

Chapitre 3

Gestion de stock en maintenance

3.1 Introduction

Le stock de maintenance est l'ensemble des biens stockés, qui sont nécessaires à la réalisation optimale de la maintenance en termes de délais, de disponibilité, coûts, qualité, sécurité.

Il est constitué d'articles appartenant à la nomenclature des biens à maintenir et de matériels ou outils nécessaires à la réalisation des actions de maintenance selon la politique et les niveaux de maintenance définis.

On peut classer les biens constituant le stock maintenance en cinq catégories :

- Consommables
- Pièces à remplacement programmé
- Pièces à remplacement non programmé ;
- Pièces à remplacement exceptionnel ;
- Matériels et outillages dédiés à la maintenance.

Le stock de maintenance d'une usine est constitué de l'ensemble des articles (matières et pièces de rechange) qui permettent au service maintenance :

- De maintenir de la façon la plus économique possible le matériel de l'usine, en accord avec la fabrication,
- D'exécuter des travaux de différentes natures, à la demande de différents services en qualité de fournisseur.

On ne trouve pas dans le stock de maintenance :

- Les matériels et matières commandés pour les constructions nouvelles.
- Les outillages de fabrication.
- Les articles commandés directement sur un OT pour un matériel préparé, dont l'intervention sera préparée.
- Les matières et produits de fabrication.

3.2 Terminologies essentielles dans la gestion de stock

3.2.1 Stock

Un stock est une quantité d'articles gardée en réserve pour usage ultérieur. Il sert aussi à rendre indépendantes les opérations successives dans le processus de fabrication ou dans la distribution de cet article vers le client. En effet, les stocks peuvent être constitués de produits finis prêts à la vente, mais aussi de pièces, d'articles intermédiaires, d'en-cours, ou de matières premières.

3.2.2 Gestion de stock

Il y a des activités et des techniques qui sont destinées à maintenir le stock d'articles à un niveau souhaité, que ce soit des matières premières, des en-cours ou des produits finis. Les stocks ne se

traitent pas de façon indépendante des opérations de production. L'investissement que représente la constitution d'un stock doit être traité en concurrence avec les autres investissements possibles. On a toujours intérêt à gérer les stocks au plus bas niveau acceptable compte tenu des objectifs et des niveaux de maîtrise du processus. Il faudra déterminer à quel moment et en quelle quantité un article devra être renouvelé. On cherchera le meilleur équilibre entre les coûts entraînés par les stocks et les coûts de pénurie.

3.2.3 Le fichier du stock de maintenance

La tenue d'un fichier «stock maintenance» doit permettre à la fonction maintenance d'améliorer ses propres prestations.

- Un fichier complet des articles pourrait contenir par exemple tout ou partie des éléments suivants pour chaque article :
 - Désignation ;
 - Code de l'article chez l'utilisateur ;
 - Code de l'article chez le fabricant, ou les fournisseurs ;
 - Code du fabricant et ou des fournisseurs ;
 - Etc.
- Préconisations spécifiques d'approvisionnement :
 - Quantité à réapprovisionner ;
 - Seuil de déclenchement de commande ;
 - Stock maximum ;
 - Période de réapprovisionnement ;
 - Décision d'approvisionnement ;
 - Etc. ;
- Durée moyenne d'approvisionnement ;
- Conditions particulières de stockage ;
- Durée de vie en stockage pour des biens périssables ;
- Applicabilité (sur quels équipements peut-on trouver ce bien? ;
- Criticité de l'article dans sa fonction.

Remarque :

Les exigences de gestion des articles constituant le stock maintenance conduisent généralement à affecter, à chaque article identifié, un code. Dans tous les cas de figure, on devra s'attacher à mettre en place, un système de codification, permettant d'identifier de façon biunivoque, l'article dont on a besoin pour un usage donné.

3.2.4 Stock des pièces de rechanges

- Classification des pièces de rechanges : Les stocks de maintenance sont constitués de pièces de rechanges (pièces d'usure, pièces de fonctionnement, pièces de structure) qui peuvent être classées en :
 - Pièces d'origine ;
 - Pièces équivalentes (non fournie par le constructeur de l'équipement, mais cahier des charges identique) ;
 - Pièces interchangeables (peu se substituer à une pièce d'origine) ;

- Pièces adaptables (doit être adaptée pour être montée).
- Codification unique des pièces de rechange: les articles sont composés d'une désignation (libellé long et court) et d'un code article. Ce dernier est constitué de lettre et chiffres en fonction des caractéristiques de l'article (classe d'équipement, diamètre, épaisseur, etc.).
- Classes d'articles: les articles peuvent être regroupés par classes, ces dernières constitueront une partie des codes article.

Remarque:

La codification du fournisseur n'est pas utilisée comme codification de magasin mais on l'utilisera comme une information complémentaire.

3.3 Les coûts de gestion des stocks

3.3.1 Coût de passation de commande (ou coût d'acquisition)

Le coût de passation de commande C_a comprend tous les frais inhérents à la préparation, au traitement et au paiement de la commande. Ce coût varie beaucoup selon les articles. Dans le cas d'une commande interne, on désigne par coût de passation de commande, le coût de préparation et de mise en route, c'est-à-dire l'ensemble des frais relatifs au réglage de l'équipement utilisé pour produire le bien requis.

3.3.2 Coût de possession (ou coût de stockage)

Le coût de possession C_p comprend, lui, trois catégories de coûts : le coût de renonciation, le coût d'entreposage et le coût lié aux pertes sur les stocks. Sur une année, le coût de stockage est substantiel : il peut représenter entre 20 % et 50 % du coût d'achat ou de production selon les articles.

- Coût de renonciation: coût sur le capital emprunté; taux de rendement sur les investissements autres que les stocks.
- Coût d'entreposage: taxes foncières; assurances sur l'entrepôt ou le magasin; énergies consommées; manutention; réparations à l'entrepôt.
- Coût de détention: assurances sur les stocks; désuétude; détérioration; conditionnement; feu, vol et bris.

3.3.3 Coût administratif

Il faut aussi éviter de commander trop souvent, et d'alourdir l'entreprise d'un nombre considérable de petites factures.

3.4 La prévision pour la gestion des stocks

La connaissance de base pour une bonne gestion, la prévision de la consommation peut s'effectuer suivant plusieurs méthodes : à partir de l'historique ou à partir de données extérieures (enquête). Un grand nombre de méthodes sont applicables aux prévisions sur historique. Les modèles de consommation applicables sont les suivants.

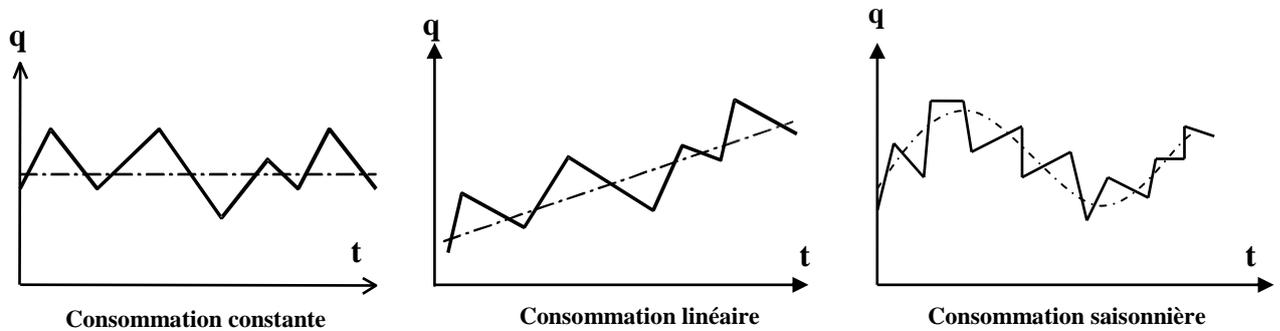


Figure 3.1 Les différents types de consommations en fonction du temps

3.5 Principes de gestion des stocks

3.5.1 Introduction

L'investissement que représente la constitution d'un stock doit être traité en concurrence avec les autres investissements possibles. D'une manière générale, les stocks doivent être gérés au plus bas possible.

Les activités de la gestion des stocks consistent à répondre aux deux problèmes suivants :

- A quel moment commander un article?
- En quelle quantité le commander?

3.5.2 Représentation graphique du stock

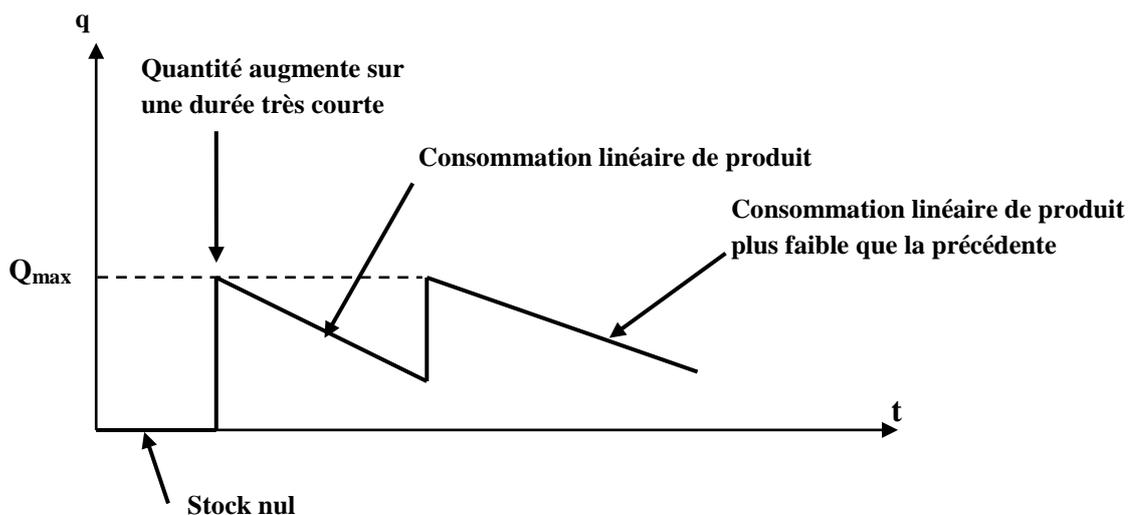


Figure 3.2 Représentation graphique du stock

3.5.3 Niveau de service

Lorsque la demande est connue à l'avance, il en découle une certitude dans les prévisions et il n'y a généralement pas de pénurie. Mais lorsqu'il y a des variations aléatoires dans la demande ou dans les délais de livraison ou les deux, on doit se prémunir contre les risques de pénurie (voir la Figure 3.3).

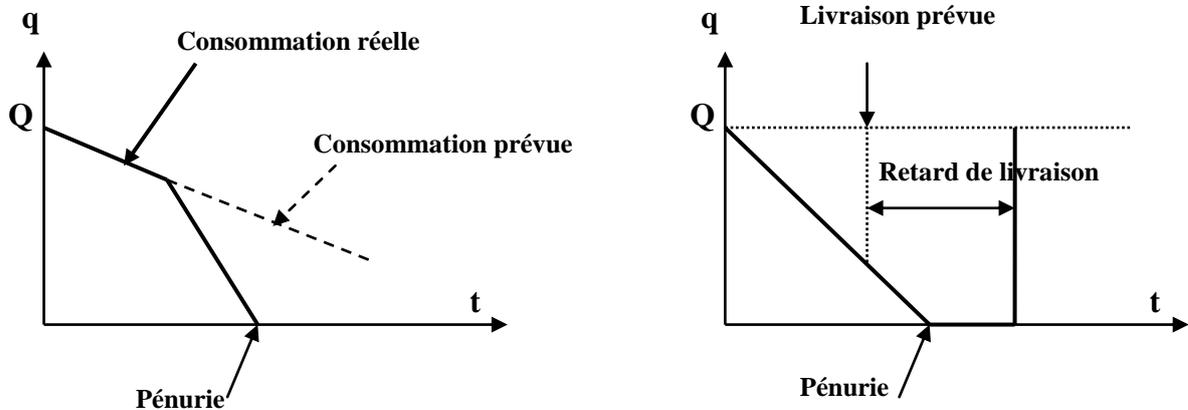


Figure 3.3 Variation de la demande en fonction de la présence de pénurie

3.6 Les politiques d'approvisionnement

3.6.1 Les hypothèses de calcul

Si le niveau de décision se fait au niveau d'une référence de pièce, il faut admettre que les paramètres à prendre en compte sont souvent l'objet d'hypothèses plus ou moins justes dès le départ, et qui en plus, risquent fort d'évoluer au cours du temps.

Il serait donc logique de réajuster sans cesse les hypothèses et remettre en cause les choix effectués. Cette démarche serait naturelle si on se limitait à quelques pièces.

Si ce n'est pas le cas, il faut admettre les erreurs, car le temps passé à remettre en cause les hypothèses sur l'ensemble des références reviendrait à coûter plus cher que la conséquence des erreurs.

On résume cet état de fait par "Écraser une mouche avec un éléphant". Bien sûr, il faudra suivre avec plus d'attention certaines pièces pour lesquelles un ajustement ou un suivi particulier sera nécessaire (10% des références en général).

De plus, il faut admettre que la méthode d'estimation qui vous sera donnée si elle s'applique dans les faits sur une pièce, s'avère en général mauvaise au cas par cas pour une gestion manuelle. Par contre dans le cas d'une gestion automatique informatisée celle-ci peut se concevoir. Il est préférable de traiter un cas particulier tout en gardant une vue d'ensemble.

Plus concrètement, le problème des approvisionnements se résume de la façon suivante : Comment commander et combien ? Et combien de pièces commander ? Suis-je assuré ne pas être en rupture avant la réception de ma commande ?

3.6.2 Bon de commande

Le Bon de commande est adressé à un fournisseur, mais comportera plusieurs lignes de commande (soit de 1 à n références). On note que le coût d'une commande C_c qui représente le coût administratif de la commande. L'étude au niveau de la pièce doit donc tenir compte que plusieurs références sont commandées et facturées sur le même bon.

On divisera donc le C_c par le nombre de références habituellement commandées chez le fournisseur.

3.6.3 Regroupement des commandes

Si on admet qu'une même pièce peut être commandée chez plusieurs fournisseurs, on sera donc souvent confronté au choix suivant :

- Je dois commander la pièce A au fournisseur F en urgence.
- La fiche de la pièce B prévoit une commande la semaine prochaine, mais le fournisseur G est moins cher que le fournisseur F.

Situation 1 : une commande chez le fournisseur F avec les pièces A et B.

Situation 2 : deux commandes chez le fournisseur F pour A et le fournisseur G pour B.

3.7 Les différents types d'approvisionnement

Le tableau ci-dessous montre que selon le type d'article à consommer et son utilisation, on utilisera une méthode différente d'approvisionnement.

Tableau 3.1 Les différents types d'approvisionnement

	Quantité	Intervalle
Point de commande	Variable	Variable
Plan	Variable	Fixe
Programme	Fixe	Fixe

3.7.1 Méthode de gestion des stocks

3.7.1.1 Méthode dite des deux tiroirs

C'est une méthode empirique qui permet de gérer des stocks de consommables ayant un faible coût et une consommation très régulière. A partir de la figure 3.4, on remarque que la quantité totale en stock Q soit divisée en deux parties égales.

- Situation 1 : Soit Q_1 est la consommation courante du produit B tel que $Q_1 = Q/2$
- Situation 2 : Soit Q_2 est le stock du produit A tel que $Q_2 = Q/2$

Lorsque $Q_2 = 0$, alors on transfère Q_1 dans B et on commande la quantité $Q/2$ que l'on replace dans A.

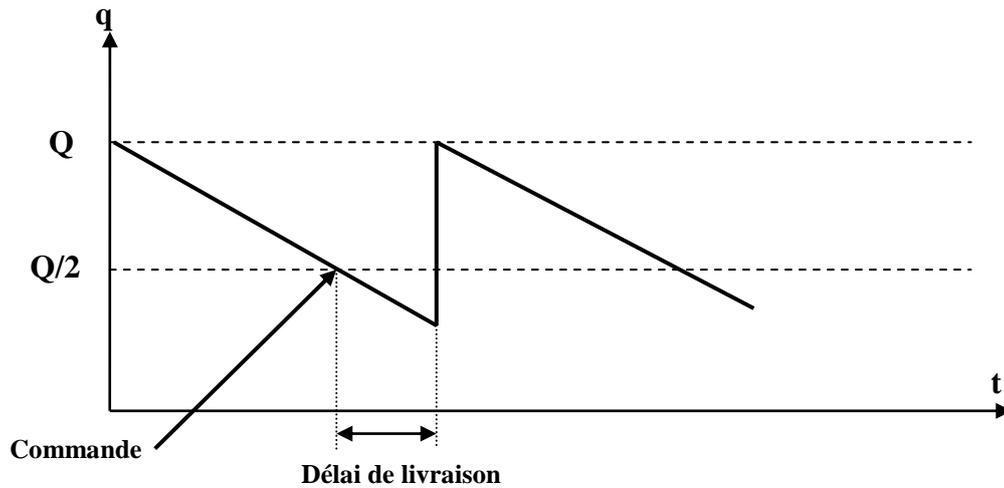


Figure 3.4 Méthode des deux tiroirs

3.7.1.2 Lot économique

La méthode du lot économique permet de déterminer la quantité adéquate et d'estimer à chaque passation de commande, si l'on veut minimiser le coût de gestion du stock (coûts de passation de commande et coûts de stockage). La quantité ainsi obtenue est notée Q_e (quantité économique à commander).

Pour présenter cette méthode, il faut partir du modèle de base qui est simplifié à l'extrême et qui sera par la suite complété de conditions qui le rapprocheront des situations réelles (remises sur quantité, stock de sécurité, etc.).

a) Coût annuel de passation de commande

Il est lié aux frais administratifs engendrés par la passation d'une commande. D'après la figure 3.5, le coût annuel de passation de commande s'augmente avec la fréquence des commandes passées.

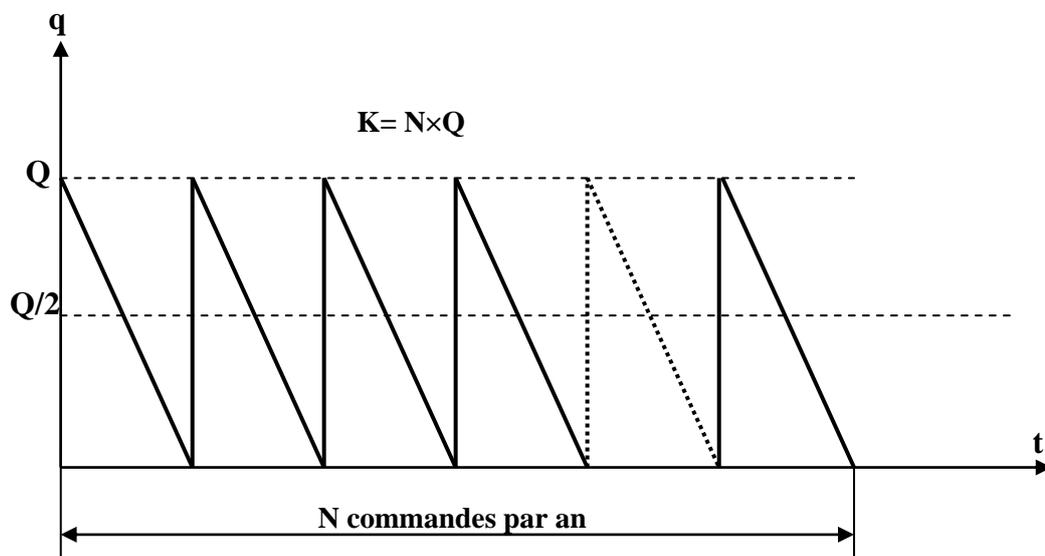


Figure 3.5 Évolution du coût de passation de commande en fonction du temps

Tableau 3.2 Expression du coût annuel de passation de commande

$C_{at} = C_a \times N = C_a \times \frac{K}{Q}$	C_{at}	Coût annuel de passation de commande
	C_a	Coût de passation d'une commande
	N	Nombre de commande par an
	K	Consommation annuelle prévisionnelle
	Q	Quantité commandée

b) Coût de possession

Le coût total de stockage dépend du coût unitaire de stockage et de la quantité moyenne annuelle du stock. En sachant que : $Q = K / N$, le stock moyen correspond à : $Q / 2$ ou $K / 2N$.

Le coût de possession est donc:

Tableau 3.3 Expression du coût de possession annuel

$C_p = \frac{Q}{2} \times P_u \times i$	C_p	Coût de possession
	Q	Quantité commandée
	N	Nombre de commande par an
	P_u	Prix unitaire
	i	Taux de possession

c) Coût de gestion de stock

Le coût total de gestion de stock représenté par la courbe résultante suivante ; la couleur rouge correspond à la somme des deux coûts précédents s'écrit :

$$C_T = C_{at} + C_p = C_a \times \frac{K}{Q} + \frac{Q}{2} \times P_u \times i$$

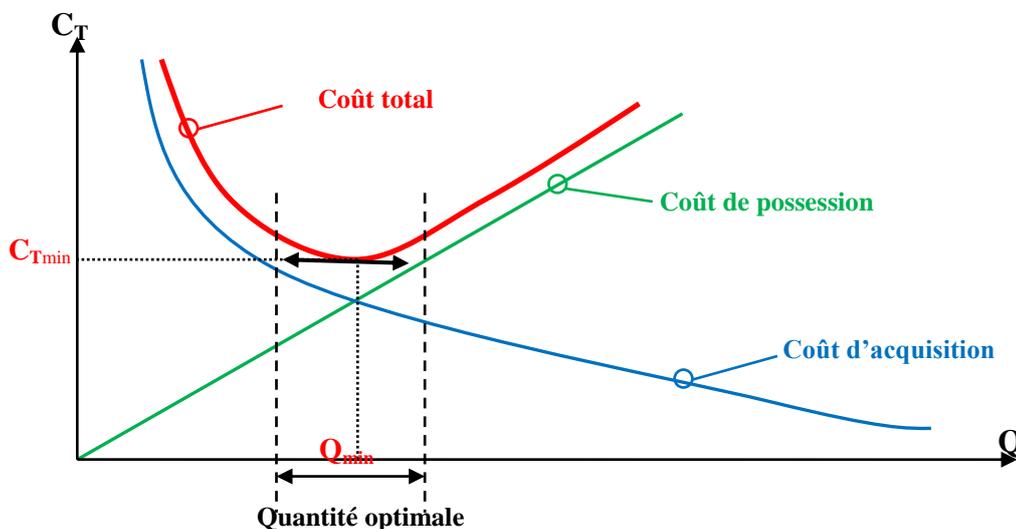


Figure 3.7 Politique d'approvisionnement de type point de commande (C_{Tmin}, Q_{min})

d) Quantité économique - Formule de Wilson

Tableau 3.4 Expression du coût annuel de gestion de stock

$Q_e = \sqrt{\frac{2 \times C_a \times k}{P_u \times i}}$	Q_e	Quantité économique à commander
	C_a	Coût de passation d'une commande
	K	Consommation annuelle prévisionnelle
	P_u	Prix unitaire
	i	Taux de possession

3.8 Exercices d'application

3.8.1 Exercice 1

Le coût de passation d'une commande C_a est de 38 €, le taux de possession annuel $i\%$ est de 23 % et le prix d'achat P_u est 69 €, le délai de livraison T est une semaine, la consommation annuelle de l'article est de 328.

La gestion de cet article doit exclure toute situation de pénurie (carence) car le coût d'indisponibilité s'élève à 700 € par jour.

Travail à faire :

- 1) Calculer la quantité optimale d'une commande Q_e
- 2) Calculer le nombre de commandes par an

Corrigé de l'exercice 1

- 1) La quantité optimale d'une commande se calcule comme suit:

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \times C_a \times k}{P_u \times i}} = \sqrt{\frac{2 \times 38 \times 328}{69 \times 0,23}} = 39,6 \approx 40 \text{ articles}$$

- 2) Le nombre de commandes par an se calcule par la formule suivante :

$$N = \frac{K}{Q_e} = \frac{328}{40} = 8,2 \approx 8 \text{ commandes/an}$$

3.8.2 Exercice 2

Soit une entreprise EESOR à estimer son taux de possession à 12 %. La consommation annuelle de référence C représente 78000 € (soit 2600 produits à 30 €). La valeur de chaque livraison ne saurait être inférieure à 10000 € (pour bénéficier des remises consenties par ses fournisseurs aux professionnels).

L'étude du coût du service approvisionnement de l'entreprise permet d'estimer à 270 € le coût de lancement et de suivi d'une commande.

N.B :

- Coût de passation d'une commande \equiv coût de lancement d'une commande
- Coût de possession de stock \equiv coût de détention de stock
- Nombre de livraisons \equiv nombre de commandes

Travail à faire :

- 1) Quel est le nombre maximum de livraisons ?
- 2) Dans chacune des hypothèses possibles, en utilisant le tableau suivant, pour calculer le coût de gestion de stock correspond à chaque nombre de commandes

Tableau 3.5 Tableau de calcul des coûts de stock

Nombre de commandes	1	2	3	4	5	6	7
Stock moyen							
Coût de détention de stock							
Coût de lancement							
Coût total de stock							

- 3) Retrouver le nombre de commandes optimal N^* .

Corrigé de l'exercice 2 :

- 1) Avec $N= 8$ livraisons, la commande s'élèverait à $78000/8=9750 <10000$ €

Dans ce cas, d'après l'entreprise, elle ne pourrait pas bénéficier des remises consenties par les fournisseurs.

Avec $N = 7$ livraisons, la commande donnerait $78000/7=11142 >10000$ €

Par la suite, le nombre maximum de livraison égale à 7

- 2)
 - Stock moyen $=C/2N$
 - Coût de détention de stock $= C/2N \times i$
 - Coût de lancement d'une commande $=C_a \times N$

Donc le coût de gestion de stock s'écrit :

$$\text{Coût total du stock} = \text{Coût de détention du stock} + \text{Coût de lancement du stock}$$

Tableau 3.6 Tableau de calcul des coûts de stock

Nombre de commandes	1	2	3	4	5	6	7
Stock moyen	39000	19500	13000	9750	7800	6500	5571
Coût de détention du stock	4680	2340	1560	1170	936	780	669
Coût de lancement	270	540	810	1080	1350	1620	1890
Coût total de stock	4950	2880	2370	2250	2286	2400	2559

Remarque :

Nous constatons que, pour un nombre de commandes égale à 4, notre coût total de stock sera minimum égale à 2250 €. Par conséquent, nous pourrions conclure que nous devons passer 4 commandes dans l'année pour minimiser le coût de gestion de stock.

3) D'après la formule de Wilson, le nombre de commandes optimal est :

$$N^* = \sqrt{\frac{C \times i}{C_a \times N}} = \sqrt{\frac{78000 \times 0,12}{270 \times 2}} = 4,16$$

Soit 4 livraisons, nous retrouvons bien la valeur obtenue dans le tableau 3.7.