

LA GESTION DES PIÈCES DE RECHANGE ET LA SOUS-TRAITANCE : QUELQUES DIRECTIVES PRATIQUES

Ludo Gelders*, Bart Vannieuwenhuyse**, Geert Waeyenberg***, Liliane Pintelon****

Résumé. - La gestion des pièces de rechange est un aspect essentiel de la gestion de l'entretien. D'une part, les frais liés au stockage des pièces de rechange peuvent atteindre des milliers d'euros. D'autre part, un manque de pièces de rechange à un moment critique peut induire des frais directs et indirects importants. Ces frais peuvent être liés à la production (arrêt de la machine, perte de production, plaintes de clients...) ou à la maintenance (commandes en urgence, dégâts secondaires...). Aujourd'hui, la sous-traitance est parfois considérée comme une bonne solution. Pourtant, une étude menée par Ernst and Young en 1999 nous apprend que les frais liés à la sous-traitance (*outsourcing*) semblent parfois très importants. La sous-traitance d'activités est un processus particulièrement complexe, qui nécessite absolument une approche structurée et des directives bien claires pour garantir le succès. Dans cet article, nous proposons un modèle qui structure ce processus. Le modèle proposé est simpliste mais robuste et rappelle des méthodes de base de gestion des stocks. Le point le plus fort de ce modèle est son utilisation pratique. Le modèle est basé sur des expériences faites sur plusieurs projets et sur des enquêtes conduites dans les industries flamandes.

Mots-clés : pièces de rechange, sous-traitance, rotation des stocks, quantité économique.

* Ludo.Gelders@cib.kuleuven.ac.be

** Bart.Vannieuwenhuyse@cib.kuleuven.ac.be

*** Geert.Waeyenbergh@cib.kuleuven.ac.be

**** Liliane.Pintelon@cib.kuleuven.ac.be

Katholieke Universiteit Leuven, Centrum voor Industrieel Beleid.

1. Introduction

La diversité et la complexité croissantes de l'appareil de production réclament simultanément un ensemble de pièces de rechange toujours plus vaste, pouvant atteindre des dizaines de milliers d'articles. Pour chaque article se pose alors la question de savoir si celui-ci doit être stocké, et, si oui, en quelle quantité et pendant quelle période. A cela est venue s'ajouter, ces dernières années, lors de la recherche de stratégie optimale, la question d'une éventuelle sous-traitance de certaines activités d'entretien.

Une étude menée par Ernst and Young en 1999 aux Pays-Bas nous apprend que 6,4% des entreprises sous-traitent entièrement la gestion de stocks de leurs pièces de rechange [AAR 99], 2,6% des entreprises la sous-traitent partiellement et 91% font une gestion interne. Cette étude a été menée à la demande de Ernst & Young par le NIPO (Nederlandse Instituut voor Publieke Opinie, Institut Néerlandais pour l'opinion publique). L'étude a été menée dans la période du 16 juin au 2 juillet 1999. 433 entreprises, 97 organisations du secteur public (*non-profit sector*) et 535 distributeurs ont été interrogés par le système NIPO CATI (*Computer Assisted Telephone Interviewing*) (www.nipo.nl).

L'étude révèle que les objectifs en matière de spécialisation, d'amélioration de l'efficacité et de la qualité sont généralement atteints. Par contre, les frais liés à la sous-traitance peuvent parfois décevoir. Ceci est d'autant plus regrettable que cela porte sur la gestion des pièces de rechange. En effet, bon nombre d'entreprises consacrent 15 à 20% de leur budget d'entretien aux pièces de rechange.

2. Aide à la décision concernant la sous-traitance

La sous-traitance des activités est un processus particulièrement complexe, qui nécessite absolument une approche structurée et des directives claires pour garantir le succès. Le modèle développé au Centre de Gestion Industrielle distingue trois phases : la phase initiale, la phase de développement et la phase opérationnelle (figure 1) [VAN 01]. La phase initiale concerne la décision de sous-traitance. La deuxième phase aide à la définition et à la sélection d'un fournisseur. Cette phase se termine par la négociation du contrat. Enfin, lors de la phase opérationnelle, la sous-traitance est implémentée et évaluée. Si les résultats sont satisfaisants, la collaboration peut continuer ; sinon, la collaboration doit être renégociée ou arrêtée. Dans la suite de cet article, nous nous limiterons à la première phase.

Lors de la phase initiale, il est essentiel de bien évaluer ses propres activités de base, ses coûts et ses performances, afin de définir des exigences claires vis-à-vis du sous-traitant. L'analyse des forces et des faiblesses est un outil idéal à cet égard (*SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*).

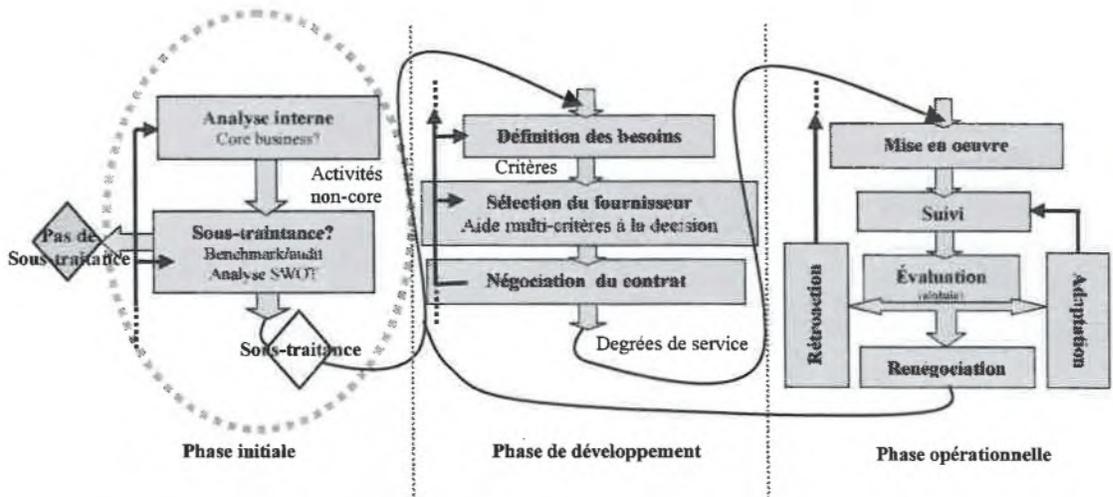


Figure 1 : Modèle de sous-traitance du Centre de Gestion Industrielle [VAN 02].

Il convient également de vérifier à la fin de la phase initiale – lors de la décision d’une éventuelle sous-traitance – l’ampleur de cette sous-traitance. D’abord, une analyse ABC est utile pour faire la distinction entre un nombre limité de produits importants à prendre en compte et une majorité de produits moins importants [SIL 99] (voir ci-dessous). Pour un groupe d’articles avec des caractéristiques semblables, une politique de stock unique peut être définie.

Sur la base d’expériences faites sur plusieurs projets et à partir d’enquêtes menées en industrie flamande, trois critères cruciaux peuvent être distingués : la vitesse de rotation (rotation rapide, rotation normale ou rotation lente), la criticité et les frais de stockage. Ces trois critères sont interdépendants. D’autres critères pertinents peuvent être pris en compte, par exemple la politique de production et la politique de maintenance appliquée. Celles-ci seront désormais incorporées dans le critère criticité.

La figure 2 peut servir d’outil décisionnel. Il va de soi que cet outil du type *Quick and Dirty* ne présente que le concept [WAE 01]. En ce qui concerne les articles à rotation rapide (*Fast Moving Items* ou *FMI*), il existe deux alternatives : mettre en place son propre stock ou sous-traiter. Pour les pièces critiques et les pièces à faible coût de stockage (*holding cost*), la constitution d’un stock semble l’alternative la plus évidente. La commande fréquente d’une pièce de rechange coûte probablement plus que sa tenue en stock. Plus les coûts de stockage augmentent, plus la sous-traitance se révèle une alternative intéressante.

Pour les articles à rotation normale (NMI), la courbe glisse légèrement vers la gauche et ouvre la porte à une troisième alternative. Pour les pièces dont les coûts de stockage sont élevés et qui sont peu critiques, on peut prendre des risques. En d’autres termes, on peut acheter la pièce sur le marché lorsque la demande se présente.

Pour les pièces à rotation lente (SMI), la courbe se déplace encore plus et l'alternative « sous-traitance » se révèle encore plus intéressante. Pour les articles à rotation lente mais très critiques, la constitution d'un stock reste toutefois une alternative à envisager. Nous pouvons donc dire que la constitution d'un stock est uniquement intéressante lorsque le risque de frais liés à une pénurie dépasse largement les coûts de stock. L'inclinaison et la forme de la courbe sont principalement déterminées par le comportement de l'entreprise face au risque.

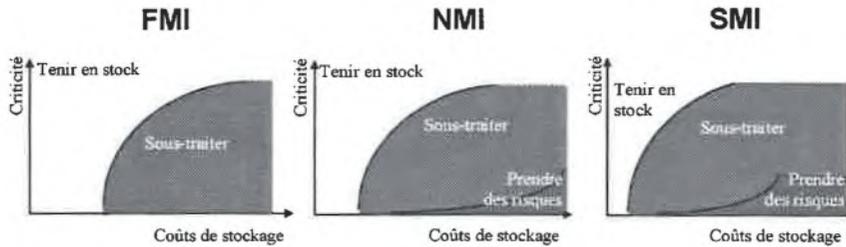


Figure 2 : Sous-traiter ou non ? Un outil *Quick and Dirty*.

Une pièce est considérée comme critique, si les coûts d'une rupture de stock sont élevés. A ce moment-là, il est nécessaire de calculer les coûts de la rupture. Si ces coûts sont comparables aux coûts de stockage, la question se pose : « Sous-traiter ou non ? ».

Dès que la décision de sous-traitance des pièces de rechange a été prise et que le rapport exact entre la sous-traitance et la constitution d'un stock a été défini, il faut se mettre d'accord sur les délais de livraison. Le délai de livraison exerce une influence importante sur les coûts d'arrêt. La recherche de délais de livraison très courts aura toutefois une influence négative sur les coûts de service, donc sur les frais de sous-traitance.

On suppose en général que les coûts de service présentent une courbe en escalier (figure 3). Si la livraison doit avoir lieu dans un certain délai t_1 (*rush order*), le coût sera C_1 . Si la livraison peut avoir lieu entre t_1 et t_2 (*normal delivery*), le coût sera C_2 . Finalement, si la livraison n'est pas urgente (*non-critical order*), et peut dépasser t_2 , le coût sera C_3 .

De leur côté, les frais d'arrêt seront souvent relativement constants au départ pour augmenter de façon exponentielle ensuite. Ceci peut s'expliquer par l'épuisement des stocks tampons des produits semi-finis (figure 4).

Le délai de livraison optimal se situera au minimum de la courbe des coûts totaux résultants (figure 3).

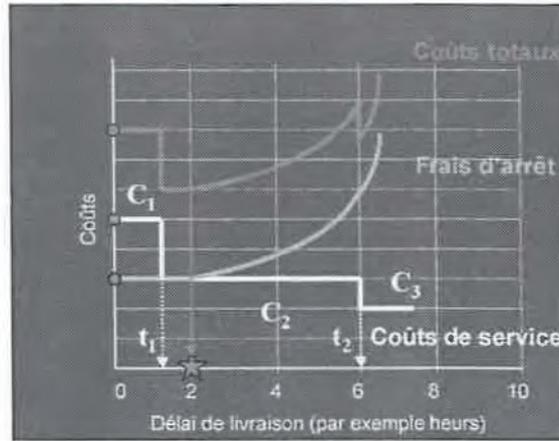


Figure 3 : Détermination du délai de livraison optimal.

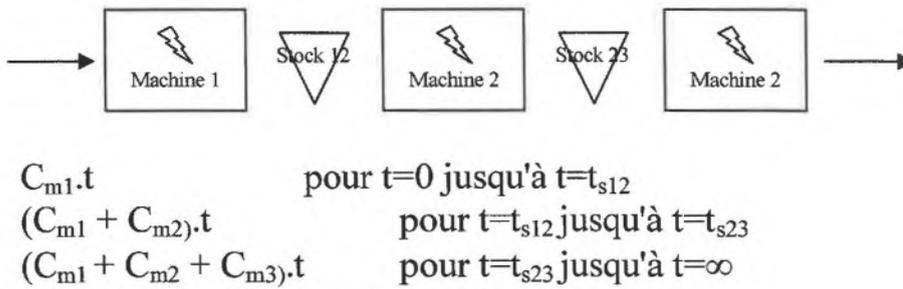


Figure 4 : Augmentation des frais d'arrêt.

Dans le cas de la figure 4, la machine 1 tombe en panne et cause le coût C_{m1} aussi longtemps que les stocks entre la machine 1 et la machine 2 sont suffisants. Quand le stock entre la machine 1 et la machine 2 est épuisé, la machine 2 cause des coûts supplémentaires parce qu'elle est inoccupée. Finalement, quand le stock entre la machine 2 et la machine 3 est également épuisé, la machine 3 cause des coûts supplémentaires parce qu'elle est inoccupée.

3. Des modèles simples de gestion de stock

Tout ceci montre clairement que l'analyse ABC est un outil essentiel dans le processus de décision [HER 76]. Elle permet d'identifier rapidement les principaux éléments et de répartir les pièces de rechange en trois classes (FMI, NMI et SMI) [PIN 96] (figure 5).

Cette répartition est non seulement intéressante lors du processus de décision concernant la sous-traitance, mais aussi lors du choix du modèle de stock approprié. Il faut garder un stock suffisant de FMI et NMI très critiques afin de pouvoir assurer le niveau de service requis. Il est souvent judicieux de se référer ici à une politique basée sur le modèle EOQ (*Economic Order*

Quantity, modèle Wilson). Cette méthode va simplement déterminer la quantité de commande économique Q^* et la durée d'un cycle T pour chaque pièce de rechange.

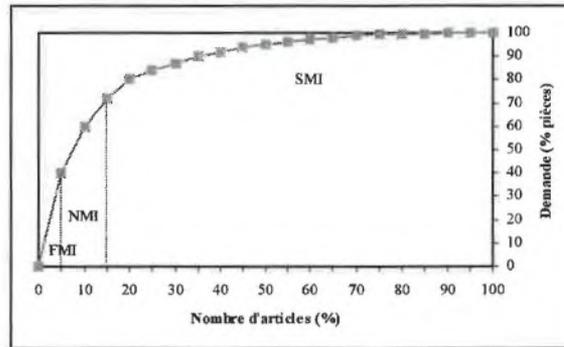


Figure 5 : Analyse ABC (3 catégories doivent être considérées: les articles à rotation rapide (FMI), les articles à rotation normale (NMI) et les articles à rotation lente (SMI)).

Pour la détermination de la politique optimale, on n'a pas besoin d'autres données que la demande (λ), le coût de stockage (h) et le coût de commande (K) [SIL 99].

$$Q^* = \sqrt{2K\lambda/h} \text{ et } T = Q^*/\lambda$$

Des articles à (très) faible rotation (SMI), par contre, nécessitent une politique adaptée [GEL 85]. En adoptant ici le modèle EOQ, on obtient dans de nombreux cas une quantité de commande inférieure à 1. Dans ce cas, la question-clé devient « tenir en stock ou non ? ». Malgré le fait qu'il s'agit ici de petites quantités, une politique de stock non adéquate peut avoir de lourdes conséquences. Une sur-estimation des besoins induit un stock « mort », tandis qu'une sous-estimation peut entraîner des ruptures de stock coûteuses.

On utilise souvent pour les SMI un modèle (S,S-1), qui consiste à placer une commande d'un seul article chaque fois que celui-ci est demandé. La variable de décision devient donc S, le niveau de stock. Les modèles développés à cet effet peuvent être répartis en deux groupes.

Le premier groupe vise une minimisation des coûts et donc l'immobilisation du capital. Le deuxième groupe vise l'optimisation du niveau de service et donc le traitement efficace des demandes. La plupart des modèles déterminent le niveau S optimal pour chaque article individuel. Un modèle global, qui prend en considération tous les articles dans leur ensemble tout en prenant en compte une réduction du coût, est également décrit dans la littérature [BUR 73] [BUR 75] [KEN 02].

Le Modèle Service [HEY 56] – modèle qui relève du deuxième groupe – part des suppositions suivantes :

- (1) délai de livraison important (6 semaines ou plus) ;
- (2) faible étalement du délai de livraison (maximum 10%) ;
- (3) modèle de demande aléatoire (répartition Poisson) ;
- (4) demande moyenne durant le délai de livraison (L) entre 0,1 et 10.

P_d est la probabilité de d demandes durant le délai de livraison. S'il y a S pièces de rechange en stock, deux situations peuvent se présenter:

- (1) la demande est inférieure ou égale à S , de sorte que tous les articles peuvent être fournis ;
- (2) la demande est supérieure à S , de sorte qu'on ne peut livrer que S articles.

Le nombre des demandes assurées durant le délai de livraison est donc en moyenne :

$$\sum_{d=0}^S dp_d + \sum_{d=S+1}^{\infty} Sp_d$$

La demande moyenne pendant le délai de livraison (λL) est :

$$\sum_{d=0}^{\infty} dp_d$$

Le degré de service (α) défini comme le pourcentage de la demande pouvant être satisfait immédiatement, est donc :

$$\alpha = \frac{\sum_{d=0}^S dp_d + \sum_{d=S+1}^{\infty} Sp_d}{\sum_{d=0}^{\infty} dp_d}$$

Le degré de service peut également être présenté sous forme de graphique en fonction de la demande moyenne durant le délai de livraison (figure 6). Grâce à cette figure, si une pièce de rechange dont la demande moyenne durant le délai de livraison est de 2 unités, alors le degré de service souhaité est de 95% et le niveau de stock S idéal sera égal à 4.

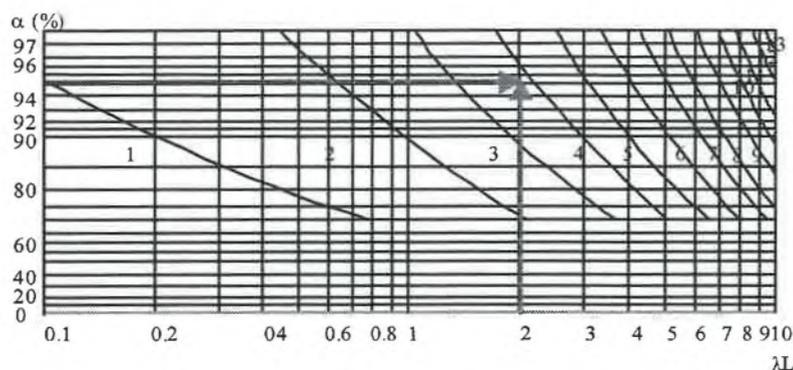


Figure 6 : Le modèle de service.

4. Conclusion

La complexité des programmes de sous-traitance exige une approche structurée pour être rentable. Une bonne compréhension de la situation, des coûts divers et du rapport entre les FML, NMI et SMI est indispensable. L'analyse ABC est un outil simple mais très pratique pour déterminer la bonne proportion entre la sous-traitance et la décision de constituer des stocks.

La constitution d'un stock sera souvent indiquée pour certaines pièces de rechange comme les composants non-standard, les articles critiques, certains produits à rotation rapide. La littérature décrit de nombreux modèles qui se prêtent parfaitement à une gestion rentable du stock des pièces de rechange. Dans cet article, quelques modèles simples, mais robustes, sont étudiés et appliqués dans un contexte pratique.

Une combinaison de ces modèles et un contrat de sous-traitance bien réfléchi sont les clés d'une gestion rentable des pièces de rechange. Cette démarche deviendra de plus en plus importante dans le paysage industriel futur. La recherche dans ce domaine promet une collaboration fructueuse entre les universités et l'industrie.

5. Bibliographie

- [AAR 99]. AARTS, A.A.G., DE BRUIJN, J, SCHOENMAKERS, A.M.D.C., *Trends in Uitbesteding 1999*, Utrecht, Ernst & Young, 1999.
- [BUR 73]. BURTON, R.W., JAQUETTE, S.C., *The Initial Provisioning Decision for Insurance Type Items*, Naval Res. Log. Quart., 20, no 1, 1973.
- [BUR 75]. BURTON, R.W., JAQUETTE, S.C., *Insurance Type Item Provisioning Guidelines*, Naval Res. Log. Quart., 22, no 2, 1975.
- [GEL 85]. GELDERS, L., GROENWEGHE, P., *Inventory Models for Slow Moving Items*, Belgian Journal of Operations Research, Statistics and Computer Science, Vol 25, no 1, 1985.
- [HER 76]. HERRON, D., *Industrial Engineering Applications of ABC Curves*, AIIE Transactions, Vol. 8, no 2, pp. 210-218, 1976.

- [HEY 56]. HEYVAERT, HURT, *Inventory Management of Slow Moving Spares*, Operations Research 4 no 5 pp. 572-580, 1956.
- [KEN 02]. KENNEDY, W.J., PATTERSON, J.W., FREDENDALL, L.D., *An Overview of Recent Literature on Spare Parts Inventories*, Int. J. Production Economics, 76 pp. 201-215, 2002.
- [PIN 96]. PINTELON, L., GELDERS, L., *Spare Parts Management: Some Case Experiences*, Conference Proceedings of the International Conference of Maintenance Societies (ICOMS), Melbourne (Australia), May 22-24, 1996.
- [SIL 99]. SILVER, E.A., PYKE, D.F., PETERSON, R., *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*, Wiley, New York, 1999.
- [VAN 01]. VANNIEUWENHUYSE, B., WAEYENBERGH, G., PINTELON, L., GELDERS, L., *Enhancing Competitiveness Through Rational Outsourcing*, Operations Management. Crossing Borders and Bouderies: The Changing Role of Operations, 2001.
- [VAN 02]. VANNIEUWENHUYSE, B., *Strategic Logistics Management through rational Transport Mode Choice*, ISBN 90-5682-336-1, Centrum voor Industrieel Beleid, Faculteit Toegepaste Wetenschappen, K.U.Leuven, March 2002.
- [WAE 01]. WAEYENBERGH, G., PINTELON, L., GELDERS, L., *Uitbesteding van Wisselstukken: enkele richtlijnen*, Maintenance Magazine, 52, 22-24, 2001.