° 32 : Indicateurs

Les améliorations continues proposées par votre équipe vous permettent de progresser régulièrement. Une réduction de 50 % chaque année de votre niveau de rebuts est en fait une excellente progression qui vous permet de vous différencier de vos concurrents mais qui mathématiquement ne vous permettra jamais d'atteindre cet objectif utopique. Ainsi, l'objectif « 0 défaut » participe à ce que l'on pourrait appeler un objectif d' « excellence » que doit se donner chaque organisation ; Mais, nous devons garder à l'esprit que cet objectif n'est qu'un « voyage » et non pas une « destination ».

Corrigé n° 33 : Caractérisation des indicateurs

Indicateurs	Type d'indicateurs (absolu, relatif, booléen)
Le résultat de l'entreprise en k€	est un indicateur absolu
Le résultat rapporté au chiffre d'affaires (x % du CA)	est un indicateur relatif
Le nombre d'OF livré dans les délais	est un indicateur booléen
Le pourcentage d'OF dans les délais	est un indicateur relatif
La capabilité ou le TRS	sont des indicateurs relatifs

Corrigé n° 34 : Mesure de Performances

1°) le système produit 80 pièces de bonnes sur 100 mises en fabrication. L'inspection peut être assimilée à un autre processus qui croise le premier. En entrées on a 80 pièces « bonnes ». L'inspection n'est fiable qu'à 95 %. Donc 5 % des jugements seront mauvais.

Le nombre de pièces « bonnes » rebutées est donc égal à : $80 \text{ pièces} * 5 \% = 4 \text{ pièces}$.

Le nombre de pièces non conformes vendues est égal à : $20 \text{ pièces} * 5 \% = 1 \text{ pièce}$.

2°) le taux de retour client est le nombre de pièces vendues à tort (parce que mauvaises) sur le total des ventes. Les ventes sont constituées des pièces « bonnes » et reconnues comme telles par le contrôle et des pièces « mauvaises » et non reconnues comme telles par le même contrôle.

Le taux de retour client est donc égal à : $20 \text{ pièces} * 5 \% / (80 \text{ pièces} * 95 \% + 20 \text{ pièces} * 5 \%) = 1 / 77 = 1,3 \%$.

Corrigé n° 35 : Mesure de capacité

Le nombre de lits d'un service de soins ne mesure pas sa capacité. Celle-ci est un débit, c'est-à-dire un nombre de patients qu'on peut soigner par unité de temps. Par exemple, si l'établissement dispose de 120 lits et qu'un patient est traité en moyenne en 2 jours, la capacité est de 60 patients par jour.

Corrigé n° 36 : Calcul d'un TRS

- Le TFB = $7,5 / 8 = 93,75 \%$
- Le Temps utile = $702 / 120 = 5,85$ heures
- Le TFN = $5,85 / 7,5 = 78 \%$
- sachant que toutes les pièces fabriquées sont entrées en stock, le Taux Qualité (TQ) est de 100 %.

Rappel, le TRS = TFB * TFN * TQ.

Ainsi le TRS de cet équipement est = $(0,9375 * 0,78 * 1) * 100 = 73,125 \%$

Corrigé n° 37 : Calcul de TRS

a) Parmi toutes les informations, celle indiquant le nombre de jours ouvrés par mois n'a aucune utilité.

Le taux brut de fonctionnement s'établit facilement à 88,9 % (480 / 540). ①

Le temps de cycle théorique est de 1,2 minute par pièce mais il est en réalité de 1,5 minute par pièce. Ainsi le taux net de fonctionnement est de 93,75 % et le ratio R est égal à : 80 %.

Ainsi, le taux de performance s'établit à 75 % (80 % de 93,75 %). ②

Le taux de Qualité : 90 %. ③

Le TRS, résultat du produit de ① par ② puis par ③ est égal à 60 %.

On retrouve également ce taux si on divise 270 pièces (300 – 30) par 450.

Puisqu'en 540 minutes, sans interruption, à raison de 50 pièces par heure, la production devrait effectivement s'établir à 450 pièces par jour.

b) le premier réflexe, dans le cadre d'une réflexion en JAT, est de réduire le nombre de produits défectueux, afin d'arriver au « zéro défaut », ou à la « Qualité Totale ». En admettant qu'il soit possible d'arriver à un taux de qualité de 100 %, le TRS passe à 66,7 %.

On peut supposer que cette maigre hausse nécessite d'importants efforts. En revanche, tenter d'améliorer simultanément la cadence réelle (48 pièces/h), la production quotidienne (370 pièces/j) et la qualité (10 produits défectueux), permet d'aboutir à un TRS de 80%.

Corrigé n° 38 : Calculs de Kanbans

1- Calcul du nombre optimal de Kanbans :

a) le temps de cycle (ou délai de réaction) « T » qui est le temps qui sépare le moment où le container est entamé du moment où le container revient disponible devant le poste aval. Il se décompose en une succession de durées, dans le cas présent :

- temps d'attente du kanban sur le planning du poste amont : 5 minutes ;
- temps d'enlèvement des bacs dans le poste amont : 15 minutes.
- temps de transport du container muni de son kanban jusqu'à l'atelier aval : 10 minutes ;
- temps de fabrication des pièces du container : 3 min * 10 pièces, soit 30 minutes ;
- temps d'enlèvement des kanbans dans le poste aval : 15 minutes ;
- temps de transit du kanban de l'aval vers l'amont : 5 minutes ;

Pour que le processus fonctionne avec fluidité, il faut que l'atelier aval soit toujours approvisionné ; mais il est inutile qu'il le soit de manière excessive (gaspillage). Ainsi, le stock minimal correspond au stock qui permet à l'atelier aval de satisfaire la demande pendant le temps de cycle :

$T = 5 + 15 + 10 + 30 + 15 + 5 = 80$ minutes soit 1/6 d'une journée de travail.

Sachant que la demande « D » est de 120 pièces et que le nombre de pièces par bac « N » est de 10, on déterminera que le nombre de kanbans $K = (D * T) / N$ soit $(120 * (80 / (8 * 60))) / 10 = 2$ kanbans

b) le temps de cycle suit une loi normale de moyenne 80 minutes et d'écart type 10 minutes. Il est classique de considérer que l'on se protège bien en prenant un stock de sécurité qui inclut 2σ . Ainsi, le temps de cycle moyen sera augmenté de 20 minutes.

Ainsi, la formule : $K = (D * (m_T + (h * \sigma_T))) / N$ ou « h » est une valeur fonction du degré de couverture du risque que l'on souhaite pour le processus ; devient dans le cas présent, $K = (120 * (80 + (2 * 10))) / (8 * 60) / 10 = 2,5$ soit 3 kanbans.

c) dans le cas de lot de production de 40 pièces, le lot économique contiendra donc $q = Q / N$ kanbans. A cause de cette obligation, l'atelier amont doit attendre qu'il y ait les « q » = 4 kanbans sur le planning avant de lancer la fabrication. Cela signifie que le poste aval doit envoyer (q-1) kanbans en plus de celui qui figure déjà sur le planning, avant que l'atelier amont ne commence la fabrication. Ainsi, le délai supplémentaire qui s'ajoute au temps de cycle est égal à (q-1) fois la durée de consommation d'un container par le poste aval (q-1) * d. (dans le cas présent, d = 40 minutes)

Ainsi la formule du nombre de kanbans sera égal à : $K = (D * (T + ((q-1) * d))) / N$

Application numérique : $K = (120 * (80 + (3 * 40))) / (8 * 60) / 10 = 5$ kanbans.

2- en réduisant de moitié les temps de cycle : (hors durée de l'opération de préfinition)

a) $K = (D * T) / N$ soit $(120 * (55 / (8 * 60))) / 10 = 1,375$ ou 2 kanbans

c) $K = (120 * (55 + (3 * 40))) / (8 * 60) / 10 = 4,375$ ou 5 kanbans

Comme nous pouvons le voir dans les calculs précédents, la réduction du temps de cycle de 50 % ne change rien dans les deux cas. Il faudrait que la réduction soit encore plus importante pour que cela affecte le nombre de bacs en circulation.

Corrigé n° 39 : Méthode « Kanban »

a) on retrouve ici le cas d'un stock de fabrication. Au fur et à mesure que l'usine produit elle écoule sa production. D'après les chiffres elle peut produire 100 pièces par heure et la demande annuelle est de 100 000 pièces sur 2 000 heures. La capacité horaire « h » est donc deux fois la demande horaire « X » = 50 p/h.

La formule de la quantité économique dans ce cas est : $Q^* = (2 \cdot C \cdot f / (p \cdot t))^{1/2} \cdot (h / (h - X))^{1/2}$

$$Q^* = (2 \cdot 100\,000 \cdot 120 / (300 \cdot 0,25))^{1/2} \cdot (100 / 50)^{1/2} = 800 \text{ unités}$$

$$\text{Pour mémoire le coût de gestion est : } K^* = 2 (p \cdot t \cdot C \cdot f \cdot (h - X) / h)^{1/2} = 30\,000 \text{ €}$$

b) si la taille d'un conteneur est égale à la quantité économique 800 et si le circuit du conteneur hors temps de fabrication est de 24 heures, alors en incluant le temps de lancement et le temps de fabrication, la durée du circuit complet est de : $2 + (800 / 100) + 24 = 34$ heures

Comme on consomme le contenu d'un conteneur en $800 / (100\,000 / 2\,000) = 16$ heures, il faut : $34 / 16 = 2,125$ soient 3 conteneurs

c) si le temps de lancement descend à 10 minutes alors qu'il est initialement de 2 heures, la réduction est une division par 12. La quantité économique est alors divisée par la racine carrée de 12. On a donc : $Q^* = 800 / \sqrt{12} = 230$ unités

Dans ces conditions le nombre de conteneurs varie puisque le circuit complet n'est plus que de : $(1/6) + (230/100) + 24 = 26,47$ heures

Les conteneurs n'étant plus que de 230 unités, ils retournent au poste toutes les : $230 / 50$ heures (soit 4,6 heures). Le nombre de kanban est donc égal à : $26,47 / 4,6 = 5,75$ soient 6 conteneurs

On fera deux remarques. Premièrement, le nombre de conteneurs ne diminue pas ; il est multiplié par deux. Mais l'encours diminue du fait que la taille des conteneurs est divisée par plus de trois. Deuxièmement, si le temps de lancement est réduit, il est très vraisemblable que les temps de transfert vers l'aval et donc le circuit kanban sont également réduits.

Corrigé n° 40 : Lean Manufacturing

1°) si l'on réalise l'OF de 150 pièces uniquement sur le poste "A" : $T = 35 + (150 \cdot 5) = 785'$ ou 13h 05'

2°) si l'on réalise l'OF de 150 pièces uniquement sur le poste "B" : $T = 44 + (150 \cdot 8) = 1244'$ ou 20h 44'

3°) si « A » et « B » travail en même temps : Combien de pièces devront être réalisées sur chacun des PDC, pour obtenir un temps minimum ?

① $T = 35 + 5A$

② $T = 44 + 8B$

③ $A + B = 150$

$$\text{①} = \text{②} \quad 35 + 5A = 44 + 8B$$

$$5A - 8B = 9$$

Avec ③ $5A - 8 \cdot (150 - A) = 9$

$$5A - 1200 + 8A = 9$$

$$13A = 1209$$

$$A = 1209 / 13 = 93 \quad \text{et} \quad B = 150 - 93 = 57$$

$$T1 = 35 + (93 \cdot 5) = 500' \text{ ou } 8\text{h } 20' \text{ Temps optimum avec 2 PDC et 2 opérateurs}$$

$$T2 = 44 + (57 \cdot 8) = 500'$$

Corrigé n° 41 : Lean Manufacturing

Le temps de cycle de consommation est égal au rapport du temps d'ouverture sur la demande ; ainsi :

$$TCCo = \frac{To}{X} = \frac{(10 * 60) \text{ mn/j}}{300 \text{ u/j}} = 2 \text{ mn/u}$$

Le TCCo décrit dans cet exercice correspond au « Takt Time » de ce flux. Le résultat ci-dessus signifie qu'on ne doit pas passer plus de 2 minutes par unité pour pouvoir sortir les quantités demandées dans le laps de temps disponible.

Comme $\Sigma To_i = 5$ (mn/u), il faut :

$$\Sigma To_i / TCCo = 5 \text{ (mn/u)} / 2 \text{ (mn/u)} = 2,5 \text{ soit 3 postes.}$$

On peut calculer le résultat de la façon équivalente suivante :

$$\text{Un poste peut produire : } 600 \text{ (mn/j)} / 5 \text{ (mn/u)} = 120 \text{ (u/j)}$$

Comme la demande est de $X = 300$ (u/j), le nombre de postes est égal à :

$$300 \text{ (u/j)} / 120 \text{ (u/j)} = 2,5 \text{ soit 3 postes.}$$