Gestion scientifique des stocks

Boualem RABTA
http://www.sciencedz.net/brabta/

LAMOS - Université de Béjaia.

13/03/2007

Définition

Le stock peut être vu comme l'accumulation de produits qui peut être utilisée pour satisfaire une demande future.

- Matière première.
- Produits semi-finis.
- Produits finis pour la consommation ou la vente.
- Matériel et pièces de rechanges...

La fonction des stocks

- Economie d'échelle.
- Spéculation.
- Indépendance des activités.
- Parer aux fluctuations de la demande et pallier aux longs délais de livraison.

Inconvénients des stocks

Quelques raison pour réduire les stocks.

- Capital immobilisé.
- Potentiel de risque (Perte, détérioration, incendie, vol, obsolescence,..).
- Coûts de maintien.

La gestion des stocks

- comment peut-on maintenir le stock à un niveau suffisamment élevé ?
- que signifie exactement ”suffisamment” ici ?

Les éléments de la gestion des stocks

- Structure de stockage (mono-echelon, multi-echelon).
- Horizon de la planification (une période, plusieurs périodes, horizon infini).
- Article (mono-article, multi-article).
- Politique de contrôle (Périodique, continue).
- La demande (déterministe, aléatoire/Stationnaire, dynamique).
- Délai de livraison (nul, fixe, aléatoire).
- Réaction aux ruptures (Perte, report).
- Capacité de stockage (finie, infinie, aléatoire).

Autres situations : le prix comme variable de décision, escomptes sur quantité, concurrence entre entreprises, incertitude sur la réception des commandes, plusieurs fournisseurs, fluctuations aléatoires de l'environnement, fournisseurs non fiables, ...

Evaluation de la politique de gestion

Pour évaluer la qualité d'une politique de gestion, nous considérons les critères suivants :

1. Coûts :
   - Coûts de commande (fixe+variable).
   - Coûts de maintien.
   - Coûts de rupture (pénuries).
2. Mesures de service :
   - P_1−mesure ou mesure de non-rupture $= \dfrac{\text{Nbre cycles sans rupture}}{\text{Nbre total cycles}}$.
   - P_2−mesure ou mesure de taux de remplissage $= \dfrac{\text{Nbre articles servis du stock}}{\text{Nbre articles demandés}}$.
   - P_3−mesure ou mesure de taux de disponibilité $= \dfrac{\text{Temps/ stock} > 0}{\text{Temps}}$.

Objectif

Déterminer :

- Les moments de commande.
- La quantité de commande.

De sorte à :
Minimiser (Coût de commande + coût de maintien + coût de pénurie).
Ou
Minimiser (Coût de commande + coût de maintien).
Sous contrainte : Niveau de service.

Modèle de la quantité économique de commande (EOQ)

Hypothèses :

- La demande est connue et est constante à un taux de λ éléments par unité de temps.
- Les ruptures de stock ne sont pas permises.
- Les éléments sont livrés instantanément après leur commande.

Coûts :

- Un coût fixe de commande (ou de mise en place) K (pour chaque commande lancée).
- Un coût de commande proportionnel de c par élément commandé.
- Un coût de maintien en stock de h par élément maintenu en stock par unité de temps.

Supposons que la quantité à commander est définie par Q.

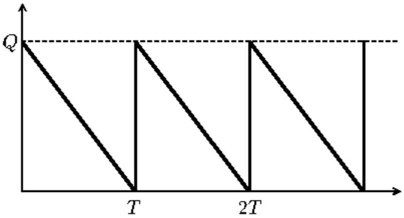

FIGURE: Variations du stock dans le modèle EOQ.

Pour un cycle de durée T, le coût moyen de commande sera :

$$C_c = \frac{K + cQ}{T}.$$

Le coût moyen de maintien en stock :

$$C_h = \frac{hQ}{2},$$

Egalement :

$$\lambda = \frac{Q}{T}.$$

Le coût total moyen est alors :

$$G(Q) = \frac{K\lambda}{Q} + \lambda c + \frac{hQ}{2}.$$

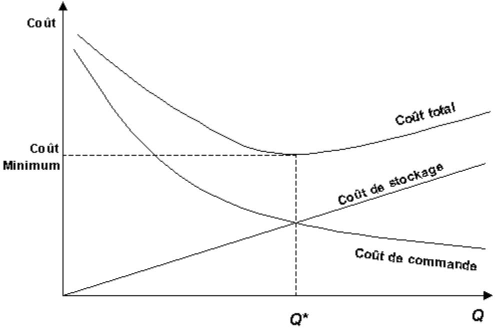

FIGURE: Fonctions des coûts.

La quantité optimale Q^* est celle qui minimise le coût moyen. On aura l'optimum lorsque $G'(Q) = 0$ et $G''(Q) > 0$, alors :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2K\lambda}{h}}$$

qui est l'équation classique de la quantité économique de commande.

Délai de commande

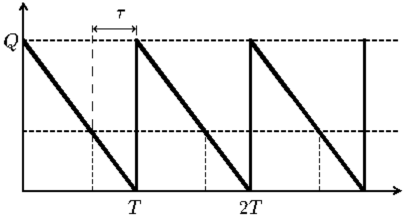

FIGURE: Calcul du point de commande dans le modèle EOQ avec délai.

Plusieurs extensions de ce modèle ont été proposées et il demeure très utilisé en pratique (malgré ses hypothèses simples et peu réalistes).
Le modèle EOQ est le premier modèle de gestion des stocks. Il a été proposé par F.W. Harris en 1913 et popularisé par Wilson dans les années 30.

Le problème du marchand de journaux (Newsboy)

Hypothèses :

- La demande X est aléatoire de densité $f(x)$ est de fonction de répartition $F(x)$.
- Une seule période est considérée.
- A la fin de la période, tout article non vendu est perdu ou soldé.

Objectif : Déterminer la quantité de commande Q qui :
(Minimise le coût total) ou (Maximize le profit). [Même résultat]

Définissons les quantités suivantes :

- p : prix unitaire de vente.
- c : coût (d'achat ou de production) unitaire.
- v : coût de liquidation (solde) par article.
- s : coût de pénurie par article.

Le profit de la période sera :

$$\pi(Q) = \begin{cases} (p-c)Q - s(x-Q), & \text{si } x \geq Q, \\ px + v(Q-x) - cQ, & \text{si } x < Q. \end{cases}$$

En simplifiant et en prenant la moyenne, on aura :

$$E(\pi)(Q) = (p+s-c)\int_Q^\infty Qf(x)dx - s\int_Q^\infty xf(x)dx$$

$$+(p-v)\int_0^Q xf(x)dx - (c-v)\int_0^Q Qf(x)dx.$$

$E(\pi)(Q)$ est concave. La condition suffisante d'optimalité est donnée par :

$$F(Q^*) = \frac{p+s-c}{p+s-v}.$$

Le problème à horizon infini

Hypothèses :

- La demande X est aléatoire.
- L'horizon est infini.
- Autres hypothèses...

Politiques de gestion :

1. Revue continue :
   - Politique (s,S).
   - Politique (S,S).
   - Politique (s,nQ).
2. Revue périodique :
   - Politique (R,s,S).
   - Politique (R,S).
   - Politique (R,s,nQ).

Il existe plusieurs variantes de ces politiques de commande. Toutefois, elles sont rarement utilisées en pratique.

Modèle (R, s, S)

- L'état du stock X_n est inspecté aux dates $t_n = nR$ $(n \geq 1)$. Si le niveau du stock X_n est inférieur ou égal à s, le gestionnaire passe une commande de manière à ramener le stock au niveau S.
- La demande totale ξ_n durant la période est Poisson composée.

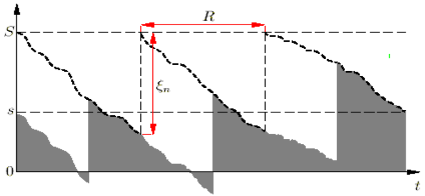

FIGURE: Le modèle (R, s, S) avec délai de livraison nul.

L'état du stock X_{n+1} à la fin de la période $n+1$ est alors donné par :

$$X_{n+1} = \begin{cases} (X_n - \xi_{n+1})^+ & \text{Si } X_n > s, \\ (S - \xi_{n+1})^+ & \text{Si } X_n \leq s. \end{cases}$$

où $(A)^+ = \max(A, 0)$.
La variable aléatoire X_{n+1} ne dépend que de X_n et ξ_{n+1}, où ξ_{n+1} est indépendante de n et de l'état du système avant t_n. X est donc une chaîne de Markov homogène, à espace d'états $E = \{0, 1, ..., S\}$.

Les outils de la théorie des chaînes de Markov nous permettent d'obtenir les expressions des coûts stationnaires.
On essayera ensuite de trouver les valeurs R^*, s^* et S^* optimales.
Cependant, les calculs sont très compliquées.
Des algorithmes ont été développés pour résoudre le problème.

Historique

1951 : Premier modèle stochastique de gestion des stocks (Arrow, Harris et Marcshak).
1958 : Preuve d'optimalité de la politique (s,S) pour le problème à horizon fini (Scarf).
1963 : Preuve d'optimalité de la politique (s,S) pour le problème à horizon infini-cas continu (Iglehart).
1965 : Preuve d'optimalité de la politique (s,S) pour le problème à horizon infini-cas discret (Veinott et Wagner).
1991 : Une preuve simple d'optimalité de la politique (s,S) (Zheng).

Merci