

Gestion des Opérations

1) Introduction

Fonction logistique : Ensemble des méthodes et des techniques ayant pour objet d'assurer le flux efficient des matières premières, des produits en cours et des produits finis, depuis leur source d'approvisionnement jusqu'au service après-vente, en passant par l'ensemble des points d'entreposage et de distribution.

Objectifs de livrer (5 B's) :

- Le bon produit;
- Au bon endroit;
- Au bon moment;
- En bon état;
- Au bon prix.

La **production** est l'ensemble des activités de transformation des intrants en extrants.

La **fonction opération** comprend l'ensemble des activités de gestion directement reliées à la production :

- Obtention des ressources et matières premières;
- Planification des opérations;
- Gestion des matières et de l'équipement;
- Gestion de la qualité;
- Organisation du travail;
- Aménagement des espaces.

Environnement PESTE = Politique, Économique, Social, Technologique, Écologique

2 approches :

1. systémique : optimisation du système dans sa globalité (optimum global)
2. analytique : optimisation des composantes individuellement (optimum locaux)

Anatomie du système de gestion des opérations :

- niveau stratégique : système de GO
- niveau tactique : système de pilotage
- niveau opérationnel : système opérationnel

Service = par comparaison avec un bien, qui est un produit tangible, le service est constitué d'un ensemble d'avantages intangibles.

2) Produits et processus

Produits :

- sur spécifications
- standards

Processus

- À l'unité
- En interrompu
- En continu ou semi-continu

Sur-mesure de masse = Un processus de production flexible qui permet de réaliser des produits «sur-mesure» ou personnalisés pour répondre aux besoins de clients individuels, tout en obtenant une efficacité et un volume global presque semblables à la production de masse.

Ingénierie

- Séquentielle
- Simultanée

3) Aménagement

- Linéaire (ou produit)
- Fonctionnel (ou processus)
- Stationnaire (ou fixe)
- Cellulaire

3.1) Exercice p77

Q1 : Processus interrompu

Q2 : Aménagement fonctionnel

Q3 : Produire les produits standards durant les interruptions. Faire une cellule.

Q4 : Changer l'aménagement pour du linéaire

Aménagement \ Processus	Fixe	Fonctionnel	Cellulaire	Linéaire
Continu				
Interrompu				
Unité				

3.2) Organisation du travail

- Étude des méthodes
 - Graphique d'opérations

- Circulation des produits
- Mesure du travail
 - Chronométrage : Facteur d'allure et majoration → Temps standard
 - Sondage :
 - Temps prédéterminés

Amélioration continue vs ré-ingénierie des processus

3.3) Productivité

Combien d'extrants en fonction des intrants?

4) Capacité

Cycle d'opération d'un poste = (C, aussi appelé cycle de production) est l'intervalle de temps entre la «sortie» de deux unités consécutives. Dans le cas d'un travail à la chaîne, le cycle d'opération de la chaîne est égale au cycle d'opération de l'étape qui constitue le goulot d'étranglement (à condition que le rythme d'alimentation de la chaîne soit égal ou supérieur au cycle d'opération du goulot).

$$\text{Cycle} = \text{Temps standard} / \text{Nombre de poste travaillant en parallèle}$$

Cadence = Nombre d'unités produites par unité de temps, généralement en heures. (si on exprime le cycle de production en heures, la cadence horaire est égale à l'inverse du cycle de production). Dans le cas d'une chaîne non équilibrée, la cadence de la chaîne est égale à la cadence du goulot d'étranglement.

$$\text{Cadence} = 60 \text{ minutes} / \text{Cycle de production}$$

$$\text{Capacité} = \text{Cadence} \times \text{Tps de travail}$$

Processus parallèle :

3 postes, TS (poste) = 5 min

→ Cycle = 5 min / 3 = 1,67 min

→ Cadence = 60 / 1.67 = 35,93 unités

→ Capacité = 35,93 x 8 heures = 287,43 unités

Processus séquentiel :

TS = 5 min

Cycle = TS (goulot) = 2,2 min

Cadence = 60 / 2,2 = 27,3 unités

Capacité = 27,3 x 8 heures = 218,2 unités

Étapes	Tps Standard	# poste	Cycle	Cadence	Accumulation
1	6	2	3 min	20	2,86

Étapes	Tps Standard	# poste	Cycle	Cadence	Accumulation
2	3,5	1	3,5	17,14	2,14
3	12	3	4	15	0
4	7,6	2	3,8	15,79	0
5	2	1	2	30	

Équilibrage des opérations : Processus d'assignation des tâches à des postes de travail de manière que le temps d'exécution soit approximativement égal pour chaque poste.

Le **taux d'occupation** reflète la présence de déséquilibres entre les étapes d'un système multi-étapes. Ainsi, certaines étapes ne peuvent pas fonctionner à pleine capacité (parce qu'un goulot est situé en amont), ou encore ne doivent pas fonctionner à pleine capacité (parce qu'un goulot est situé en aval). Seule l'étape goulot peut et doit être utilisée à pleine capacité.

$Tx \text{ d'occupation} = \text{Cadence (goulot)} / \text{Cadence (étape)} = \text{Cycle (étape)} / \text{Cycle (goulot)}$

Étapes	Tps Standard	# poste	Cycle (min)	Cadence (unité/heure)	Taux d'occupation
1	6	2	3 min	20	75%
2	3,5	1	3,5	17,14	88%
3	12	3	4	15	100%
4	7,6	2	3,8	15,79	95%
5	2	1	2	30	50%

4.1) Exercice p115

Étapes	TOM	FA	Tps normalisé	Majoration	Tps Standard	# de pot	TS / pot	# poste	Cycle	Cadence
1	8,5	85	7,225	20%	8,67	3	2,89	1	2,89	20,76
2	3,2	90	2,88	35%	3,888	1	3,88	2	1,944	30,86
3	1,7	115	1,953	35%	2,64	1	2,64	1	2,64	22,73
4	15	100	15	20%	18	6	3	1	3	20
							12,41 min			

A) TS / pot = 12,41 min

B) Cadence = 20 pots / hre

C)

Étapes	TOM	FA	Tps normalisé	Majoration	Tps Standard	# de pot	TS / pot	# poste	Cycle	Cadence
1	8,5	85	7,225	20%	8,67	3	2,89	1	2,89	20,76
2	3,2	90	2,88	35%	3,888	1	3,88	2	1,944	30,86
3	1,7	115	1,953	35%	2,64	1	2,64	1	2,64	22,73
4A	9	100	9	20%	10,8	4	2,7	1	2,7	22,22

Cadence = 20,76 pots / hre

D)

Étapes	TOM	FA	Tps normalisé	Majoration	Tps Standard	# de pot	TS / pot	# poste	Cycle	Cadence
1	8,5	85	7,225	20%	8,67	3	2,89	1	6,346	9,455
2	3,2	90	2,88	20%	3,456	1	3,46			
3	1,7	115	1,953	20%	2,346	1	2,34	1	5,346	11,223
4	15	100	15	20%	18	6	3			

Capacité de conception : « Quantité maximale théorique de produits pouvant être réalisée par un système opérationnel donné durant une période précise de temps dans des conditions de fonctionnement préétablies ».

Capacité réelle : « La production optimale réalisée compte tenu d'une combinaison de produits et de problèmes d'ordonnancement, d'entretien des machines, de facteurs de qualité, etc. ».

$$\begin{aligned} \text{Capacité de conception} - \text{Arrêts prévus} &= \text{Capacité réelle} \\ \text{Capacité réelle} - \text{Arrêts imprévus} &= \text{Production réelle} \end{aligned}$$

SMED : Single Minute Exchange of Die

Une démarche d'étude du travail qui se concentre sur les opérations de mise en route pour en réduire la durée :

- Transformer les activités internes en activités externes, qui peuvent être faites à l'avance;
- Réduire la durée des activités internes.

Prévision : Fonction permettant d'estimer la demande future pour les biens et les services offerts par l'entreprise, qui est établie soit mathématiquement (données historiques), soit intuitivement (connaissance du marché), soit en combinant les deux méthodes.

Méthode qualitative : Prévision qui utilise des données subjectives. Dépendent du jugement, de l'expérience et de l'expertise de ceux qui formulent les prévisions.

5) Qualité

Contrôle de la qualité : Vérification de la conformité d'un bien ou d'un service par rapport aux spécifications.

Sachant que tout procédé varie, mais que les clients (ou le fabricant lui-même) souhaitent le respect de la valeur nominale et des tolérances pour certaines caractéristiques du produit, il faut évaluer l'aptitude du procédé à respecter ces tolérances. C'est ce qu'on appelle la **capacité opérationnelle** du procédé. Il s'agit donc d'une comparaison entre la variation naturelle (des produits) générée par le procédé et les tolérances fixées.

Capacité opérationnelle : « Capacité d'un processus de produire des biens et des services à l'intérieur de limites de tolérance spécifiées, appelées spécifications ».

Coeff de capacité opérationnelle = Intervalle de tolérance / Étendue des variations du procédé
= (Tolérance supérieure – Tolérance inférieure) / (6 x moyenne des étendues / d2)

5.1) Les Sucres Pacifique

a) Moyenne des moyennes : 2,036

Moyenne des étendues : 0,056

Sac de 2kg. Tolérance de l'industrie : 5%

LTS : 2,1 Kg. LTI : 2,0 Kg

Carte des moyennes :

$$LCS = 2,036 + (0,483 \times 0,056) = 2,063$$

$$LCI = 2,036 - (0,483 \times 0,056) = 2,009$$

Carte des étendues :

$$LCS = 2,004 \times 0,056 = 0,112$$

$$LCI = 0,0 \times 0,056 = 0$$

$$d) \text{ Capacité opérationnelle} = (LTS - LTI) / (6 \times 0,056) / d2 = (2,1 - 2,0) / (6 \times 0,056) / 2,534 = 0,75$$

Je ne respecte pas les attentes de mes clients (< 1).

6) Gestion des stocks

6.1) Types de stock

- Stocks de matières premières
- Stocks de produits en cours (PEC)
- Stocks de composants
- Stocks de produits finis
- Stocks ERO (Entretien, Réparation, Opération)

6.2) Fonctions des stocks

- Stocks cycliques (ou de lotissement)
- Stocks tampons
- Stocks d'anticipation (saisonniers ou spéculatifs)
- Stocks de transit (ou d'amorçage)
- Stocks de sécurité (demande ou délai probabiliste)

6.3) Coûts

- Coût d'acquisition
- Coût de stockage (entreposage)
- Coût de commande (ou de mise en course)
- Coût de pénurie

6.4) Modèle du lot économique simple (QEC)

Hypothèses

- Un seul produit en cause;
- Connaissance de la demande annuelle à satisfaire;
- Taux de consommation à peu près constant durant l'année;
- Délai de livraison ou d'approvisionnement constant;
- Chaque commande livrée en une seule fois;
- Pas de remise sur achat en gros.

$$QEC = \sqrt{\frac{2 \times Dt \times C_c}{C_e}}$$

Intervalle de commande

$$i = \frac{QEC}{2} \times \text{Nombre de jours/année}$$

Coût total

$$CT = \frac{QEC}{2} \times C_e + \frac{DT}{QEC} \times C_c$$

6.5) Modèle à quantité fixe et période variable

u : taux de consommation.

d : délai d'approvisionnement.

Ss : Stock de sécurité.

sigma : écart-type de la consommation u durant la période de livraison d.

Point de commande

$$PC = u \times d + S_s$$

Niveau de service = 100% - Risque de rupture de stock/pénurie

Stock de sécurité

$$S_s = z \times \sigma_{d,u}$$

Point de commande quand u varie

$$PC = \bar{u} \times d + z \times \sqrt{d} \times \sigma_u$$

Point de commande quand d varie

$$PC = u \times \bar{d} + z \times u \times \sigma_d$$

Point de commande quand u et d varient

$$PC = \bar{u} \times \bar{d} + z \times \sqrt{\bar{d} \times \sigma_u^2 + \bar{u}^2 \times \sigma_d^2}$$

E(n) : nombre probable d'unités en souffrance par cycle de commande

$$E(n) = E(z) \times \sigma_{u,d}$$

NSa : Niveau de service annuel

$$NSa = 1 - \frac{E(z) \times \sigma_{u,d}}{QC}$$

6.6) Modèle à période fixe et quantité variable

Sa : Stock actuel

Intervalle de commande

$$i = \frac{QEC}{DT} \times \text{Nombre de jours/année} = \frac{QEC}{\mu}$$

Qté à commander = Consommation prévue + Stock de sécurité – Qté en main

$$QC = \bar{\mu} \times (i + d) + z \times \sigma_{\mu} \sqrt{(i + d)} - S_a$$

6.7) Exercice slide 40

Ss = 32 paniers

PC = 1232 paniers

QEC = 4400 paniers

commandes = $145\,600 / 4\,400 = 33$ commandes

Coût total = $669,6 + 660 + 436\,800 = 438\,129,60$ \$

6.8) Exercice slide 45

DT = 32 000 mcx

QEC = 1600 mcx

$nu = 32\,000 / 240 \text{ jour/an} = 133 \text{ mcx/jr}$

$i = QEC / nu = 1600 / 133 = 12$ jours

6.9) Exercice slide 47/48

240 jours par an → 20 jours par mois → $i = 20$.

$d = 5$ jours

$nu = 15$ PCE

$\sigma = 2$

stock actuel $S_a = 102$ PCE

Niveau de service = 95%

Table (95%) → $z = 1.645$ → $S_s = 16,45 \sim 17$ PCE

niv cible = 392 tubes → $QC = \text{niv cible} - S_a = 290$ PCE

Coût de commande = 30\$

Coût d'achat = 5\$

Coût d'entreposage = 1,5 \$

12 commandes par an

$Dt = 240 \text{ jours} \times 15 \text{ PCE/jours} = 3\,600$ tubes par an → $QC \text{ moyen} = 3600 / 12 = 300$ tubes

Attention : Utiliser la moyenne dans la formule du coût total

$Ct = 250,5 + 360 + 18\,000 = 18\,610,5$ \$ à période fixe.

À qté fixe, QEC = 379,47 ~ 380 PCE

$S_s = 7,4 \rightarrow 8$ PCE

$C_t = 297 + 284,21 + 18\ 000 = 18\ 581,2$ \$

6.10) Exercice RAQ +

250 jours/an. nu = 20 boîtes/jour. sigma = 5 boîtes/jour. Ca = 4\$. PC = 155 PCE. d = 7 jours.

QEC = 500 boîtes. Cc = 20\$. Niv serv cible = 98%.

$S_s = 155 - (20 \times 7) = 15 \rightarrow z = S_s / \dots = 1.13 \rightarrow$ niv serv réel = 87,08%

Faire varier le délai et/ou le stock de sécurité.

Niv serv = 98% $\rightarrow z = 2,055 \rightarrow S_s = 27,18 \sim 28$ PCE

$S_s = 15 \rightarrow d = 2,13 \sim 2$ jours

Q3) Il nous manque le coût d'entreposage :

QEC = 2 x Dt x ... $\rightarrow C_e = 0,8$ \$

$C_t = 212 + 200 + 20\ 000 = 20\ 412$ \$

Q4) nu = 10 boîtes. Sigma = 3 boîtes. Ca = 30\$. Ce = 4,5\$. Cc = 15\$. d = 3 jours. Pénurie = 3% \rightarrow Niv serv = 97% $\rightarrow z = 1.88$. i = 10 jours.

$S_s = 20,33 \sim 21$ boîtes.

QC = Dt / # commande = (10 x 250) / (250 / 10) = 100 boîtes

$C_t = 319,5 + 375 + 75\ 000 = 75\ 694,5$ \$

Q5) QEC = 129,1 ~ 129 boîtes $\rightarrow i = 129 / 10 = 12,9 \sim 13$ jours

Q6) QEC = 129 boîtes $\rightarrow S_s = 9,77 \sim 10$ boîtes $\rightarrow C_t = 335,25 + 290,70 + 75\ 000 = 75\ 625,95$ \$ \rightarrow

Économie = 68,55\$

7) Planification globale et détaillée

7.1) Plan global de production (PGP)

Système de pilotage et stratégie des opérations :

- conception sur commande
- fabrication sur commande
- assemblage sur commande
- fabrication pour stocks

Niveaux de planification :

- Plan global de production : planification des ressources (unité équivalentes)
- Plan directeur de production : planification sommaire de la capacité (produits finis)
- Plan des besoins matières : Planification des besoins de capacité (matières premières)
- Ordonnancement : Contrôle des intrants/extrants (commandes clients)

Type de stratégie pour la planification globale :

- Nivellement (production constante)
- Synchrones (production = demande, en tout temps)
- Hybride ou modérée (production constante par période)

Étapes de préparation du plan global optimal :

- La collecte des informations requises
- L'analyse des coûts unitaires des éléments de stratégie
- L'analyse des arbitrages entre les différents éléments de stratégie
- L'élaboration de plans correspondant à diverses stratégies et l'évaluation économique de ces plans
- L'intégration des variables et contraintes non quantifiées
- Le choix du plan optimal

7.2) Plan directeur de production (PDP)

Intrants :

- Les stocks de début ou initiaux (Si);
- Les prévisions pour chaque période couvertes par le PDP;
- Les commandes clients (commandes déjà acceptées des clients);
- La capacité globale disponible selon le plan global de production.

Étapes :

- Identification des produits;
- Élaboration du tableau PDP pour chaque produit en unités réelles en fonction des données disponibles (prévision de la demande; commandes acceptées, stocks initial et final; choix de lotissement; délais de fabrication) et des contraintes spécifiées;

- Sommaire des capacités en unités équivalentes (pour l'ensemble des produits);
- Vérification du respect des contraintes (limites de capacité de production; niveau des stocks, etc.)

Élaboration du plan final :

- Équilibrer la fabrication des produits pour tenir compte de toutes les contraintes. Déplacer les P_i ;
- Recalculer les S_i ;
- Calculer $DV_1 = S_0 + P_1 - C_1 - C_2 - C_3 - \dots$
- Calculer DV_i pour toutes les périodes où $P_i > 0$, c'est-à-dire où il y a une production planifiée :
 - $DV_i = P_i - C_i - C_{i+1} - C_{i+2} - \dots$
 - $DV_i = P_i - C_i$ des prochaines périodes jusqu'au C_i de la prochaine période de production, mais ne l'incluant pas.
- Procéder à l'équilibrage des DV_i .

8) Planification des besoins matières (PBM)

Demande :

- indépendante : Produits ou pièces de rechange
- dépendante : composants, matières premières

But du PBM :

- Combien fabriquer ou acheter
- Quand fabriquer ou acheter

Intrants :

- PDP
- BOM
- Stocks initiaux en matières premières ou composants
- Délais de fabrication ou de livraison de chacun des composants

Politique de lotissement :

- lot pour lot : on fabrique/achète la quantité requise
- Lot de taille fixe : on fabrique/achète un multiple de X
- Lot de taille minimale fixe : Si le besoin net est supérieur à X , on commande exactement la quantité requise.
- Nombre de périodes

8.1) Exercice Renzer (p293)

a) Fabriqués : X1, B-36, B-19, A-22

Achetés : A-14, C, D

b) Demande indépendante : X1. Demande dépendante : tous les autres.

c) $B36 = 5 \times C$. $A22 = 3C$, mais $X = 2 \times B19 \rightarrow$ J'ai besoin de 11 C pour faire 1 X1.

d) 5 semaines.

8.2) Exercice Femplast (p 295)

Fev 1 : 800. Fev 2 : 1600. Fev 3 : 1600. Fev 4 : 1600. Mar 1 : 800.

9) Ordonnancement

Règles de priorité :

- TOC : Temps d'opération le plus court
- DP : Date de livraison promise la plus rapprochée
- PEPS : Premier entré, premier sorti (Par ordre d'arrivée)
- MLM : Marge libre minimale (nombre de jours avant la livraison moins le temps d'opération pour compléter la commande)
- RC : Ratio critique (nombre de jours avant la livraison divisé par le temps d'opération pour compléter la commande)

KPI :

- Temps total dans le système
- Nombre moyen de commandes dans le système
- Retard moyen
- Nombre de retards
- Taux d'utilisation de la capacité

Méthode du chemin critique :

- Établir la table des préalables
- Établir le réseau des activités (sur les nœuds ou sur les arcs)
- Établir l'échéancier des étapes du projet :
 - En haut, à gauche : date de début au plus tôt
 - En haut, à droite : date de fin au plus tôt
 - En bas à droite : date de fin au plus tard
 - En bas à gauche : date de fin au plus tôt

10) Juste à temps & Lean

10.1) Juste à temps

Développé chez Toyota en 1970.

Objectif de zéro stock.

Système de gestion de la production en flux tendu visant la fabrication et le stockage des bonnes quantités au bon moment, à chaque étape du processus.

Au sens restreint : comme un système qui “fabrique et livre des produits finis juste à temps pour être vendus, des sous-ensembles juste à temps pour être assemblés en produits finis et des matières achetées juste à temps pour être transformées en composants”.

Au sens large : comme un système de gestion basée sur une philosophie d’amélioration continue de la qualité et de la productivité, et soutenue par deux principes :

- L’élimination du gaspillage,
- Le respect de la personne.

Little JIT :

- Inventaire bas
- Flot de production doux

Réduire la taille des lots :

- Réduction des stocks;
- Moins d’espace d’entreposage;
- Plus grande flexibilité de la production;
- Moins de réusinages en cas de défauts;
- Équilibrage des opérations facilité.

MAIS il faut :

- réduire le coût de commande
- réduire les temps de mise en course
- identifier d’où viennent les pénuries
- réduire les retards
- réduire les risques d’unités défectueuses
- réduire les pannes → méthodes des 5S : débarras, rangement, nettoyage, ordre et rigueur

Passer d’un système « push » à « pull »

Système Kanban

Modèle Toyota :

- Fonder les décisions stratégiques sur une philosophie à long terme.
- Le bon processus produira les bons résultats.
 - Organiser le processus en pièce par pièce pour déceler les problèmes. (production en petits lots)
 - Utiliser des systèmes tirés pour éviter la surproduction (JAT)
 - Lisser la charge de travail (niveler la production quotidienne)
 - Encourager la résolution immédiate des problèmes. (lumière + sirène) Obtenir la qualité au

- premier coup (l'ingénierie simultanée)
- La standardisation des tâches est à la base de l'amélioration continue et de la responsabilisation des employés. (Procédure détaillée écrite)
 - Utilisez des contrôles visuels pour qu'aucun problème ne reste caché
 - Utilisez des technologies fiables, longuement éprouvés qui servent vos collaborateurs et vos processus
 - Valoriser votre entreprise en développant les employés et les partenaires.
 - Former des responsables qui maîtrisent parfaitement le travail, sont imprégnés de la philosophie Toyota et l'enseignent aux autres.(maîtriser les outils d'amélioration)
 - Former des individus et des équipes exceptionnelles qui appliquent la philosophie de votre entreprise.
 - Respecter votre réseau de partenaires et de fournisseurs en les encourageant et en les aidant à progresser. (enseigner aux fournisseurs les techniques du JAT et du lean)
 - La résolution continue des problèmes pilote l'apprentissage de l'entreprise.
 - Allez sur le terrain pour bien comprendre la situation
 - Décidez en prenant le temps nécessaire, par consensus, en examinant en détail toutes les options. Appliquer rapidement les décisions
 - Devenez une entreprise apprenante grâce à la réflexion systématique et à l'amélioration continue