

Le JAT et le Pilotage en flux tirés
Dimensionnement des boucles Kanban

Jean-Marie Bomy

Le JAT et le pilotage en flux tiré.

Préambule

Le "juste à temps" implique, entre autre, la maîtrise du temps. Pour être compétitive, une entreprise doit maîtriser les trois éléments consécutifs de la stratégie de production :

- le produit
- le processus
- le temps.

Le thème de ce texte concerne essentiellement le troisième, mais on doit avoir en mémoire que pour maîtriser le temps dans des conditions optimales, une démarche sophistiquée devra être appliquée à la définition du produit et du processus (conception/industrialisation).

Ce texte présente une démarche utilisable pour la mise en place d'une gestion en flux tirés par la demande clients dans le cas où la nature de cette demande implique des anticipations sous forme de stocks.

Après un rappel sur le concept "chaîne logistique globale" et l'élément "Temps", nous déroulerons cette démarche en passant par les cinq phases suivantes :

- 1 - Etablir la réalité de la demande.
- 2 - Faire le choix des stades de stockage.
- 3 - Calculer le dimensionnement des flux et, en particulier, d'une boucle Kanban.
- 4 - Choisir un système de pilotage.
- 5 - Assurer le suivi et mesurer la performance.

Le dernier paragraphe soulignera quatre principes de base pour réussir la mise en œuvre d'une action Jat.

La chaîne logistique globale.

L'entreprise part du client pour remonter au fournisseur. Seule une bonne maîtrise de cet ensemble peut assurer une performance globale. Il faut donc faire évoluer la notion de gestion de production (qui

concerne, en général, uniquement la partie de flux de produits qui sont "dans les murs" de l'unité de production) vers la notion de gestion de flux qui englobe toutes les fonctions. La création d'une fonction "logistique intégrée" traduit cette évolution ; elle regroupe des fonctions traditionnellement dispersées (administration des ventes, expéditions, ordo/lancement, gestion stocks, appros,...).

Le temps

La sanction de la non-maîtrise du facteur temps est le non-respect du délai et par conséquent une qualité de service dégradée.

Ce problème est simple à poser ; il suffit de distinguer puis de comparer deux éléments :

- le délai client ("délai commercial" pour le client final),
- le délai d'obtention (délai total de réalisation de l'ordre reçu).

Cette comparaison indiquera les pistes de "stratégie de production" à suivre, essentiellement :

- détermination des niveaux d'anticipation nécessaires,
- localisation des actions d'amélioration à entreprendre.

Un excellent développement des notions ci-dessus a été fait par Raymond Biteau dans le numéro 3/92 de la Revue Française de Gestion Industrielle sous l'appellation "Ratio d'Incertitude". Il suffit donc de se reporter à cet article pour en connaître les détails.

La démarche J.A.T.

On doit distinguer cinq phases :

1. Réalité de la demande

Avant toute chose, il s'agit d'établir les besoins réels du client. La plupart du temps la demande est déformée par les systèmes existants. Il faut donc :

- Faire une analyse objective et fouillée des besoins du marché et instituer la "transparence" (tout le monde travaille avec la même "vérité").

- Déterminer les avantages compétitifs visés (voir ci-dessous).
- Etablir le statut de chaque article commercialisé ; à ce stade, c'est principalement le délai commercial (celui qui satisfait le client = D.C.) qui est fixé.

Les avantages compétitifs

Une entreprise peut être concurrentielle sur les points suivants :

- **Prix** (coûts)
- **Qualité** (conformité produit/perception clients)
- **Rapidité de livraison**
- **Respect du délai**
- **Flexibilité** (capacité d'adaptation aux variations de la demande en diversité et en volume)
- **Conception produit** (technologie, gamme variantes, options,...)
- **Service après vente**
- **Image** (entreprise ou produit).

Selon les cas, il s'agit de (d'après une terminologie APICS) :

- **Avantage qualifiant** : indispensable pour se présenter sur le marché.
- **Avantage gagnant** : permet d'enlever les commandes.

2. Choix du (des) stade(s) de stockage

Pour le stade le plus en aval dans le processus (point de découplage entre demande marché et production), c'est la comparaison Délai commercial/Délai d'obtention qui donne la réponse. Les stades de stockage sont fonction des nécessités d'anticipation (Cf. paragraphe "le Temps" ci-dessus).

Il y a trois grandes catégories de stades de stockage dans la chaîne logistique :

- Stade "Produit Finis (P.F.) correspondant au niveau zéro de la nomenclature.
- Stade "Produit Semi-ouvrés" (P.S.O.) ou "Sous-Ensembles" (S.E.), correspondant aux niveaux intermédiaires de la nomenclature.
- Stade "Articles achevés" (MP et composants) correspondant au niveau inférieur de la nomenclature.

Les critères à prendre en compte pour choisir le ou les stades de stockage nécessaires sont issus principalement de :

- niveau de performance à fournir (Cf. avantages compétitifs visés),
- contraintes du système de production et d'approvisionnement.

Les stades de stockage étant définis, il reste à déterminer la localisation géographique du stock. Par exemple un stock PF peut être chez le producteur, dans un dépôt, chez le client,...

Cette détermination prendra en compte les différentes contraintes physiques telles que les distances, volumes, sécurité,... et visera la réduction maximale des coûts de transport et de magasinage.

Dans tous les cas, la composition d'un stock devra pouvoir être approchée de l'un ou plusieurs des cinq types présentés page suivante.

Une bonne connaissance de cette typologie qui définit les origines des stocks est en effet indispensable si l'on veut s'attaquer ensuite à leur réduction (tension des flux).

Types de stocks

1. **Transport/manutention** (Pipeline inventory) :
relatif à la "géographie" du système de production.
2. **Taille de lot** (Cycle inventory) :
lié aux temps de changement de fabrication.
3. **Sécurité** (Buffer inventory)
pour couvrir les aléas de consommation ou de livraison.
Proportionnel au taux de service visé.
4. **Régulation** (Decoupling inventory) :
entre des postes à cadences de production non synchronisées
ou à certain(s) stade(s) du processus lorsque le délai
"client" est inférieur au(x) délai(s) d'obtention.
5. **Anticipation** (Capacity-related inventory) :
en prévision d'une pointe de charge non couverte par la
capacité disponible.

3. Dimensionnement

Une fois déterminé où mettre des stocks, il faut déterminer **combien** en mettre.

Les données de base pour cette phase sont, pour chaque article stocké (quel que soit le stade de stockage) :

- la prévision de consommation et son incertitude (moyenne + écart type),
- le taux de service visé,
- le délai d'obtention,
- la taille de lot (d'appro ou de fabrication).

(Nota - Ces éléments complètent le "statut article" initialisé au point 1 : "Réalité de la demande".)

La prévision de la consommation est élaborée (généralement par le commercial) pour les articles à besoins indépendants et calculée pour les autres (Cf. module "calcul des besoins bruts" du MRP).

L'élaboration de la prévision est une fonction primordiale généralement exécutée de façon confuse et "rustique". Il n'est, par exemple, pas rare de constater qu'en fait, c'est la production qui établit les prévisions de ventes !

L'utilisation de progiciels (type Forecast-pro ou Calprev), capables d'analyser l'historique et de proposer des projections plus ou moins sophistiquées, est à recommander dans la mesure où une obligation de formalisation dans ce domaine n'est pas superflue, et qu'un outil de simulation devient vite indispensable.

L'incertitude et le taux de service serviront à définir le stock de sécurité.

La taille du lot (pour moitié) s'y ajoutera pour donner la valeur du stock moyen à entretenir pour assurer le débit prévu dans les conditions de performance visées.

Voir exemple de calculs, page suivante. Un rythme d'actualisation de ces calculs est à définir en fonction de la nature de l'activité gérée.

Le dimensionnement des moyens de production (hommes et machines) se fait par calcul des charges prévisionnelles à partir des mêmes prévisions.

Calcul de dimensionnement

- Statut d'un article acheté géré "sur stock" (D.C. = O) :
 - Demande moyenne mensuelle/calculée (CBB) :
 $D_m = 641$
 - Incertitude (Ecart type) : $\sigma_m = 240$
 - Taux de service visé : 98 %
 - Taille de lot d'appro : $q = 500$
 - Délai d'obtention : $d = 45$ J.O.
 - Unité conditionnement : U.C. = 250

- Calcul du stock de sécurité :
 - Ecart type pendant le délai d'obtention :
 $\sigma_d = 240 \times \sqrt{45/21} = 351$, considérant un mois moyen de 21 J.O. (jours ouvrables)
 - Coefficient de sécurité = 2, pour 98 % de probabilité de servir la demande (selon tables de la loi normale)
 - Stock de sécurité : $SS = 351 \times 2 = 702$

- Calcul du stock moyen :
 $S_m = SS + q/2$
 $= 702 + 500/2 = 952$

Permet de déterminer à titre prévisionnel le Besoin en Fond de Roulement (BFR) lié au stock ainsi que le coût de possession de ce stock (taux à définir par l'entreprise : minimum 20 % de la valeur moyenne stockée sur un an).

- Calcul d'une boucle Kanban
 Il s'agit de déterminer le nombre (N) d'étiquettes de 250 pièces (valeur de l'unité de conditionnement) à mettre en circulation en fonction des éléments du statut article.

$$N = \frac{SS + q + (D_m \times d)}{U.C.}$$

ce qui donne ici :

$$N = \frac{702 + 500 + (641 \times 45/21)}{250}$$

soit $N = 10$ étiquettes.

4. Pilotage

Les "tuyaux" étant correctement dimensionnés, il reste à mettre en place le système d'ouverture et de régulation des vannes.

Dans tous les cas il faut rechercher un pilotage par la demande réelle : application du principe de l'appel par l'aval ou "flux tiré". Le Kanban est un outil qui permet de mettre en œuvre ce principe ; il se substitue aux OF traditionnels.

Il peut y avoir une boucle Kanban entre chaque stade de stockage et son fournisseur (amont).

5. Suivi - Mesure de la performance

La plupart du temps, les indicateurs en place sont plutôt de type "comptable" et ne permettent pas de mesurer correctement l'impact d'une démarche JAT. Il est nécessaire de réfléchir à d'autres types de tableaux de bord s'appuyant sur des indicateurs "physiques" du type :

- taux de service
- niveau de stocks
- indice de productivité par ligne
- ratio de tension des flux (Cf. n° 3/92 de la Revue)
- etc...

qui permettent de juger de l'**efficacité** des flux et pas seulement de l'**efficience** des entités.

Mise en œuvre d'une démarche JAT

Ces quelques principes doivent être retenus :

- Travailler en groupes pluridisciplinaires. En particulier, les données commerciales constituant le point d'entrée dans le système de production, il est illusoire de monter un système de GP sans la participation active de la Fonction Commerciale.
- Appliquer une démarche expérimentale en travaillant sur des chantiers pilotes avant d'envisager une généralisation.

- Ne pas raisonner "outil" avant d'avoir défini une stratégie de production et les méthodes permettant sa mise en œuvre.
- Se donner le temps nécessaire ; une action JAT s'inscrit dans une perspective de durée. Aucun système ne permet, dans une entreprise "normalement" organisée, d'atteindre la maîtrise totale des flux en six mois ou un an.

Annexes à l'article

"Le JAT et le pilotage en Flux Tirés"

Exemples de tableaux de calcul de boucles Kanban.

1/ Tableau intitulé "*G.E. Rivetés*"

Cet exemple a été traité dans une entreprise fabricant des matériaux de friction. C'est de ce calcul manuel (1^{ère} colonne) que sont extraites les valeurs reprises dans l'encadré de l'article. Il présente l'avantage de présenter visuellement la répartition des étiquettes en rapport avec les différents paramètres de gestion (q = taille de lot, CMD = consommation moyenne pendant le délai, SS = stock de sécurité).

2/ Tableau "*statut des articles achetés*"

Il s'agit d'un tableau établi chez un fabricant d'articles électromécaniques (mécanismes d'enroulement). Il dimensionne une boucle d'approvisionnement avec les fournisseurs. Il définit également le stock moyen objectif ; le niveau du stock devenant un indicateur de performance (associé au taux de service : ici 98 % = coefficient 2 sur écart type pendant le délai d'appro).

3/ Tableau "*143 articles*"

Il s'agit d'un tableau de gestion d'appro de palettes dans une entreprise de la filière bois. Il fait apparaître trois hypothèses de niveau de sécurité (coef. 1,2, 1,5 et 1,8).

G.E Rivetée		Date : 23/1/89				
Stockage Kanban (Etiquettes) des ACIERS						
Ref →	014622 ^Z	014066 ^A	005629 ^P	014065 [*]	014067 ^L	
\bar{X}	641	1150	1167	250	136	
σ	240	280	320	170	106	
Délai d'appro	45 jours	45 jours	45 jours	45 jours	50 jours	
Taille du lot	500	500	500	500	200	
Taille de cond.	250	500	500	250	100	
Nbre de livraison	14/an	25	26	6	8	
σ_D	351	410	468	250	250	
Stock sécurité u:2: (98% Tx de service)	702	820	936	500	500	
Stock moyen	952	1100	1200	750	600	
C.M.D	1373	2500	2500	535	324	
	1 étiquette =250	1 étiquette =500	1 étiquette =500	1 étiquette =250	1 étiquette =100	
Q						
CMD						
SS						
	10 Etiquettes	8 Etiquettes	8 Etiquettes	6 Etiquettes	10 Etiquettes	

143	Articles	Fam	11	MOY	11	EC.TY	MAX	STOCK	10/3	Nb	D	M=21	k=1,2	k=1,5	k=1,8	Stock	1/1	PCde	PCde	SM0y	2°E	SM0y	5°E	SM0y	8°E	Unl	Nbre	Kanban					
PRIX	CODE	S/F#	Fam	(Nb)	Fév-92	Fév-93	Xmois	Xmois	Xmois	Xmois	Xmois	E. I. D	S. Sec	1.2°E	1.5°E	1.8°E	Nb	(KF)	Nb	(KF)	Nb	(KF)	Lot	Tot									
70.00	PAL054	300	115	74	74	84	252	92	6,44	5	14	69	82	103	123	49	25	131	182	173	95	7	115	8	136	10	25	5	2	1	8		
63.00	PAL057	300									14						25									25				1	1		
67.00	PAL058	300									14															25				1	1		
154.00	PAL059	300	0	0	1	3	14	2,16	196	14	1	1	1	1	1	0	25	1	1	2	13	2	14	2	14	2	14	2	25	1	0	1	2
151.71	PAL060	300	25	13	13	22	76	78	11,83	25	14	18	22	27	32	9	25	30	36	41	34	5	40	6	45	7	25	2	0	1	3		
54.80	PAL061	300	120	119	119	101	315	103	5,84	4	14	83	93	124	149	79	25	178	203	228	112	6	137	7	161	9	25	5	3	1	10		
52.36	PAL062	300	36	3	10	36	121	6,34	155	14	8	10	13	15	2	25	12	15	17	23	1	25	1	28	1	25	1	0	1	2			
102.78	PAL063	300	162	93	59	64	177	146	15,01	7	14	52	62	78	94	62	25	124	140	155	75	8	90	9	106	11	25	4	2	1	7		
40.30	PAL064	300	2	1	3	8	23	0,93	54	14	3	3	4	5	1	25	4	5	6	16	1	17	1	17	1	25	1	0	1	2			
38.30	PAL065	300	0	1	5	34	1,30	314	14	1	1	1	1	1	1	0	25	1	1	13	0	14	0	14	0	25	1	0	1	2			
36.30	PAL066	300	0	1	3	35	1,27	539	14	1	1	1	1	1	1	0	25	1	1	13	0	13	0	13	0	25	1	0	1	2			
34.30	PAL067	300	0	1	2	28	0,96	647	14	0	1	1	1	1	1	0	25	1	1	13	0	13	0	13	0	25	1	0	1	2			
258.80	PAL068	300	81	17	12	28	81			14	23	27	34	41	12	25	39	46	53	40	10	47	12	54	14	25	2	0	1	3			
80.00	PAL070	400	1	0	1	2				14	1	1	1	1	1	0	25	1	1	2	13	1	14	1	14	1	25	1	0	1	2		
81.60	PAL073	400	3	3	2	6	14	36	2,94	49	14	5	5	7	8	2	25	7	9	10	18	1	19	2	21	2	25	1	0	1	2		
83.25	PAL076	400	5	2	10	24	29	2,41	23	14	8	10	12	15	4	25	13	16	18	22	2	25	2	27	2	25	1	0	1	2			
84.10	PAL077	400	1	1	3	9	41	3,45	210	14	2	3	3	4	1	25	3	4	4	15	1	16	1	16	1	25	1	0	1	2			
101.50	PAL084	300						47	4,79	14						25										25				1	1		
126.00	PAL085	300						46	5,80	14						25										25				1	1		
34.00	PAL087	300						1	0,03	14						25										25				1	1		
36.00	PAL088	300						6	0,22	14						25										25				1	1		
32.00	PAL089	300						10	0,32	14						25										25				1	1		
38.00	PAL090	300	7	1	3	9				14	3	3	4	5	1	25	4	5	6	16	1	16	1	17	1	25	1	0	1	2			
65.90	PAL091	300	14	2	1	5	14			14	4	4	6	7	1	25	6	7	8	17	1	18	1	19	1	25	1	0	1	2			
38.70	PAL092	300						11		14						25										25				1	1		
42.00	PAL093	300						10		14						25										25				1	1		
0.01	PAL501	500	10	4	3	5	17	62	0,00	70	14	4	5	7	8	2	25	8	9	11	18	0	19	0	21	0	25	1	0	1	2		
0.01	PAL502	500	42	11	7	16	42	235	0,00	91	14	13	16	19	23	7	25	23	27	31	28	0	32	0	36	0	25	1	0	1	3		
0.01	PAL503	500						106	0,00	14						25										25				1	1		
0.01	PAL504	500	2	1	1	2	4	42	0,00	176	14	1	2	2	2	1	25	2	3	14	0	14	0	15	0	25	1	0	1	2			
0.01	PAL505	500	1	4	2	8	19	51	0,00	55	14	6	7	9	11	3	25	10	12	14	20	0	22	0	24	0	25	1	0	1	2		
0.01	PAL506	500	22	5	3	8	22	95	0,00	83	14	6	8	10	12	3	25	11	13	15	20	0	22	0	24	0	25	1	0	1	2		
0.01	PAL507	500						15	0,00	14						25										25				1	1		
0.01	PAL508	500						18	0,00	14						25										25				1	1		
30.76	TOTAL		5 520	4 242	4 834	4 413	1 025	5 520	18 989	585	16	4 228	5 285	6 343	3 223	7 451	8 508	9 565	8 577	223	6 834	260	7 991	298		129	52 100	281					