

## Chapitre 2 : La gestion des stocks

Les stocks peuvent être définis comme l'ensemble des produits (produits finis, semi-ouvrés, matières premières) présents dans l'entreprise entre le moment de leur acquisition ou de leur création et le moment de leur consommation ou de leur vente. Le rôle des stocks est d'assurer la déconnexion entre un phénomène amont et un phénomène aval. Un stock sera donc nécessaire chaque fois que deux phénomènes ne sont pas parfaitement synchronisés. On pourra distinguer :

- Les stocks amont à l'interface entre les fournisseurs et l'entreprise : matières premières et composants.
- Les stocks avals entre l'entreprise et ses clients : Produits finis.
- Les stocks intermédiaires: sous-ensembles ou semi-finis.
- Les stocks d'en cours: produits en cours de transformation entre les machines ou les ateliers
- Les stocks de rechange: sous-ensembles ou semi-finis destinés à la vente
- Les stocks d'entretien, destinés à la maintenance des moyens de production.

Dans ce chapitre nous n'allons pas traiter l'analyse Pareto car c'est un prérequis. Nous allons dans un premier temps définir les différents coûts de stockage. Ensuite, nous allons présenter les différentes méthodes d'optimisation de ces coûts et enfin nous allons décrire les différentes méthodes pratiques d'approvisionnement.

### 1.1 La formule de Wilson et la notion de quantité économique

Le stock a un coût, gérer un stock consiste à minimiser le coût de stockage. Ainsi, nous pouvons répartir les coûts de stock en deux types de coûts : les coûts de stockage proprement dite et les coûts de rupture [6]. Les coûts de stockage : à leur tour peuvent être scindé en trois types de coûts :

1 Coût d'acquisition = coût unitaire x nombre d'articles.

2 Coût de possession: il englobe les coûts de détention (immobilisation financière) et les coûts de stockage (magasins, manutention, personnel, chauffage, éclairage, assurance, obsolescence...etc.)

3 Coût de commande : il considère les coûts de passation de commande (bon de commande, transport, réception, contrôle, facturation...etc.)

4 Les coûts de rupture englobent la rupture externe et interne:

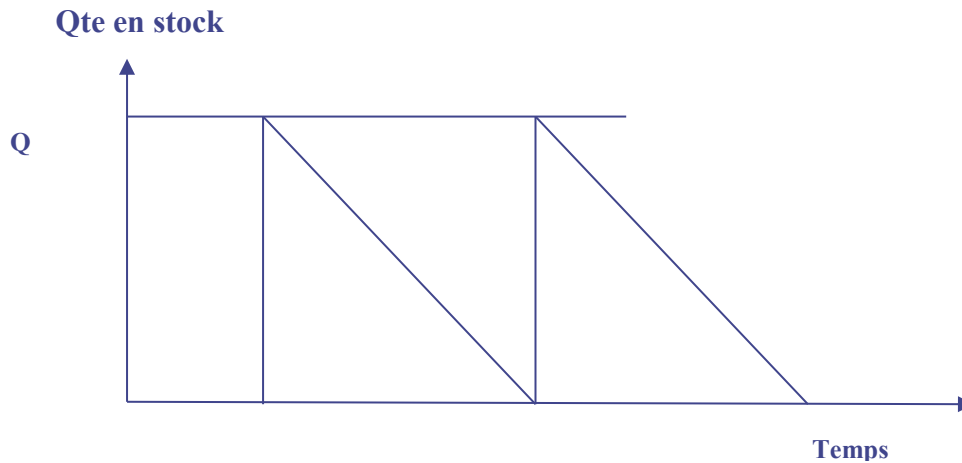
- Rupture externe : (vente manquée ou différée, pénalités de retard, coûts administratifs, image de marque...etc.)
- Rupture interne : (chômage technique, retards, inoccupation des machines, modification de planning...etc.)

Il faut donc réaliser, d'une part, un compromis entre les coûts de stockage et les coûts de ruptures et d'autre part, un compromis entre les coûts de détention et les coûts de commande. En effet, la gestion des achats vise à satisfaire les objectifs de la fonction industrielle, elle doit donc satisfaire les besoins des demandeurs au sein de l'entreprise, selon un niveau Qualité et Quantité voulue, le tout le plus Economiquement possible. La gestion des stocks consiste donc, à assurer un approvisionnement sans pénurie tout en minimisant en permanence le coût des stocks. Il s'agit en fait de répondre à deux questions: Quand commander? Et Combien commander? La formule de Wilson vise à répondre à ces questions. Elle permet de déterminer la Quantité Economique d'approvisionnement, sous réserve des hypothèses simplificatrices:

- Consommation régulière,
- Demande indépendante de chaque article,
- Livraison instantanée et en une seule fois,
- Rupture de stock interdite,
- Prix d'achat fixe (indépendant de la quantité).

La Figure 0.1 présente l'allure des stocks en considérant les hypothèses du modèle de Wilson. Pour évaluer les coûts de stockage, nous utilisons, en général, les coûts standards fournis par le contrôle de gestion. Par suite, les données de notre problème sont:

- $C_a$  = Consommation annuelle du produit étudié
- $F$  = Coût de passation d'une commande (ou de lancement en fabrication)
- $P_u$  = Coût unitaire de l'article
- $t$  = taux annuel de possession de l'article étudié (en % de la valeur en stock)
- $Q$  = Quantité commandée sujet d'une commande.



**Figure 0.1: formule de Wilson.**

Pour le calcul des coûts annuels de stockage, nous utilisons les données déjà définies et nous obtenons les formules suivantes :

- Coût d'acquisition =  $P_u * C_a$
- Coût de passation de commande =  $F * C_a/Q$
- Coûts de possession =  $Q/2 * P_u * t$
- Coût de rupture = 0 (hypothèse).

Le coût total de stockages est donc :

$$\text{Coût total } F(Q) = P_u C_a + F C_a/Q + Q/2 P_u t$$

Le coût d'acquisition étant indépendant de  $Q$ , la Quantité économique  $Q_e$  correspond donc au minimum de la courbe obtenue en ajoutant les coûts de passation de commande (ou coûts d'approvisionnement) aux coûts de possession (ou coûts de stockage). Pour calculer la quantité économique  $Q_e$  nous supposons que c'est la quantité qui nous permet d'avoir un coût minimal de stockage. Le coût est minimum quand la fonction dérivée du cout total par rapport à la quantité commandée est nulle :

$$\bullet \quad F'(Q) = 0, \text{ soit } -F C_a/Q^2 + P_u t/2 = 0, \text{ soit } Q_e = \sqrt{\frac{2 F C_a}{P_u t}}$$

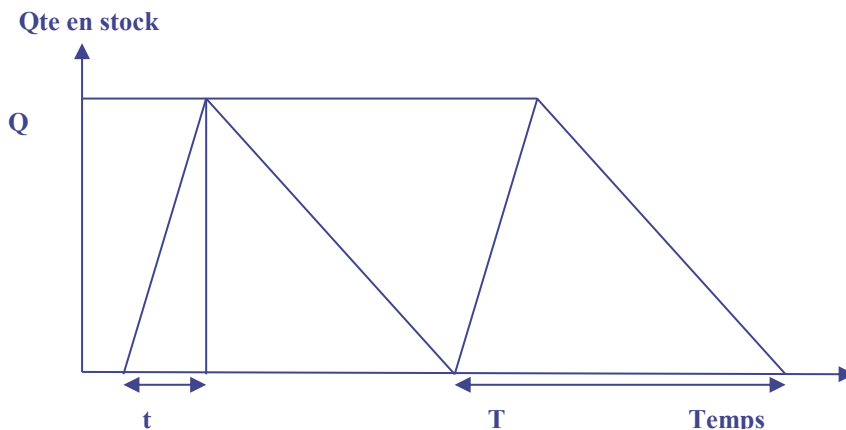
Cette Quantité économique  $Q_e$  doit généralement être transformée en quantité pratique  $Q_p$  (conditionnement de l'article, quantité minimum de livraison, etc...).

### *1.1.1 Réapprovisionnements continu*

Dans le cas de la fabrication d'un article en interne, on travaille la plupart des temps par des campagnes de production. Le stock moyen n'est plus égal à  $Q/2$  ( $Q$  quantité lancée en

production) mais à  $Q_m/2$  (quantité maximale présente en stock). A la fin du cycle de production, une partie du stock  $Q_c$  a déjà été consommée (Figure 0.2). En fonction du taux de production  $P_a$  (en nombre d'unités par an) de la machine utilisée, et de la consommation annuelle  $C_a$  de l'article, on a:  $Q_c = C_a t$  avec  $t$  le délai de production.

- $P_a t = Q$ , donc  $t = Q / P_a$ .
- Finalement :  $Q_m = Q - Q_c = Q (1 - C_a/P_a)$



**Figure 0.2 : le réapprovisionnement continu.**

En ce qui concerne le coût de commande  $F$ , puisqu'il s'agit de la production on considère les coûts de lancement en fabrication (bon de travail, sortie matière, changement d'outils, réglage, contrôle,...etc.). La quantité économique devient :  $Q_e = \sqrt{\frac{2 F C_a}{P_u t (1 - C_a/P_a)}}$

Nota: Si  $P_a = C_a$ , la quantité économique est infinie. Ceci correspond à une production continue de l'article, sa cadence de production étant identique à sa consommation.

### 1.1.2 Groupage de produits

Lorsque le coût de passation de commande est fixe quel que soit le nombre d'articles différents commandés, on peut obtenir une réduction globale des coûts d'approvisionnement en passant des commandes groupées de plusieurs articles à un même fournisseur. On cherche alors à déterminer le nombre  $N$  de commandes par an qui minimise le coût global. Pour chaque article, le stock moyen vaut  $C_a/2N$ .

Pour  $n$  articles achetés à un même fournisseur, à la fréquence de  $N$  commandes par an, on a :

- Coût possession =  $(\sum C_{ai} P_{ui}) t / 2N$ .
- Coût approvisionnement =  $F N$ .
- Coût total  $F(N) = (\sum C_{ai} P_{ui}) t / 2N + F N + \text{Coût d'acquisition}$ .

- Coût minimum quand la fonction dérivée du cout total par rapport à la fréquence de commandes est nulle :  $F'(N) = 0$ . Soit 
$$N = \sqrt{\frac{(\sum \text{Cai Pui}) t}{2 F}}$$

## 1.2 La tenue et l'analyse du stock

### 1.2.1 La tenue du stock

La tenue d'un stock consiste à enregistrer les mouvements du stock, valoriser le stock pour le contrôle de gestion et procéder aux inventaires. Les mouvements du stock sont constatés par des entrées et sorties de stock.

- Les entrées en stock sont constatées lors de la livraison après achat ou lors de la fabrication de l'article. Lors de l'entrée, le magasinier procède au contrôle de la qualité entrée et au remplissage des documents comme les bons d'entrée ou bon de réception, les fiches de stocks etc. Elle se matérialise par l'augmentation du stock existant.

- Les sorties du stock sont constatées lors de la livraison après-vente ou lors de la livraison pour consommation des articles. Lors de la sortie, le magasinier procède à la sortie de la quantité demandée et au remplissage du bon de sortie ou du bon de livraison, la fiche de stock etc. La sortie du stock se matérialise par la diminution du stock existant.

La fiche de stock d'un article est un document retraçant les données relatives à l'identité de l'article, ses caractéristiques permanentes ainsi que l'historique récent des mouvements de stock effectués sur cet article. Elle permet de suivre l'évolution des stocks. Elle comprend au minimum les renseignements ci-après :

- Numéro de l'article et sa désignation ;
- L'unité de comptage ;
- Date et nature du mouvement (entrée ou sortie) ;
- Numéro du bon ;
- Niveau du stock.

Le coût d'achat représente l'ensemble des charges engagées pour l'acquisition des produits, jusqu'à leur mise en stock (prix d'achat, coûts accessoires (transport, commission ...) et coût de mise en stock (réception, contrôle, magasinage ...). La comptabilité matière donne lieu à l'établissement d'un document, avec en débit les entrées et en crédit les sorties. Pour le suivie en valeur des stocks, il faut reprendre au débit le stock initial avec son montant. Ensuite, au fur et à mesure des achats le compte du stock est débité au coût d'achat. Les matières sortantes doivent être évaluées au coût pour lesquels elles sont entrées. Parmi les méthodes utilisées pour l'évaluation des sorties la méthode du coût moyen pondéré est la plus utilisée.

C'est le CMP de fin de période :  $CMP = \frac{\text{Valeurs globales (stock initial + entrées)}}{\text{quantités (stock initial + entrées)}}$ .

### 1.2.2 L'analyse du stock

Les stocks peuvent représenter 20 à 60 % des actifs de l'entreprise, il est donc, impératif d'optimiser le niveau de stock. Au niveau d'une entreprise on lance, en général, des campagnes d'épuration du stock, pour éliminer les stocks morts, dégager de l'argent, libérer de la place et éviter l'obsolescence de produits. Pour savoir, si un stock est mort, on calcule le taux de rotation du stock. C'est un indicateur de l'efficacité des achats et de gestion des stocks (degré de désuétude). Il correspond à la fréquence moyenne de renouvellement du stock au cours d'une période donnée.

$TR = \text{Conso} / S_m$ .

- Conso est la consommation durant une période donnée
- $S_m$  est le stock moyen durant cette période

Ce taux mesure le nombre de fois que le stock a été renouvelé au cours de cette période. Ce ratio est important puisque des bénéfices bruts sont réalisés chaque fois que les stocks sont renouvelés.

D'autre part, un stock est en général constitué de produits hétérogènes, il est important d'analyser le stock pour déterminer les produits prioritaires qui demandent des conditions particulières de gestion. Beaucoup de phénomènes suivent la loi statistique du statisticien italien Pareto, en particulier les stocks, cette loi peut se résumer en disant que 20% des articles représentent à peu près 80% de la valeur totale du stock [5]. L'analyse de Pareto est aussi appelé analyse ABC. En effet, elle nous permet de distinguer trois classes d'articles :

- Classe A : articles les plus consommées 80%.
- Classe B : classe intermédiaire 15%.
- Classe C : articles les moins consommés 05%.

Si certains articles représentent une part importante de consommation en valeur, c'est qu'ils sont particulièrement chers, ou qu'ils sont trop consommés. Une analyse de Pareto globale ne permet pas de séparer ces deux aspects, qui sont pourtant tout à fait différents. Il peut être utile de procéder à trois analyses ABC, une analyse sur les prix unitaires, une deuxième sur les consommations en quantités (les quantités ne sont pas toujours homogènes) et une dernière analyse globale (consommation x prix). L'analyse ABC permet au gestionnaire de repérer les

articles les plus chers, pour optimiser leur gestion et les articles les plus consommés (fast movers), pour les placer le plus près des lieux d'utilisation.

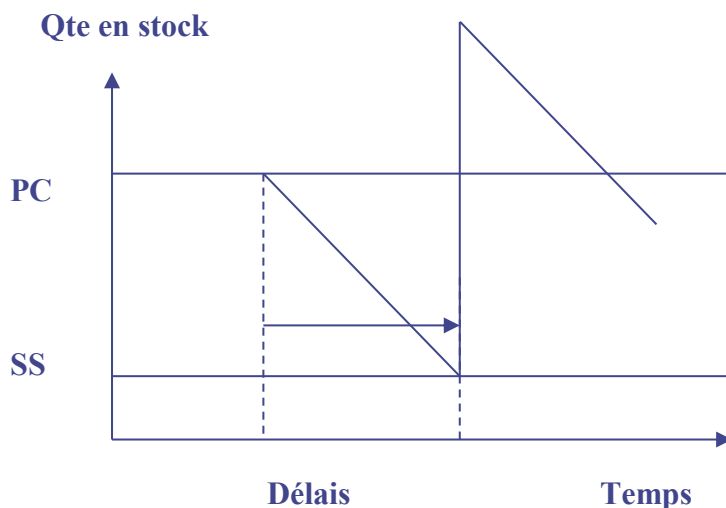
### 1.3 Les méthodes d'approvisionnement

La gestion des approvisionnements commence par la définition des besoins (cahiers des charges), ensuite il faut chercher les fournisseurs capables de satisfaire ce besoin et finalement, il faut commander le produit et le réceptionner. Avant de passer commande le responsable des achats doit savoir quand est ce qu'il doit le faire et quelle quantité doit il commander. La formule de Wilson est une méthode théorique qui ne peut répondre à ces questions. En effet, la livraison n'est jamais instantanée, le fournisseur impose des délais de livraison. Il y a deux méthodes pratiques, se basant sur la méthode de Wilson, qui permettent de gérer un stock :

- On peut attendre que le stock tombe au-dessous d'un niveau d'alerte pour passer commande (méthode de point de commande).
- On peut passer systématiquement commande à des dates précises (méthode de réapprovisionnement périodique)

#### 1.3.1 Méthode du point de commande (quantité fixe, périodicité variable)

A l'aide de la formule de Wilson on calcule la quantité économique à commander  $Q_e$ .



**Figure 0.3 : méthode de point de commande.**

La méthode du point de commande consiste à commander la quantité  $Q_e$  chaque fois que le stock descend au-delà d'un seuil (point de commande, Figure 0.3). On détermine donc, un

niveau de stock à partir duquel un réapprovisionnement est déclenché (Point de commande ou Stock d'alerte).

Ce niveau doit nous permettre de subvenir au besoin durant le délai de livraison, en considérant, les irrégularités de consommation et les retards de livraison.

- Point de Commande = Stock Sécurité + Consommation moyenne pendant le délai de livraison.

- $PC = SS + Cm (Dm)$

- La quantité fixe commandée est égale à la quantité économique  $Q_e$ .

### *1.3.2 Méthode du réapprovisionnement périodique (périodicité fixe, quantité variable)*

A l'aide de la formule de Wilson, on calcule la périodicité économique de re-complètement (période économique  $T_e = 12 Q_e / Ca$  en mois).

La méthode de réapprovisionnement périodique consiste à commander la quantité qui permettra de re-compléter le stock à un niveau donné (le Niveau de Re-complètement NR) avec une périodicité  $T_e$  fixe (

Figure 0.4).

A chaque période de commande, la quantité commandée est égale à la différence entre le niveau de re-complètement et le niveau réel du stock  $Q_c = NR - Q$ .

Le niveau de re-complètement doit permettre de subvenir au besoin durant toute une période économique  $T_e$ , et durant le délai de livraison, en considérant, les irrégularités de consommation (pendant toute cette durée) et les retards de livraison.

- Niveau de re-complètement = Stock Sécurité + Consommation moyenne pendant (une période  $T_e$  + le délai de livraison).

- $NR = SS + Cm (T_e + Dm)$

La périodicité de commande est fixe elle est égale à la période économique  $T_e$ .



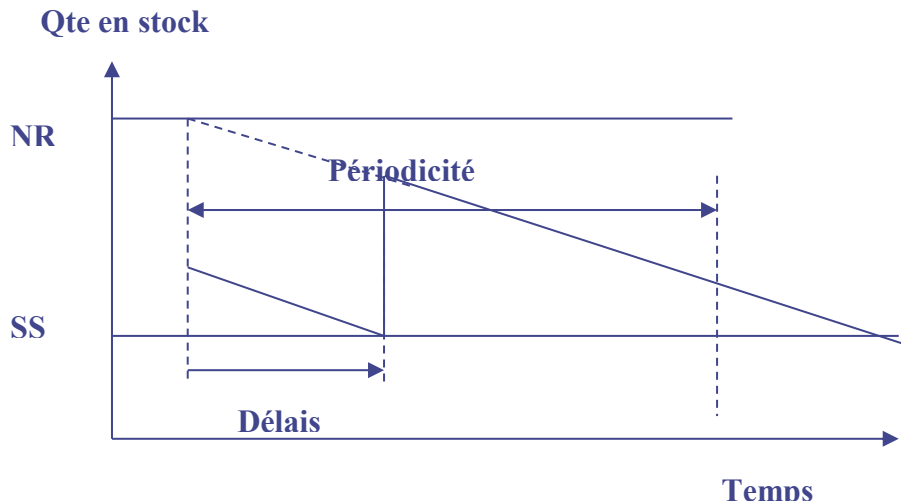


Figure 0.4: méthode de re-complètement.

### 1.4 Avantages et inconvénients des différentes méthodes

Pour la méthode de réapprovisionnement périodique, parmi les avantages nous pouvons citer :

- Un suivi des stocks simplifié.
- Possibilité de regrouper les commandes.

Mais elle présente l'inconvénient de l'importance du stock de sécurité.

Pour la méthode du point de commande, parmi les avantages nous pouvons citer :

- Un stock de sécurité faible.
- Une plus grande fiabilité.

Mais elle présente l'inconvénient de la nécessité d'un suivi permanent (difficile à gérer).

### 1.5 Calcul du stock de sécurité

En pratique, les hypothèses de Wilson sont rarement totalement vérifiées. Lors d'une commande la consommation n'est pas régulière et les délais de livraison ne sont pas toujours respectés (figure 3.5). Dans ce qui suit nous allons voir comment calculer le stock de sécurité, qui va nous permettre de se prémunir contre les surconsommations et les retards de livraison.

#### 1.5.1 Taux de service

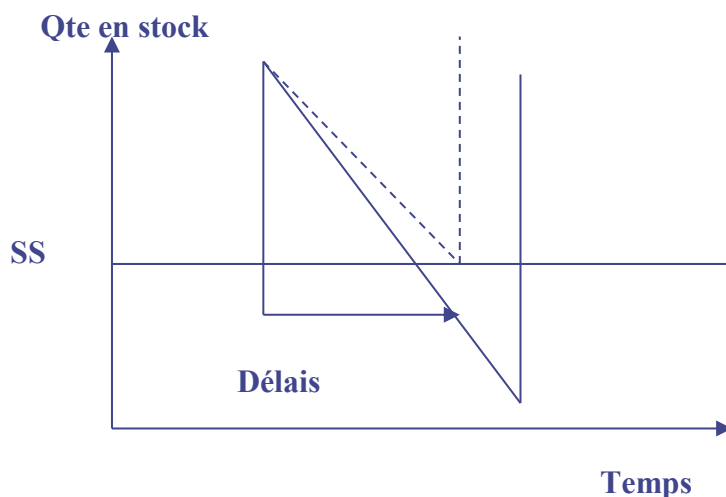
En théorie, ce stock de sécurité devrait être calculé de façon à minimiser la somme des coûts liés à l'existence des stocks (Coût de stockage + Coût de rupture). En pratique, compte tenu

de la difficulté à déterminer le coût de rupture, le stock de sécurité est généralement déterminé pour atteindre un seuil de taux de service souhaité.

Le taux de service peut être considéré comme le complément du taux de rupture (un taux de service de 95% correspond à un taux de rupture de 5%). Le taux de service et la probabilité de non rupture de stock (un taux de service de 95% implique une probabilité de rupture de stock de 5 fois sur 100). Il existe plusieurs façons de définir le taux de rupture de stocks (fréquence des demandes non satisfaites, nombre d'articles non servis ou reportés, ...etc.). De même, il faudra choisir une définition du taux de service, par exemple :

Taux Service = Nombre de demandes servies / Nombre de demandes total

Exemple : sur 100 demandes de sortie de stock, 95 ont pu être satisfaites: le taux de service est donc de 95%



**Figure 0.5 : Le stock de sécurité**

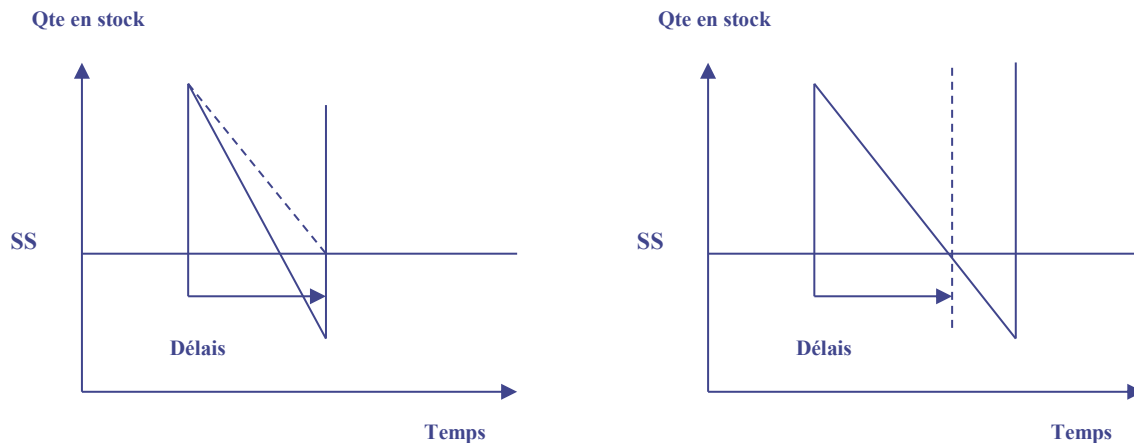
### 1.5.2 Calcul du stock de sécurité

La quantité économique, ainsi que la date de commande sont déterminées en fonction de la consommation moyenne. En conséquence, si la consommation réelle pendant le délai de livraison est supérieure à la consommation moyenne, on constatera une rupture de stock avant la date de livraison (statistiquement dans 50% des cas). Pour diminuer ce risque de rupture, il est nécessaire de prévoir un stock de sécurité, destiné à couvrir les aléas de consommation pendant le délai de livraison.

Concrètement, on considère généralement que la consommation par unité de temps suit une loi normale dont les caractéristiques (moyenne  $C_m$ , écart type  $\sigma_c$ ) sont déterminées à partir d'un historique de consommation.

Le stock de sécurité se calcule alors à partir de l'écart type  $\sigma_c$  d'un coefficient  $F_s$  (facteur de sécurité) correspondant au taux de service souhaité, et du délai de livraison moyen  $D_m$ .

- Ecart de consommation  $E_c = \sigma_c F_s$ .
- La variance est une grandeur additive, donc  $\text{Var}(C, D_m) = D_m \text{Var}(C)$ .
- Le stock de sécurité vaut :  $SS_c = E_c * \sqrt{D_m}$



**Figure 0.6:** calcul du stock de sécurité.

Lorsque le **délai de livraison** est également aléatoire (moyenne  $D_m$ , écart type  $\sigma_d$ ), le stock de sécurité est plus complexe à établir. Par mesure de simplification, on admet généralement de le déterminer par une approximation qui consiste à le majorer par la consommation moyenne pendant l'écart de délai de livraison.

Ecart de délai  $E_d = \sigma_d * F_s$ . Donc, le stock de sécurité  $SS_d = C_m * E_d$ .

Enfin, si nous supposons que la consommation n'est pas régulière et le retard de livraison est probable, nous avons un stock de sécurité :

$$SS = E_c * \sqrt{D_m} + C_m * E_d = F_s (\sigma_c \sqrt{D_m} + \sigma_d C_m).$$

Dans le cas de la méthode du réapprovisionnement périodique, le Stock de sécurité doit couvrir les aléas de consommation pendant la période d'incertitude, constituée du délai de livraison et d'une période de réapprovisionnement. Nous avons, donc, un stock de sécurité :

$$SS = F_s (\sigma_c \sqrt{D_m + T_e} + \sigma_d C_m).$$

Donc nous pouvons conclure que ; malgré le fait que la méthode de réapprovisionnement périodique présente l'avantage de la gestion simplifiée du stock, son inconvénient est l'importance du stock de sécurité. Par suite, lorsque nous analysons un stock, nous réservons, en général, la méthode de point de commande aux articles de la classe A. Nous pouvons gérer

les articles de la classe B avec un réapprovisionnement continu et les autres articles peuvent être commandés à l'aide de la méthode double tiroir.