

## Gestion des opérations

---



# Séance 8 4-530-03

## La gestion des stocks

# Plan de la présentation

---



- Les types de stocks
- Les types de demandes (indépendante vs dépendante)
- Les fonctions des stocks
- Les enjeux de la gestion des stocks
- La méthode ABC
- Les coûts en cause (coût d'acquisition, de commande, de stockage, de pénurie)
- Demande déterministe : Modèle du lot économique simple
- Demande aléatoire : Modèles plus près de la réalité
  - Modèle à quantité fixe et période variable
  - Modèle à période fixe et quantité variable

# Les types de stocks

---



- Stocks de matières premières
- Stocks de produits en cours (PEC)
- Stocks de composants
- Stocks de produits finis
- Stocks ERO (Entretien, Réparation, Opération)

# Les fonctions des stocks

---



- Stocks cycliques (ou de lotissement)
- Stocks tampons
- Stocks d'anticipation (saisonniers ou spéculatifs)
- Stocks de transit (ou d'amorçage)
- Stocks de sécurité (demande ou délai probabiliste)

# Les enjeux de la gestion des stocks



**Les responsables de la gestion des stocks doivent éviter deux écueils**

**Un niveau de stock trop élevé (sur stockage)**

- Génère de nombreux coûts;
- Immobilise les capitaux;
- Peut causer de graves difficultés de trésorerie;
- Accroît les risques de détérioration ou d'obsolescence des produits stockés;
- Conduit parfois l'entreprise à céder "à rabais" son stock d'invendus.

**Un niveau de stock trop faible**

- Multiplie les risques de rupture qui entraîne un arrêt de la production;
- Désorganise l'entreprise;
- Génère des retards dans les livraisons, d'où une diminution des ventes et une perte de clientèle.

# La méthode ABC : (Analyse de Pareto)

---



- La méthode ABC convient à toutes les situations où il faut placer des activités en ordre de priorité.
- Son principe de base repose sur le fait qu'un petit nombre d'articles (20%) représente souvent l'essentiel de la valeur stockée (80%).
- Donc, la méthode des 20 / 80 ou l'analyse ABC, permet de distinguer les articles qui nécessitent une gestion élaborée de ceux pour lesquels une gestion plus globale est suffisante.

# La méthode ABC



|   | <b>A</b>                                   | <b>B</b>  | <b>C</b>                       |
|---|--|-----------|--------------------------------|
| <b>Pourcentage du nombre total d'articles</b> | 10 à 20 %                                  | 30 à 40 % | 40 à 50 %                      |
| <b>Pourcentage de la valeur d'utilisation</b> | 70 à 80 %                                  | 15 à 20 % | 5 à 10 %                       |
| <b>Niveau de contrôle</b>                     | Rigoureux                                  | Normale   | Simple                         |
| <b>Procédures de commandes</b>                | Soigneuses, précises, révisions fréquentes | Normales  | Périodiques 1 ou 2 fois par an |

# La méthode ABC : Exemple



| Article | Consommation | Coût unitaire |
|---------|--------------|---------------|
| K34     | 10           | 200           |
| K35     | 25           | 600           |
| K36     | 36           | 150           |
| M10     | 16           | 25            |
| M20     | 20           | 80            |
| Z45     | 80           | 200           |
| F14     | 20           | 300           |
| F95     | 30           | 800           |
| F99     | 20           | 60            |
| D45     | 10           | 550           |
| D48     | 12           | 90            |
| D52     | 15           | 110           |
| D57     | 40           | 120           |
| N08     | 30           | 40            |
| P05     | 16           | 500           |
| P09     | 10           | 30            |



# La méthode ABC : Exemple



- **Étape 1 : Calcul de la valeur annuelle des achats**

| Article | Consommation | Coût unitaire | Valeur annuelle des achats |
|---------|--------------|---------------|----------------------------|
| K34     | 10           | 200           | 2000                       |
| K35     | 25           | 600           | 15000                      |
| K36     | 36           | 150           | 5400                       |
| M10     | 16           | 25            | 400                        |
| M20     | 20           | 80            | 1600                       |
| Z45     | 80           | 200           | 16000                      |
| F14     | 20           | 300           | 6000                       |
| F95     | 30           | 800           | 24000                      |
| F99     | 20           | 60            | 1200                       |
| D45     | 10           | 550           | 5500                       |
| D48     | 12           | 90            | 1080                       |
| D52     | 15           | 110           | 1650                       |
| D57     | 40           | 120           | 4800                       |
| N08     | 30           | 40            | 1200                       |
| P05     | 16           | 500           | 8000                       |
| P09     | 10           | 30            | 300                        |

# La méthode ABC : Exemple



- **Étape 2 : Calcul des % et analyse**

| Article | % article | Consommation | Coût unitaire | \$<br>des achats | % des<br>achats |
|---------|-----------|--------------|---------------|------------------|-----------------|
| F95     | 6.25 %    | 30           | 800           | 24 000           | 25.5%           |
| Z45     | 6.25 %    | 80           | 200           | 16 000           | 17.0%           |
| K35     | 6.25 %    | 25           | 600           | 15 000           | 15.9%           |
| P05     | 6.25 %    | 16           | 500           | 8 000            | 8.5%            |
| F14     | 6.25 %    | 20           | 300           | 6 000            | 6.4%            |
| D45     | 6.25 %    | 10           | 550           | 5 500            | 5.8%            |
| K36     | 6.25 %    | 36           | 150           | 5 400            | 5.7%            |
| D57     | 6.25 %    | 40           | 120           | 4 800            | 5.1%            |
| K34     | 6.25 %    | 10           | 200           | 2 000            | 2.1%            |
| D52     | 6.25 %    | 15           | 110           | 1 650            | 1.8%            |
| M20     | 6.25 %    | 20           | 80            | 1 600            | 1.7%            |
| F99     | 6.25 %    | 20           | 60            | 1 200            | 1.3%            |
| N08     | 6.25 %    | 30           | 40            | 1 200            | 1.3%            |
| D48     | 6.25 %    | 12           | 90            | 1 080            | 1.1%            |
| M10     | 6.25 %    | 16           | 25            | 400              | 0.4%            |
| P09     | 6.25 %    | 10           | 30            | 300              | 0.3%            |

# La méthode ABC : Exemple



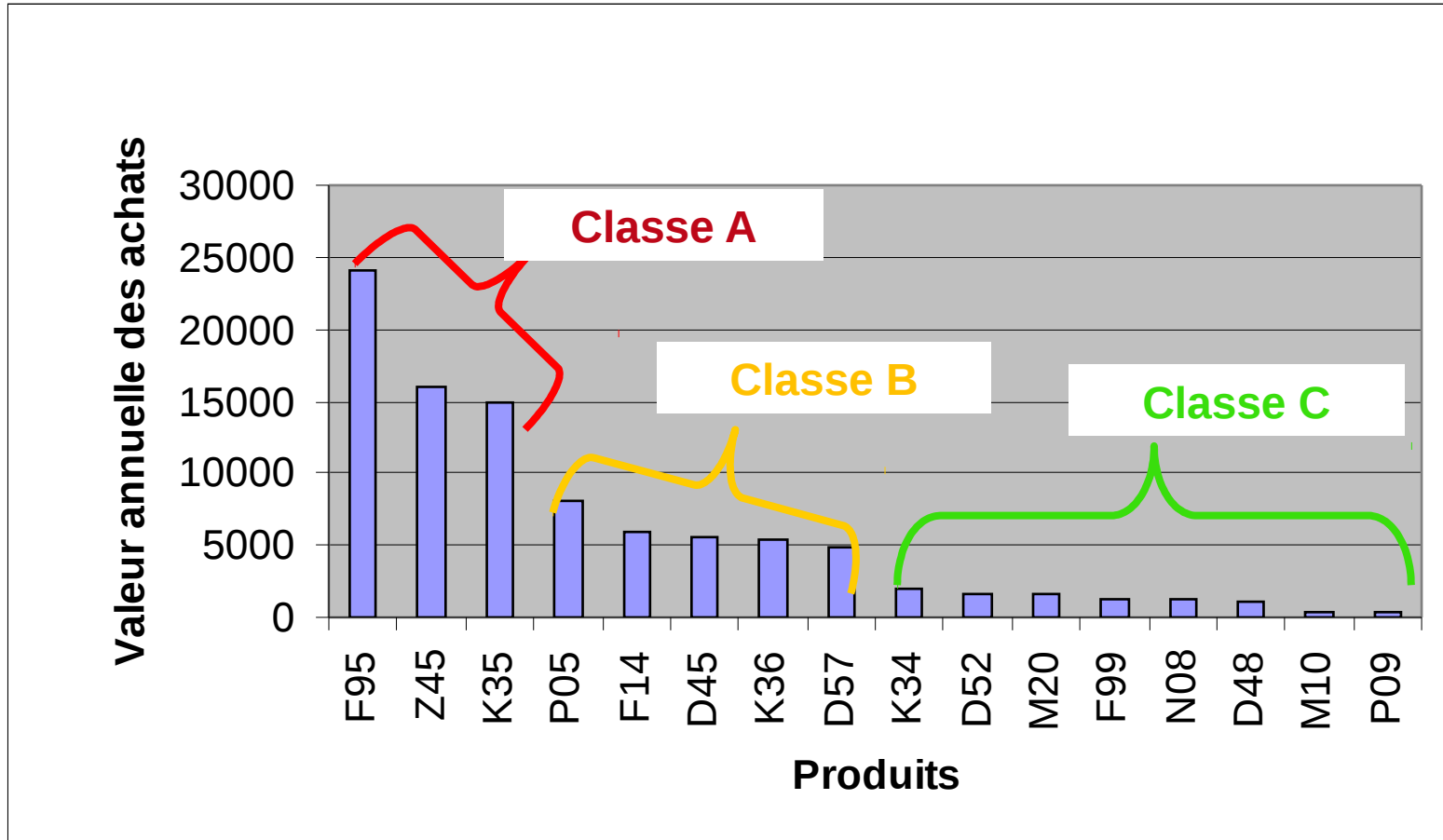
## • Étape 3 : Classement

|         | Art. | % article | Cons. | Coût unitaire | \$ des achats | % des achats | % cumulatif | Classe |        |
|---------|------|-----------|-------|---------------|---------------|--------------|-------------|--------|--------|
| 18.5 %  | F95  | 6.25 %    | 30    | 800           | 24 000        | 25.5 %       | 25.5 %      | A      | 58.4 % |
|         | Z45  | 6.25 %    | 80    | 200           | 16 000        | 17.0 %       | 42.5 %      | A      |        |
|         | K35  | 6.25 %    | 25    | 600           | 15 000        | 15.9 %       | 58.4 %      | A      |        |
| 31.25 % | P05  | 6.25 %    | 16    | 500           | 8 000         | 8.5 %        | 66.9 %      | B      | 31.6%  |
|         | F14  | 6.25 %    | 20    | 300           | 6 000         | 6.4 %        | 73.3 %      | B      |        |
|         | D45  | 6.25 %    | 10    | 550           | 5 500         | 5.8 %        | 79.1 %      | B      |        |
|         | K36  | 6.25 %    | 36    | 150           | 5 400         | 5.7 %        | 84.9 %      | B      |        |
|         | D57  | 6.25 %    | 40    | 120           | 4 800         | 5.1 %        | 90.0 %      | B      |        |
| 50 %    | K34  | 6.25 %    | 10    | 200           | 2 000         | 2.1 %        | 92.1 %      | C      | 10 %   |
|         | D52  | 6.25 %    | 15    | 110           | 1 650         | 1.8 %        | 93.9 %      | C      |        |
|         | M20  | 6.25 %    | 20    | 80            | 1 600         | 1.7 %        | 95.6 %      | C      |        |
|         | F99  | 6.25 %    | 20    | 60            | 1 200         | 1.3 %        | 96.8 %      | C      |        |
|         | N08  | 6.25 %    | 30    | 40            | 1 200         | 1.3 %        | 98.1 %      | C      |        |
|         | D48  | 6.25 %    | 12    | 90            | 1 080         | 1.1 %        | 99.3 %      | C      |        |
|         | M10  | 6.25 %    | 16    | 25            | 400           | 0.4 %        | 99.7 %      | C      |        |
|         | P09  | 6.25 %    | 10    | 30            | 300           | 0.3 %        | 100 %       | C      |        |

# La méthode ABC : Exemple



- **Étape 3 : Tracer la courbe ABC**



# Les coûts en cause

---



- Coût d'acquisition
- Coût de stockage (entreposage)
- Coût de commande (ou de mise en course)
- Coût de pénurie

# Les coûts en cause :

## Coût d'acquisition

---



- Prix payé pour acquérir le produit.
- Peut être sujet à des remises sur quantité

*Pour quelle raison les fournisseurs sont-ils prêts à nous offrir de meilleurs prix, si on commande de plus grosses quantités à la fois?*

# Les coûts en cause :

## Coût de stockage

---



- Le coût de stockage est composé d'une multitude de coûts qui varient en fonction du produit et de l'entreprise
- Il comprend :
  - Coût de l'argent de 3 % à 24 % - *coût d'opportunité*
  - Désuétude de 2 % à 20 %
  - Détérioration de 1 % à 5 %
  - Entreposage de 1 % à 3 %
  - Entretien de 1 % à 2 %
  - Administration de 1/4 % à 2 %
  - Assurance de 1/2 % à 1 1/2 %
- Total de 8 % à 50 % de la valeur du stock moyen

# Les coûts en cause :

## Coût de commande

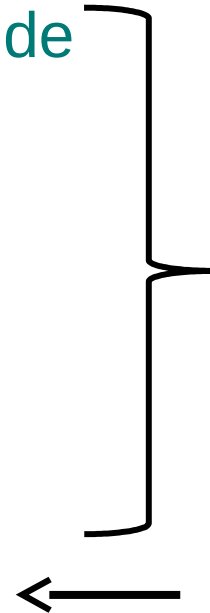


- Il comprend :

- Préparation de la commande
- Émission
- Suivi
- Réception
- Inspection
- Manipulation physique
- Réglage de l'équipement
- et autres

*Coûts de commande externes – fournisseurs externes*

*Coûts de commande interne – fabrication interne*





# Les coûts en cause :

## Coût de pénurie externe

---



- Réputation de l'entreprise;
- Perte de commandes;
- Sous-traitance;
- Augmentation des coûts :
  - Heures supplémentaires;
  - Livraison.
- **IMPACT SUR LE CLIENT ...  
DIFFICILE A DÉTERMINER**

# Les coûts en cause :

## Coût de pénurie interne

---



- Main-d'oeuvre inoccupée;
- Machinerie arrêtée;
- Modification de l'ordonnancement;
- Perte de capacité;
- Création de goulots d'étranglement;
- Prime à l'achat;
- Heures supplémentaires;
- Augmentation du nombre de relanceurs.
- Etc.

# Modèles de gestion des stocks : Objectifs

---



**Les modèles visent à déterminer le moment (quand ?) et la quantité (combien ?) à commander pour minimiser les coûts tout en permettant d'avoir les matières requises au bon moment.**

- **Quand commander ?**
- **Combien commander ?**

# Le lot économique simple :

## Principes de bases

---



### Modèle du lot économique simple (QEC) : Hypothèses

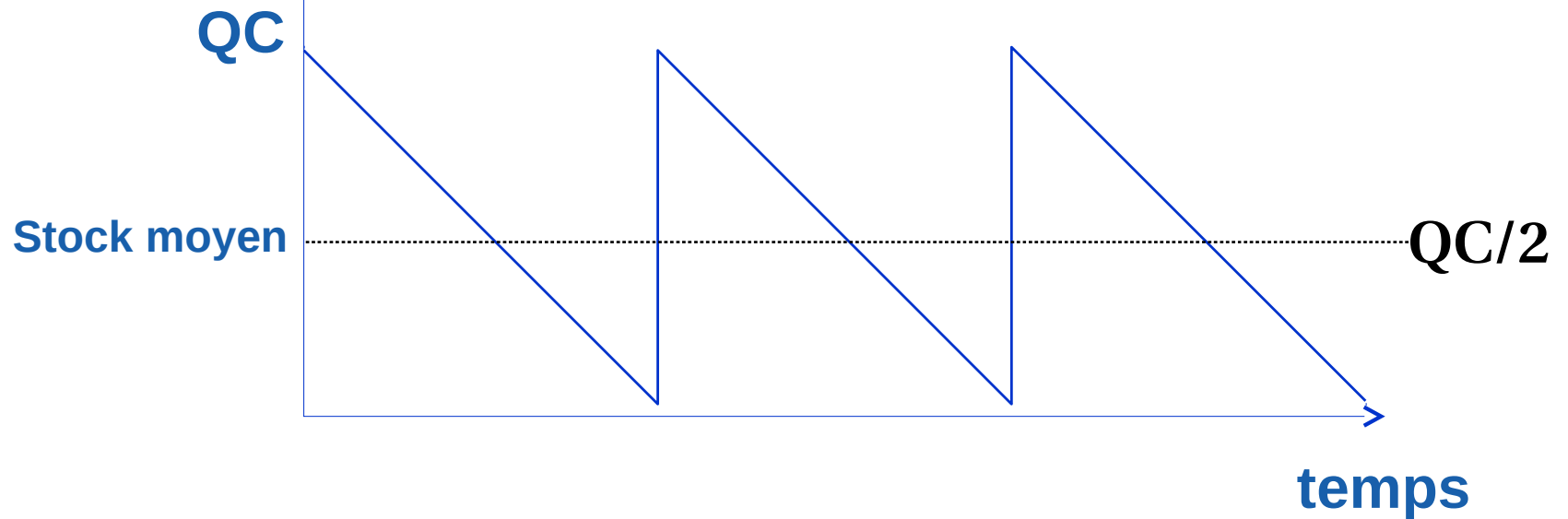
- Un seul produit en cause;
- Connaissance de la demande annuelle à satisfaire;
- Taux de consommation à peu près constant durant l'année;
- Délai de livraison ou d'approvisionnement constant;
- Chaque commande livrée en une seule fois;
- Pas de remise sur achat en gros.

Source : Stevenson W., Benedetti C., (2001), p 475

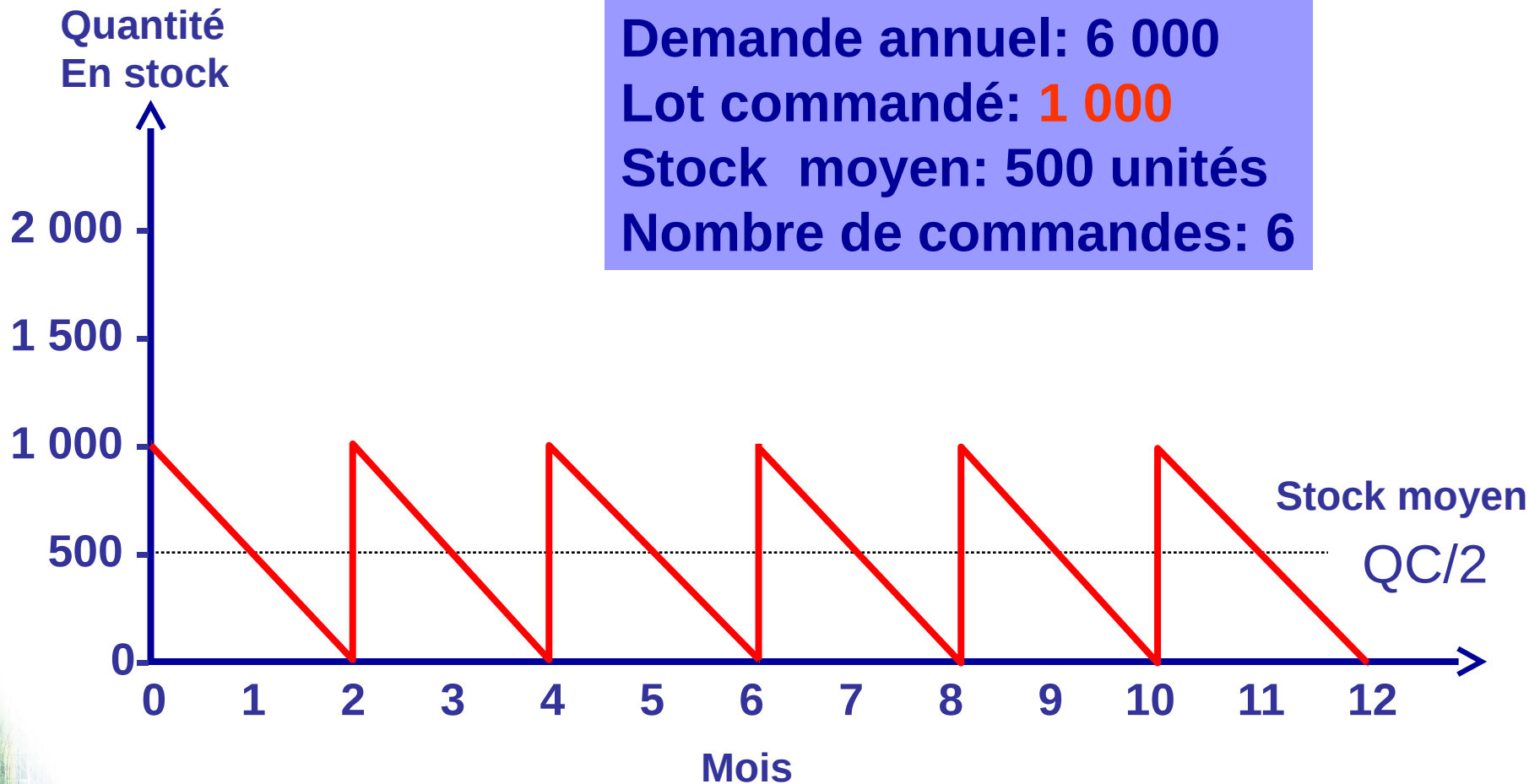
# Le lot économique simple : Principes de bases



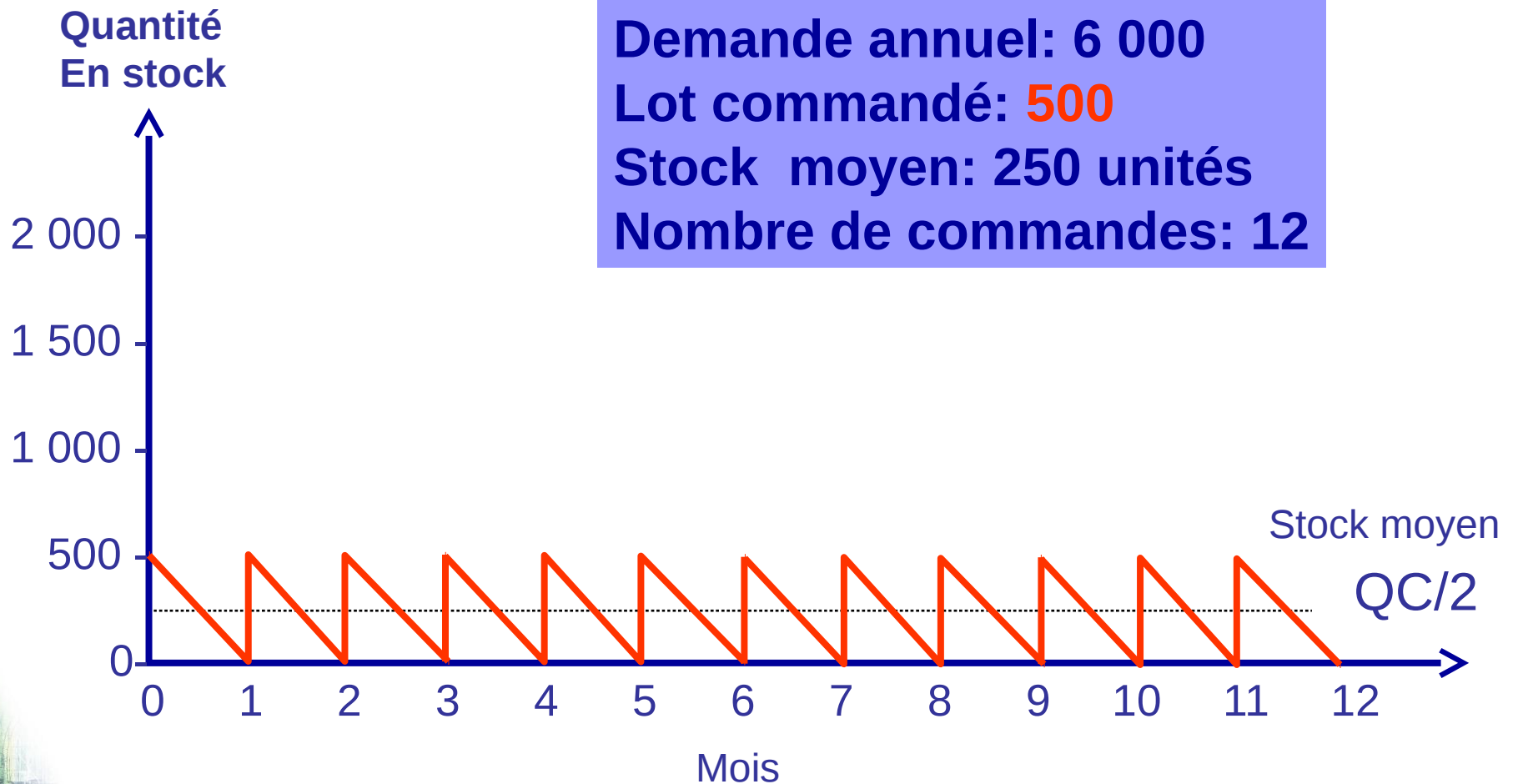
Quantité  
commandée



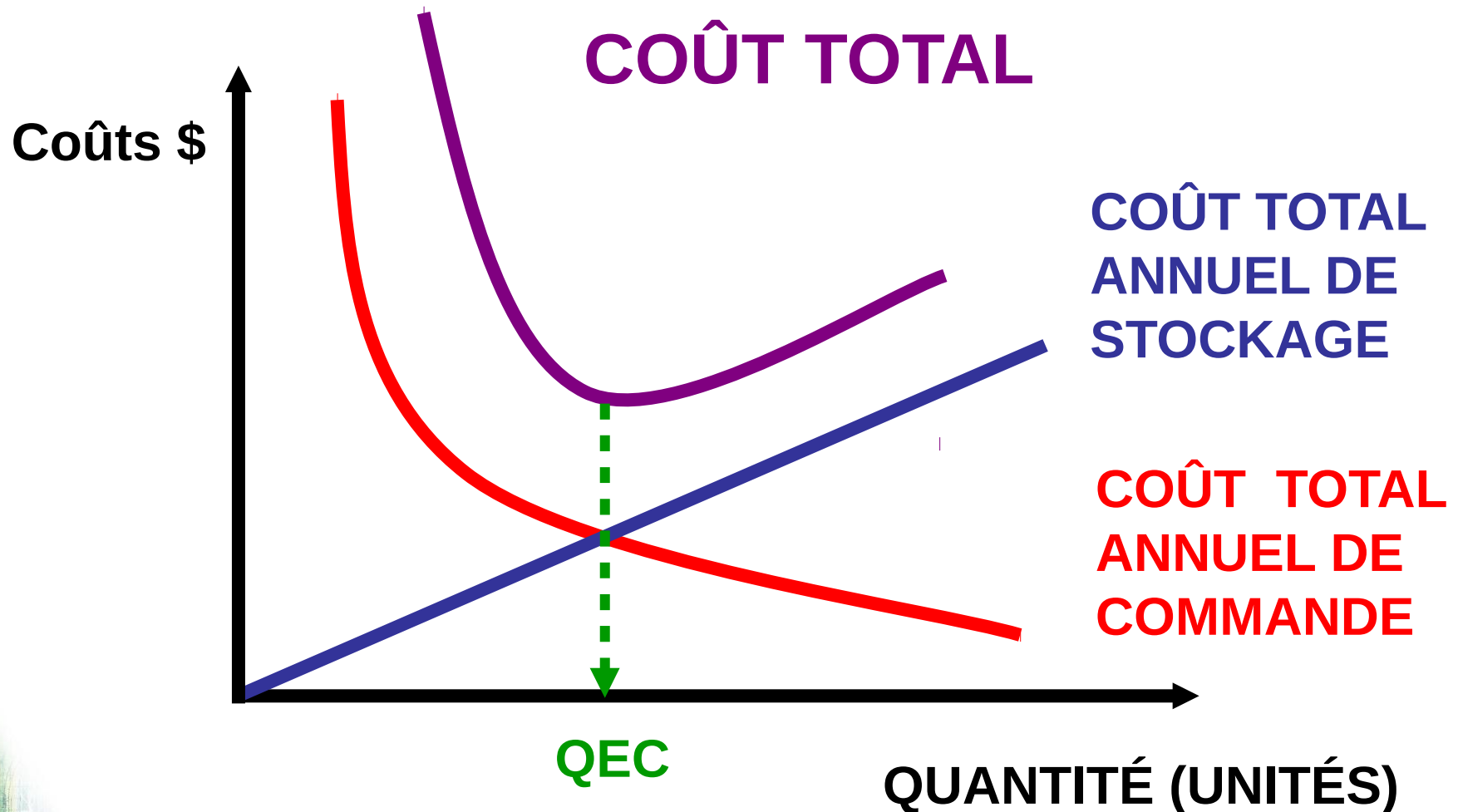
# Le lot économique simple : Quantité moyenne en stock



# Le lot économique simple : Quantité moyenne en stock



# Le lot économique simple : Principes de bases





# Le lot économique simple : Modèle mathématique



## Le lot économique simple : Coût total annuel

$$CT = \underbrace{\frac{QC}{2} \times C_e}_{C_{te}} + \underbrace{\frac{DT}{QC} \times C_c}_{C_{tc}} + \underbrace{DT \times C_a}_{C_{ta}}$$

CT : Coût total annuel

DT : Demande annuelle

QC : Quantité commandée

Ce : Coût annuel de stockage unitaire

Cte : Coût annuel de stockage total

Cc : Coût annuel de commande unitaire

Ctc : Coût annuel de commande total

Ca : Coût d'acquisition unitaire

Cta : Coût annuel d'acquisition

# Le lot économique simple : Modèle mathématique

---



## Réponse à la question : Combien commander

$$QEC = \sqrt{\frac{2 \times DT \times C_c}{C_e}}$$

$DT$  : Demande annuelle

$C_c$  : Coût unitaire pour passer une commande

$C_e$  : Coût de stockage annuel d'une unité

$QEC$  : Quantité économique à commander

# Le lot économique simple : Exemple QEC

---



Un fabricant de jouets utilise environ 32 000 morceaux de silicone par année. Les morceaux sont consommés à taux constant pendant les 240 jours de l'année où l'usine est en activité. Le coût annuel de stockage représente 20 % du coût d'acquisition. Le coût de commande est de 24 \$. Le coût unitaire d'acquisition est de 3 \$.

Déterminez :

1. La quantité économique à commander.
2. Le coût total annuel de gestion des stocks lié à cette quantité.

# Le lot économique simple :

## Exemple QEP

---



Oméga est une entreprise qui fabrique des porte-voix. La valeur unitaire des porte-voix est de 20 \$. À chaque lancement de production, Oméga doit déboursier 50 \$ en frais divers (les principaux frais sont ceux reliés aux réglages des équipements). La demande annuelle en haut-parleurs est de 10 000 unités et le coût de stockage annuel s'élève à 20 % de la valeur des produits.

1. Quelle est la quantité économique à produire qui minimise le coût total annuel de gestion des stocks?

# Exercice en classe

---



- Un distributeur de fruits et de légumes utilise 800 cageots par mois à raison de 10 \$ l'unité. La gérante a estimé le coût de possession annuel à 35 % du prix d'achat par cageot et les coûts de commande, à 28 \$. Actuellement, elle place une commande par mois.
- Combien l'entreprise économiserait-elle chaque année en coûts de commande et de possession si elle utilisait la QÉC ?

# Modèles plus près de la réalité :

## Principes de base

---



- Ces modèles visent à tenir compte du fait que la demande est souvent soumise à des variations.
- Deux modèles :
  - Modèle à quantité fixe et période variable
  - Modèle à période fixe et quantité variable

# Modèles plus près de la réalité :

## Principes de base

---



Éléments nouveaux qui découlent du caractère aléatoire des demandes ou des livraisons :

- Les **pénuries** sont possibles;
- L'entreprise doit choisir le **niveau de service** qu'elle veut offrir;
- L'entreprise doit établir les **stocks de sécurité** selon le niveau de service qu'elle veut offrir et en fonction de la variabilité de la demande et des délais de livraisons;
- L'entreprise doit choisir si le réapprovisionnement se fait à intervalle fixe ou s'exprime en fonction d'une quantité de stock déterminée (point de réapprovisionnement).

# Modèles plus près de la réalité

---



## Quelques définitions utiles

- Point de commande (PC)
- Taux de consommation ( $\mu$ )
- Délai de livraison (d)
- Niveau de service
- Stock de sécurité (Ss)



# Modèles plus près de la réalité : Quantité fixe - Période variable

---



- Quand commander?
  - Lorsque le niveau des stocks atteint le **point de commande (PC)**
  
- Combien commander?
  - On commande toujours la même quantité (**QEC**)

# Modèles plus près de la réalité : Calcul du coût total annuel



$$CT = \underbrace{\left(\frac{QC}{2} + SS\right) \times C_e}_{C_{te}} + \underbrace{\frac{DT}{QC} \times C_c}_{C_{tc}} + \underbrace{DT \times C_a}_{C_{ta}}$$

CT : Coût total annuel

DT : Demande annuelle

QC : Quantité commandée

Ce : Coût annuel de stockage unitaire

Cte : Coût annuel de stockage total

Cc : Coût annuel de commande unitaire

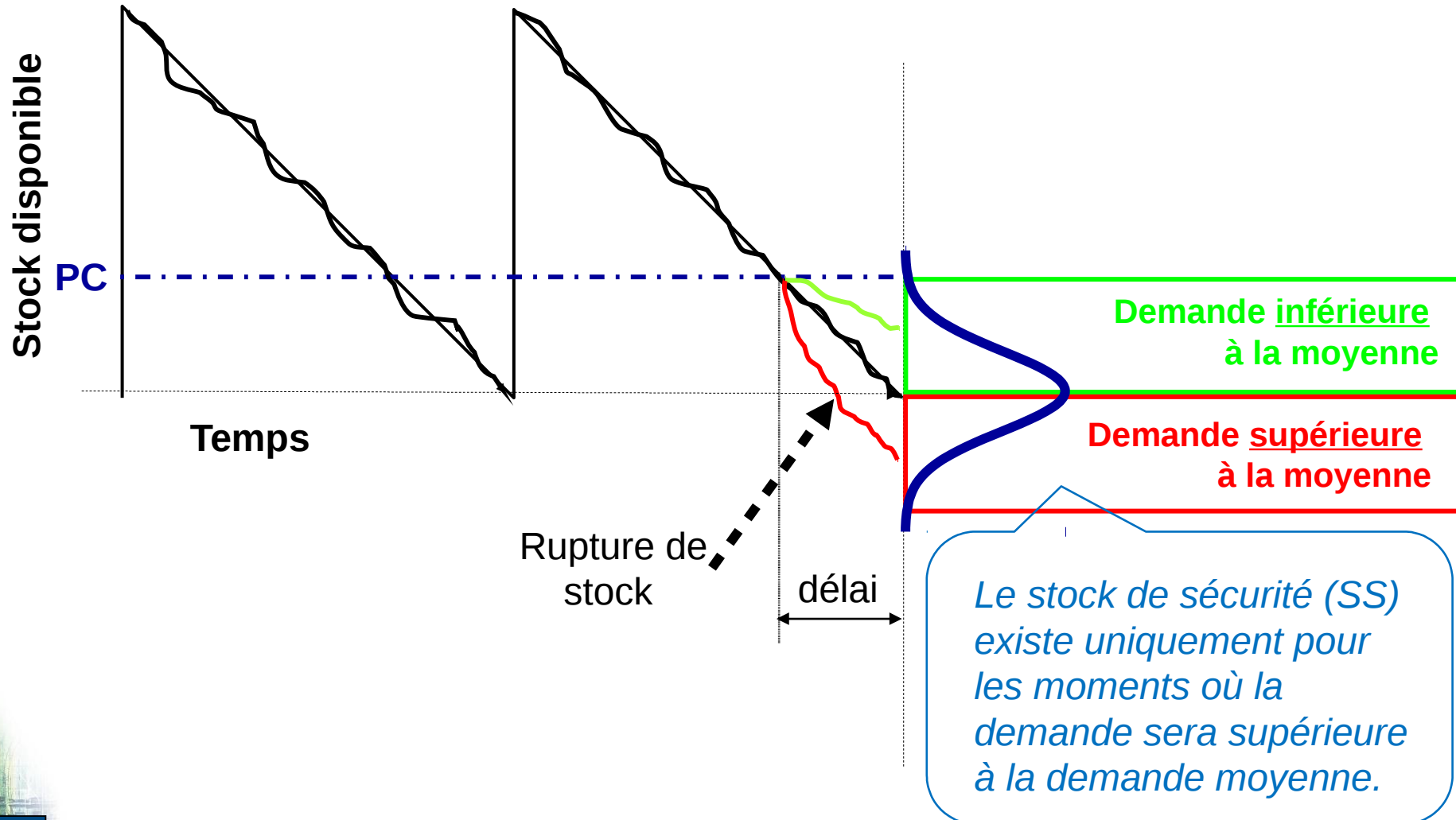
Ctc : Coût annuel de commande total

Ca : Coût d'acquisition unitaire

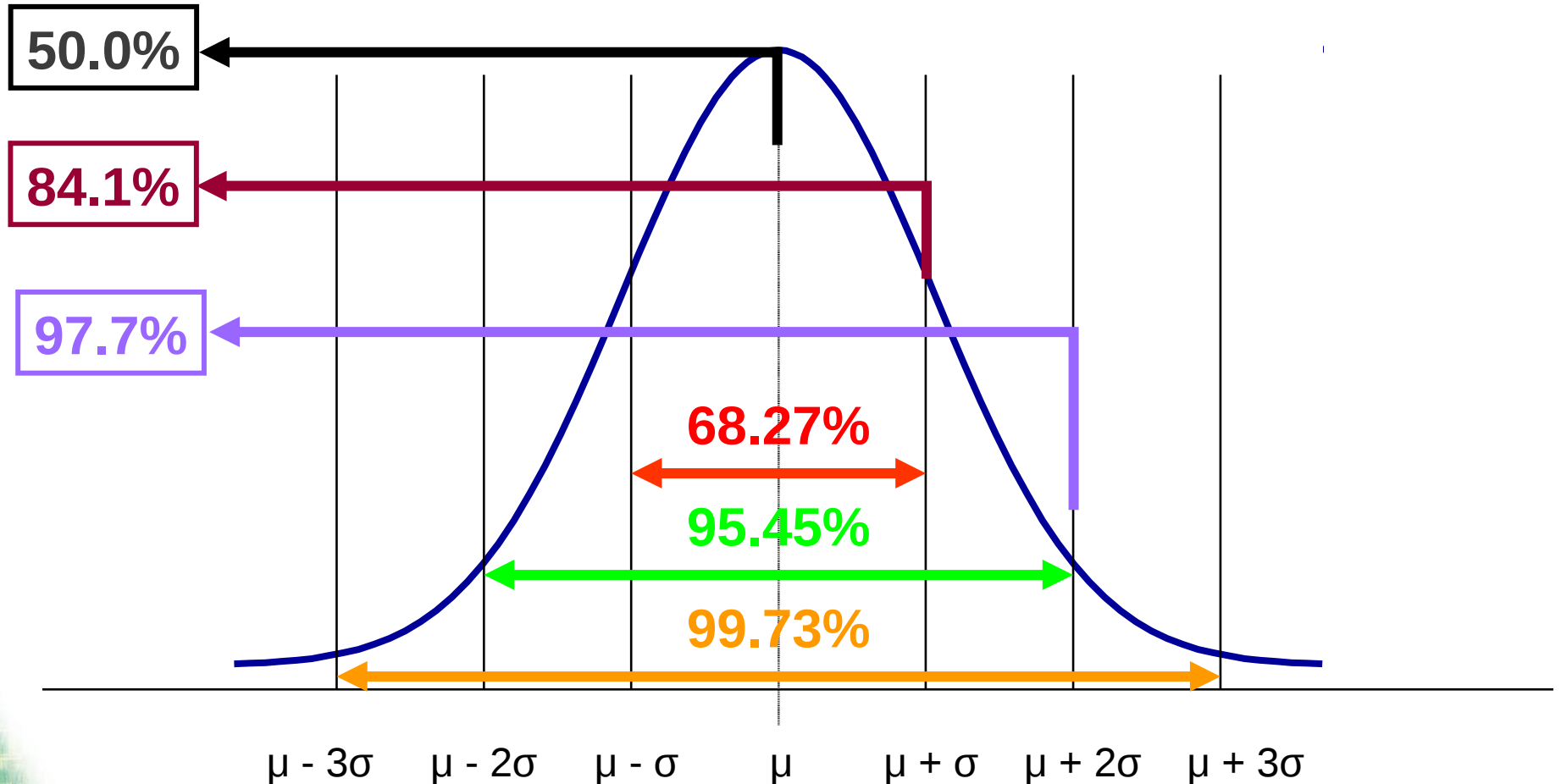
Cta : Coût annuel d'acquisition

SS : Stock de sécurité

# Variation de la demande



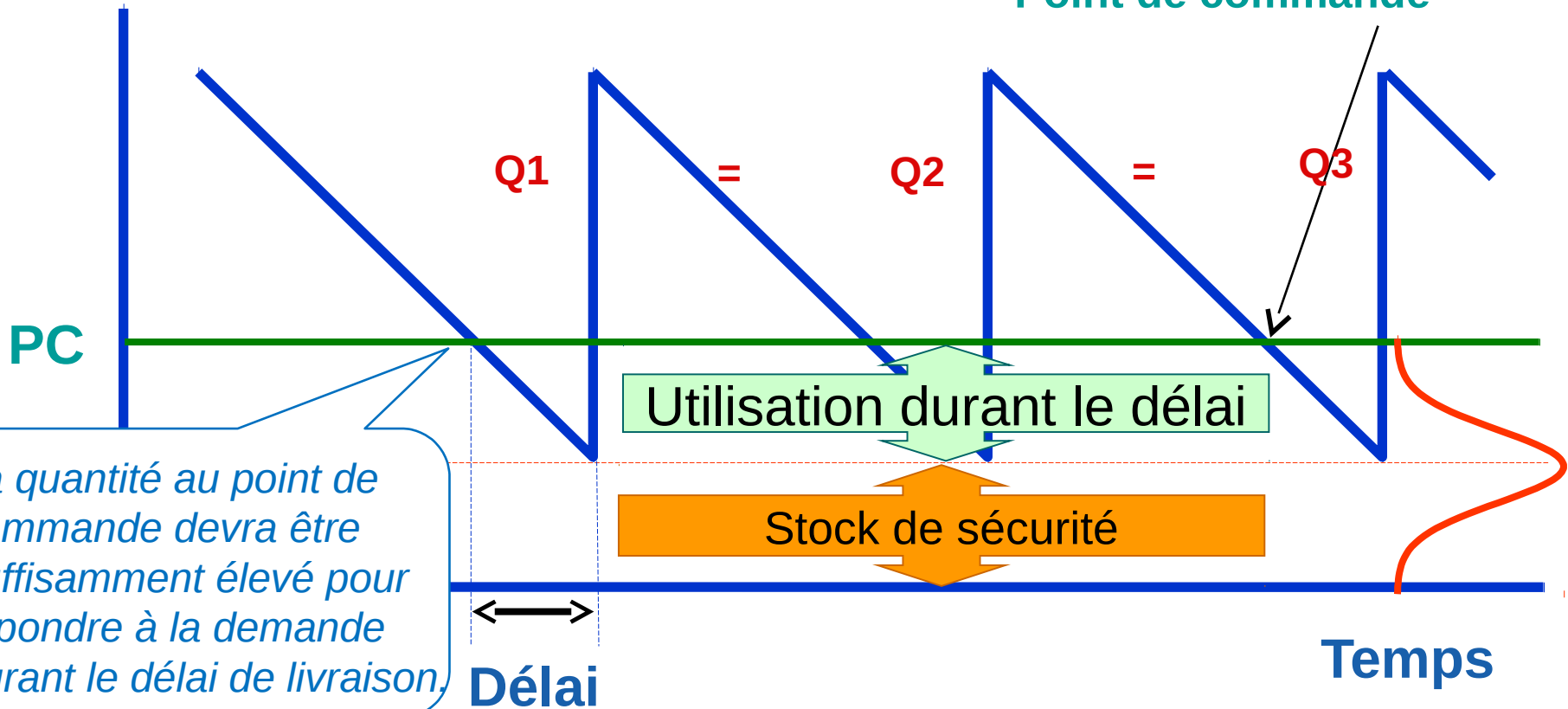
# Propriétés statistiques de la courbe de distribution normale



# Modèles plus près de la réalité : Quantité fixe - Période variable



Quantité en stock



# Modèles plus près de la réalité : Quantité fixe - Période variable



*Au moment où je passe la commande (PC), je dois m'assurer d'avoir suffisamment de produits en inventaire pour répondre à la demande durant le délai de livraison!*

$$PC = u \times d + Ss$$

$$Ss = Z \times \sigma_{d,u}$$

$$\sigma_{d,u} = \sqrt{d} \times \sigma_u$$

- $u$  : Taux de consommation moyen (demande moyenne)
- $d$  : Délai de livraison moyen exprimé en unités de temps
- $Ss$  : Stock de sécurité
- $Z$  : Facteur Z correspondant au niveau de service désiré
- $\sigma_u$  : Écart-type de la demande durant une unité de temps
- $\sigma_{d,u}$  : Écart-type de la demande durant le délai de livraison

# Modèles plus près de la réalité : Quantité fixe - Période variable

---



Un hôtel de Montréal, ouvert 7 jours par semaine, utilise en moyenne environ 2 800 paniers de produits divers (savon, crème, shampoing, revitalisant, etc.) par semaine. La distribution suit une normale avec un écart-type de neuf paniers par jour. L'entreprise qui livre les paniers est en mesure de livrer en trois jours. Si la politique de l'hôtel est de maintenir un risque de pénurie de 2 %.

1. Quel est le stock de sécurité?
2. Quelle est la quantité au point de commande?
3. Proposez une façon simple de suivre le niveau d'inventaire des paniers. Comment savoir si le point de commande est atteint?

# Modèles plus près de la réalité : Quantité fixe - Période variable

---

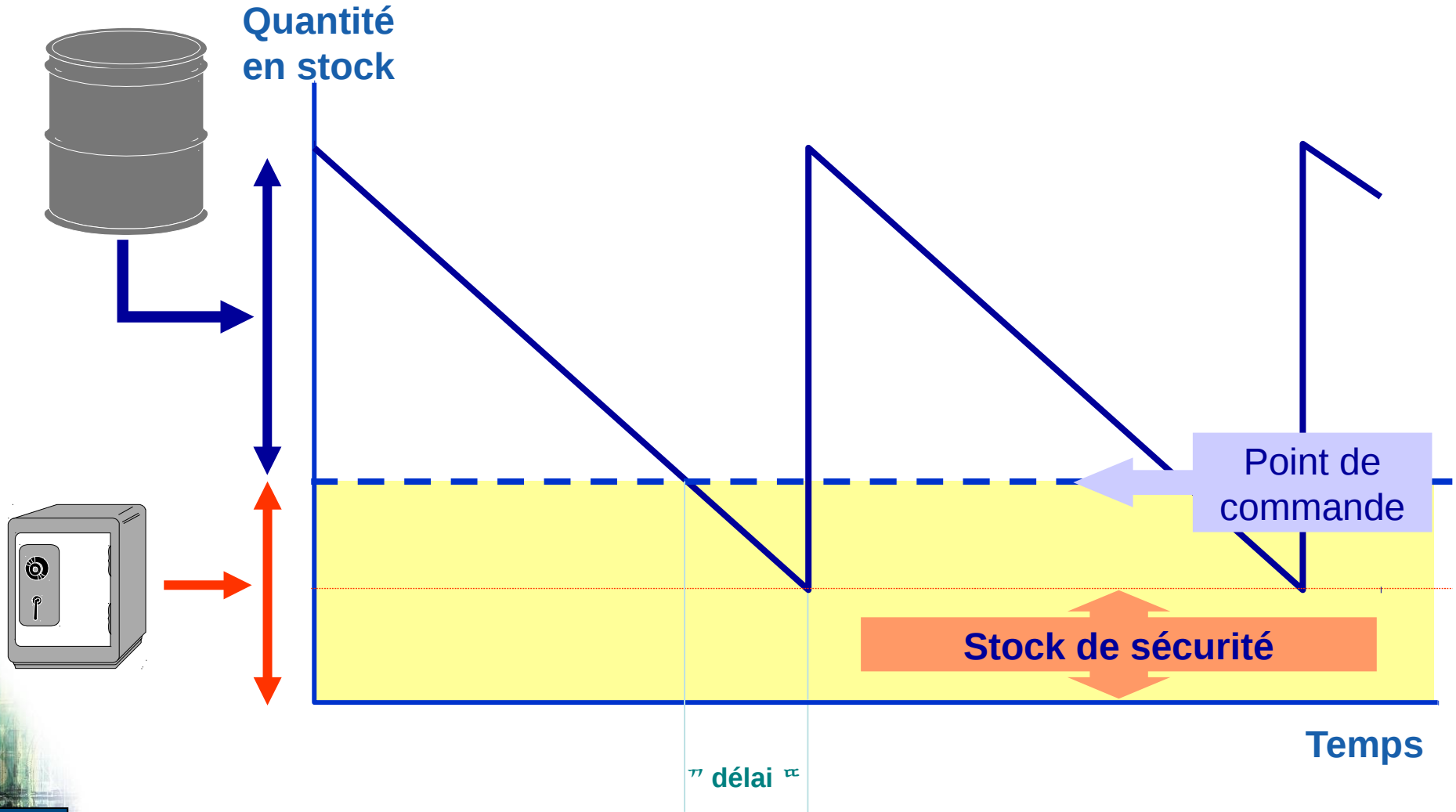


Le coût d'acquisition des produits de beauté est évalué à 3 \$ le panier. Les coûts d'entreposage représente 10% du coût d'acquisition et les coûts de commandes sont évalués à 20 \$. Si les paniers sont livrés en caisse de 100 paniers,

1. Quelle sera la quantité commandée à chacune des commandes?
2. Combien de commandes seront effectuées par année?
3. Quels seront les coûts annuels de gestion des stocks de paniers de beauté?



# Systeme à double casier



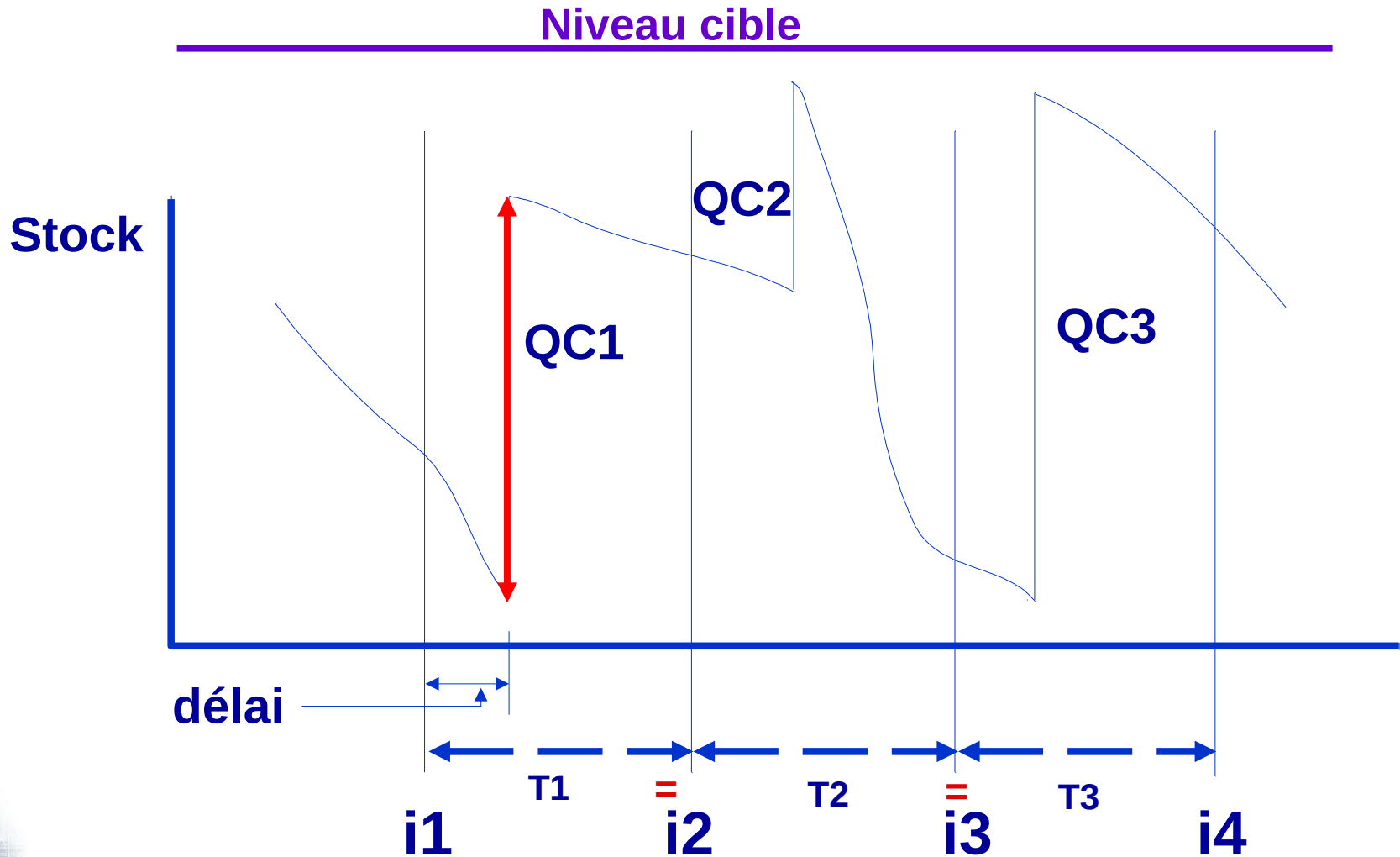
# Modèles plus près de la réalité : Quantité variable – Période fixe

---



- Quand commander?
  - À intervalles de temps ( $t_0$ ) égaux.
  
- Combien commander?
  - On commande la quantité  $Q_C$

# Modèles plus près de la réalité : Quantité variable - Période fixe



# Modèles plus près de la réalité : Quantité variable – Période fixe

---



On utilise souvent  $i = i_0$  dans le calcul de l'intervalle  $i$  :

$$i = \frac{QEC}{u}$$

- $i$  : Intervalle de temps entre deux commandes
- $QEC$  : Quantité économique à commander
- $u$  : Taux de consommation moyen

# Intervalle entre 2 commandes :

## Exemple

---



Un fabricant de jouets utilise environ 32 000 morceaux de silicone par année. Les morceaux sont consommés à taux constant pendant les 240 jours de l'année où l'usine est en activité. Le coût annuel de possession est de 0,6 \$/u et le coût de commande est de 24 \$.

1. Déterminez l'intervalle de commande optimal.

# Modèles plus près de la réalité : Quantité variable – Période fixe



Calcul de la quantité QC :

$$QC = u(i + d) + \underbrace{Z \times \sigma_u \times \sqrt{(i + d)}}_{SS} - Sa$$

Niveau cible

*La quantité commandée (QC) doit être suffisamment élevée pour répondre à la demande durant le délai total (d'ici la réception de la prochaine commande).*

- $u$  : Taux de consommation moyen
- $i$  : Durée de l'intervalle
- $d$  : Délai de livraison
- $Z$  : Facteur  $Z$  correspondant au niveau de service désiré
- $\sigma_u$  : Écart-type de la demande durant une unité de temps
- $Sa$  : Stock en main au moment de la commande

# Modèles plus près de la réalité : Quantité variable – Période fixe

---



Tous les mois, un laboratoire commande une quantité de produits chimiques. Le délai d'approvisionnement est de cinq jours **ouvrables**. Le stock est actuellement de 11 contenants de 25 ml. La consommation quotidienne est près de la normale, avec une moyenne de 15,2 ml et un écart-type de 1,6 ml par jour. Le niveau de service désiré est de 95 %. Le laboratoire opère **240** jours par année.

1. Quel est le stock de sécurité (SS)?
2. Quelle est la quantité au niveau cible?
3. Quelle quantité devra être commandée?

# Modèles plus près de la réalité : Quantité variable – Période fixe

---



Les coûts de commande des contenants de produits chimiques sont évalués à 30 \$ par commande. Les coûts d'entreposage des contenants représentent 30 % du coût d'acquisition qui est de 5 \$ par contenant.

1. Combien de commandes seront effectuées par année?
2. Quels sont les coûts totaux de gestion des stocks de contenant?
3. Quelles seraient les économies potentielles si l'entreprise optait pour un système à point de commande?



# Utilisation des 2 modèles



|                   |   |   |
|-------------------|---|---|
| Caractéristiques  | Modèle PC<br>Période var. – Qté fixe                              | Modèle RP<br>Période fixe – Qté var.                              |
| Combien commander | Quantité fixe (la QEC)  | Variable (différente à chaque commande)                           |
| Quand commander   | Quand on atteint le PC  | À intervalle fixe I   |
| Inventaire        | Permanent   | Décompte périodique au moment de la commande                      |
| Stock de sécurité | À niveau de service égal, <u>plus petit</u> que dans le modèle RP | À niveau de service égal, <u>plus grand</u> que dans le modèle PC |
| Type d'item       | Classes A et B (items critiques et/ou dispendieux)                | Classes B et C  |

Source: Jacobs and Chase, *The Core*, exhibit 12.2, p. 319.