

La prévision de la demande

La prévision de la demande

« Il vaut mieux une image floue que ...
pas d'image du tout ! »
(Proverbe chinois)

- 1 -

La prévision de la demande

Plan de la présentation

- Problématique générale
- Typologie générale des méthodes
- Différents niveaux de la prévision
- Pilotage à la commande ou par anticipation
- Structure de la demande et prévision
- Mise en œuvre d'un système de prévision
- Prévision quantitative à court-terme : modèles endogènes et exogènes
- Qualité de la prévision : notion d'erreur et limites de contrôle
- Conclusion : prévision VS flexibilité

- 2 -

La prévision de la demande

Pourquoi travailler sur prévisions ?

« Il vaut mieux une image floue que ...
pas d'image du tout ! »

- Lorsque le délai de production est supérieur au délai promis au client il faut produire d'après des prévisions
- Lorsqu'une entreprise veut développer un secteur d'activité, elle vérifie - par des prévisions - l'évolution possible des marchés concernant ses produits

3 - 3 -

La prévision de la demande

Prévision et planification

- La prévision est la base de la plupart des décisions de gestion
- Une prévision parfaite n'existe pas même si cela reste un objectif
- La flexibilité du système peut compenser les erreurs de prévisions
- Bien souvent, les modèles simples donnent des résultats satisfaisants
- Il faut suivre la précision du modèle de prévision

- 4 -

La prévision de la demande

Organisation et variété des prévisions

L'efficacité de la prévision dépend pour plus de 80% de la qualité de l'organisation de cette fonction et pour moins de 20% du choix des modèles mathématiques utilisés



- **Prévision à long terme (3-5 ans)**
 - Lancement d'un nouveau produit
 - Nouvelle technologie
 - Investissement
- **Prévision à court terme (semaines)**
 - Gestion des approvisionnements
 - PDP et MRP
 - Ajustement des capacités (CRP)
- **Prévision à moyen terme (12-24 mois)**
 - Ajustement des capacités (PIC)
 - Etablissement des budgets
- **Prévision à très court terme (jours)**
 - Ordonnancement

Une prévision n'est pas un objectif !

5 - 5 -

La prévision de la demande

Principes fondamentaux

1. **L'incertitude croît avec l'horizon de prévision**
 - Plus l'horizon de prévision augmente, plus il est nécessaire de faire des prévisions agrégées (par familles)
2. **Il faut toujours associer un pourcentage d'erreur**
 - Faire des prévisions n'est pas une science exacte, il est important d'y associer une variabilité espérée
3. **Il faut segmenter les prévisions lorsqu'elles sont nombreuses**
 - Si le nombre de prévisions à réaliser est grand, on n'aura pas le temps de tout valider...
4. **On doit assurer l'intégration de différents types d'informations**
 - Les chiffres ne sont pas tout, on doit intégrer des données quantitatives (historiques) ainsi que des données qualitatives (ou globales)

6 - 6 -

La prévision de la demande

Stabilité des flux

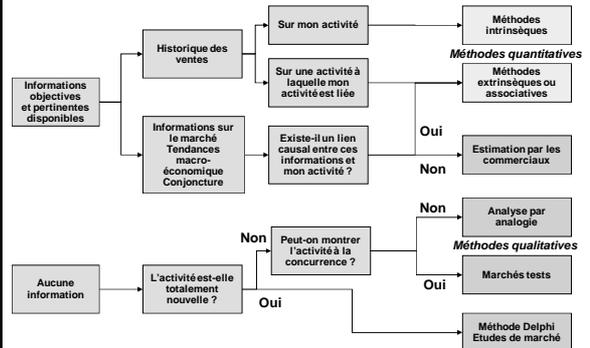
- **Flux réguliers**
 - Articles en phase de maturité
 - Clients nombreux
 - Consommation relativement indépendante de facteurs externes
- **Flux irréguliers**
 - Lancement de nouveaux produits
 - Promotions
 - Articles de mode
 - Consommation dépendante de facteurs externes

Facteurs externes : nouveaux produits / remplacement de produits, marché concurrentiel à forte activité marketing, renouvellement fréquent des produits, conditions météorologiques, conjoncture économique générale ...

- 7 -

La prévision de la demande

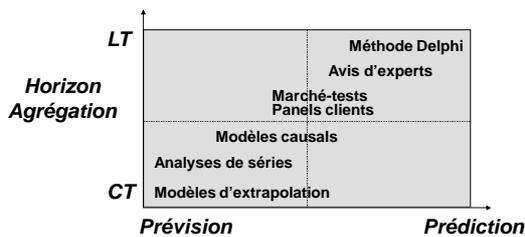
Choix d'un modèle de prévision



- 8 -

La prévision de la demande

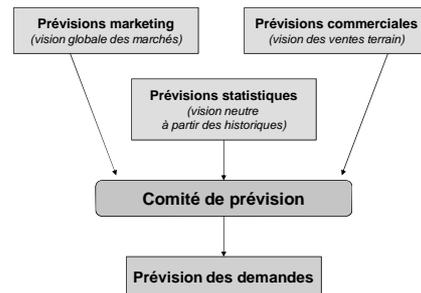
Typologie générale des méthodes de prévision



- 9 -

La prévision de la demande

La combinaison de méthodes de prévision

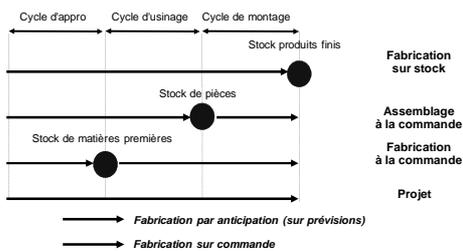


- 10 -

La prévision de la demande

Pilotage à la commande OU par anticipation

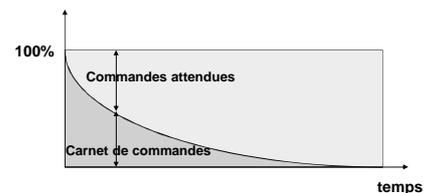
- **A quel niveau s'exprime le besoin en prévision ?**
 Décision structurelle - Compromis coût/flexibilité



- 13 -

La prévision de la demande

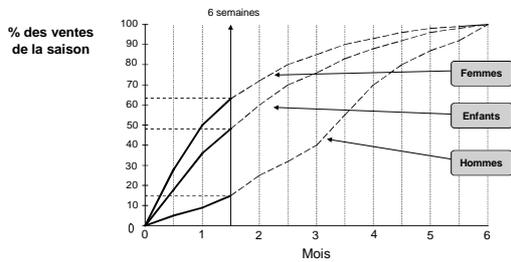
Analyse du carnet de commandes



- 14 -

La prévision de la demande

Extrapolation des commandes reçues (exemple dans le textile)



La prévision de la demande

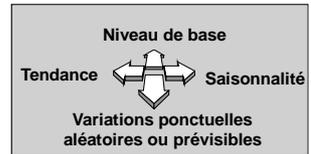
Structure de la demande et prévision

Principe de base :

- comprendre les éléments constitutifs de la demande
- pour choisir ensuite une méthode de prévision adaptée et réaliste

Applications :

- extrapolation statistique
- demande globale générée par plusieurs demandes élémentaires indépendantes



La prévision de la demande

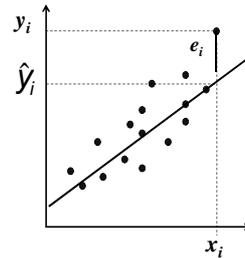
Définition d'un système de prévision

- **Degré d'agrégation**
 - prévisions sur familles de produits ou références élémentaires
- **Horizon**
 - prévisions à 1 mois, 3 mois, 6 mois...
- **Période élémentaire**
 - prévisions par semaines, par mois, par trimestre...
- **Périodicité de révision**
 - prévisions revues toutes les semaines, tous les mois, tous les trimestres...

La prévision de la demande

Régression linéaire simple

- Estimation des paramètres a et b
- Méthode d'estimation : moindres carrés



$$y = ax + b$$

$$e_i = y_i - (ax_i + b)$$

On cherche le minimum de $\sum e_i^2$

$$a = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$b = y - ax$$

La prévision de la demande

Prévision quantitative à court-terme modèles causals associatifs

Principe :
Dédire la demande future à partir de l'évolution prévisionnelle d'une ou plusieurs variables explicatives

Hypothèses :
Vérifier les liens de causalité entre demande et variable(s)
S'assurer d'un niveau de corrélation élevé.
Cette approche se justifie pour la prévision à COURT-TERME, mais peut être utilisée pour le MOYEN-TERME.

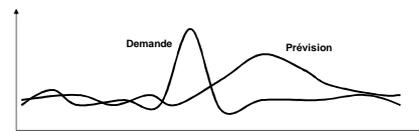
Méthodes :
Des modèles causals associatifs s'appuyant sur l'analyse de séries chronologiques



La prévision de la demande

Prétraitement des séries chronologiques

- Identifier la demande régulière de la demande exceptionnelle
exemple : grosse commande à l'export
- Isoler la demande qui provient de promotions temporaires
(pour éviter de perturber le modèle de prévision)



La prévision de la demande

Prévision quantitative à court-terme **modèles d'extrapolation statistique**

Principe :

Extrapoler la demande passée (nature et structure)

Hypothèse :

La demande conservera dans le futur les mêmes caractéristiques et aucun facteur nouveau ne viendra s'ajouter au système. Cette approche se justifie pour la prévision à COURT TERME.

Méthodes :

Des modèles statistiques s'appuyant sur l'analyse de séries chronologiques incluant corrections de :

- tendance
- saisonnalité

Moyenne mobile simple

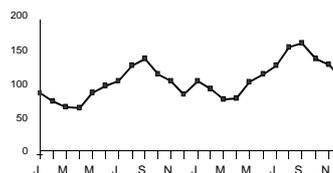
Moyenne mobile pondérée

Lissage exponentiel

La prévision de la demande

Décomposition de la demande

- Niveau de base
- Saisonnalité
- Tendance
- Variations ponctuelles aléatoires ou prévisibles



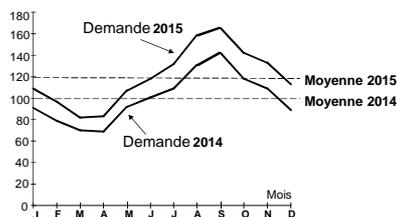
La prévision de la demande

Composantes de la demande

- **Tendance :** Augmentation (ou une diminution) significative de la demande en fonction du temps.
- **Saisonnalité :** Variation régulière qui se répète périodiquement dans la demande.
- **Cycle :** Évolution de la demande qui s'étale sur plusieurs années et qui peut être attribuée au cycle de vie des produits ou à des conditions économiques, politiques, etc.
- **Demande irrégulière :** Variation provoquée par des circonstances inhabituelles (mais explicables).
- **Demande aléatoire :** Variation de la demande qui ne peut être expliquée par les composantes ci-dessus.

La prévision de la demande

Décomposition de la demande



La prévision de la demande

La moyenne mobile

Principe :

La prévision pour la période suivante est égale à la moyenne des n demandes passées

$$P_{t+1} = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n+1}}{n}$$

La prévision de la demande

Exemple : moyenne mobile sur 3 mois

- Demande Octobre : 2200
- Demande Novembre : 1800
- Demande Décembre : 2300

- Moyenne mobile = (2200 + 1800 + 2300) / 3
- Prévision pour Janvier : 2100

- Demande Janvier : 1900
- Prévision pour Février : 2000

La prévision de la demande

La moyenne mobile pondérée

Principe :

La prévision pour la période suivante est égale à la moyenne pondérée des n demandes passées. La somme des coefficients de pondération est égale à 1

$$P_{t+1} = a_0 \cdot D_t + a_1 \cdot D_{t-1} + a_2 \cdot D_{t-2} + \dots + a_n \cdot D_{t-n}$$

La prévision de la demande

Exemple : moyenne mobile pondérée

- Demande Octobre : 2200 pondération : 30%
- Demande Novembre : 1800 pondération : 30%
- Demande Décembre : 2300 pondération : 40%
- Moyenne mobile pondérée = $(0,3 \cdot 2200 + 0,3 \cdot 1800 + 0,4 \cdot 2300)$
- Prévision pour Janvier : 2120
- Demande Janvier : 1900
- Prévision pour Février : 1990

La prévision de la demande

Le lissage exponentiel

Principe :

La prévision pour la période suivante est égale à une fraction de la dernière demande observée plus une fraction de la prévision pour la même période. La somme des coefficients de pondération est égale à 1

$$P_{t+1} = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) P_t$$

α est le coefficient de lissage (compris entre 0 et 1)

La prévision de la demande

Le lissage exponentiel

La prévision tient compte de toutes les demandes passées :

$$P_{t+1} = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) P_t$$

$$P_{t+1} = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) [\alpha \cdot D_{t-1} + (1 - \alpha) P_{t-1}]$$

$$P_{t+1} = \alpha \cdot D_t + \alpha \cdot (1 - \alpha) D_{t-1} + (1 - \alpha)^2 P_{t-1}$$

$$P_{t+1} = \alpha \cdot D_t + \alpha \cdot (1 - \alpha) D_{t-1} + \alpha \cdot (1 - \alpha)^2 D_{t-2} + (1 - \alpha)^3 P_{t-2}$$

$$P_{t+1} = \alpha \cdot D_t + \alpha \cdot (1 - \alpha) D_{t-1} + \alpha \cdot (1 - \alpha)^2 D_{t-2} + \dots + \alpha \cdot (1 - \alpha)^n D_{t-n}$$

Les pondérations des demandes passées sont exponentiellement décroissantes

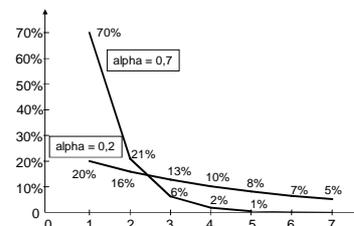
La prévision de la demande

Exemple : lissage exponentiel

- Prévision pour décembre : 2000
- Demande pour décembre : 2300
- Coefficient de lissage : 0,3
- Lissage : $0,3 \cdot 2300 + (1 - 0,3) \cdot 2000$
- Prévision pour janvier : 2090
- Demande pour janvier : 1900
- Prévision pour février : 2033

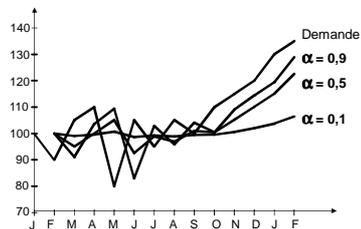
La prévision de la demande

Les coefficients de pondération



La prévision de la demande

Effet du coefficient de lissage



- 33 -

La prévision de la demande

La correction de tendance modèle à double lissage exponentiel (modèle de Holt)

- Lorsque le niveau moyen de la demande change (croissance ou décroissance) le système de prévision simple est toujours en retard (puisqu'il se fonde sur les demandes passées)
- Nécessité d'effectuer une correction de tendance

- 34 -

La prévision de la demande

La correction de tendance

Tendance instantanée

$$t_t = P_{t+1} - P_t \text{ (différence entre deux prévisions successives)}$$

On effectue un lissage de la tendance

$$T_{t+1} = \beta \cdot (P_{t+1} - P_t) + (1 - \beta) T_t$$

On corrige la prévision

$$P'_{t+1} = P_{t+1} + T_{t+1}$$

- 35 -

La prévision de la demande

La correction de saisonnalité

- Lorsqu'il existe des variations saisonnières connues et « stables » on peut utiliser cette information pour améliorer la prévision
- Coefficient saisonnier (poids de la période par rapport à la moyenne)

$$I_{t+1} = \frac{D_t}{\text{Demande moyenne par période}}$$

- 36 -

La prévision de la demande

Principe de la correction sa saisonnalité

- On « dé-saisonnalise » la demande
 - on divise la demande par son coefficient saisonnier
- On effectue le calcul de la prévision (avec ou sans correction de tendance)
- On « re-saisonnalise » la prévision
 - on multiplie la prévision par son coefficient saisonnier

- 37 -

La prévision de la demande

La correction de saisonnalité

$$\text{Demande désaisonnalisée} \quad Dd_t = \frac{D_t}{I_t}$$

Prévision sur la demande désaisonnalisée

$$Pd_{t+1} = \alpha \cdot Dd_t + (1 - \alpha) Pd_t$$

Resaisonnalisation de la prévision

$$P_{t+1} = Pd_{t+1} \times I_{t+1}$$

- 38 -

La prévision de la demande

Modèle de Winters

- Combinaison des deux corrections :
 - correction de tendance
 - correction de saisonnalité

- 39 -

La prévision de la demande

Suivi de la qualité de la prévision

But :
détecter, à l'aide d'indicateurs appropriés, les modifications de la demande (nature et forme) et adapter le modèle de prévision

Limites de contrôle :
choix d'écart maximum tolérés au-delà desquels le modèle de prévision doit être modifié (selon des conditions de fréquence à préciser)

Indicateurs : → l'erreur de prévision est suivie par des indicateurs «classiques»

Ecart algébrique moyen
Ecart absolu moyen
Ecart quadratique moyen

- 40 -

La prévision de la demande

Les mesures de qualité d'une prévision

- L'écart algébrique moyen

$$= \frac{\sum (D_t - P_t)}{n} \quad \text{Mesure du centrage}$$

- L'écart absolu moyen

$$= \frac{\sum |D_t - P_t|}{n} \quad \text{Mesures de la dispersion}$$

- L'écart quadratique moyen

$$= \frac{\sum (D_t - P_t)^2}{n}$$

- 41 -

La prévision de la demande

Le signal d'alerte (Tracking signal)

$$\text{Signal d'alerte} = \frac{\text{Ecart algébrique moyen (lissé)}}{\text{Ecart absolu moyen (lissé)}}$$

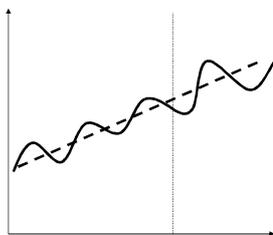
Permet de détecter les retournements de demande

- 42 -

La prévision de la demande

Prévisions sur plusieurs périodes

- On retient la dernière prévision (P_t)
- On projette la dernière tendance connue (T)
- On applique le coefficient de saisonnalité correspondant à la période (I)

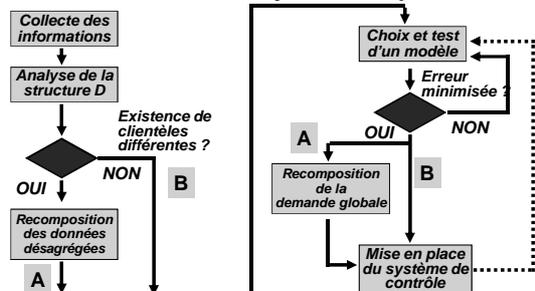


$$P_{t+n} = (P_t + n.T) \times I_{t+n}$$

- 43 -

La prévision de la demande

Mise en œuvre d'un système de prévision



- 44 -

La prévision de la demande

Conclusion : quelques principes généraux

- **Bien identifier les besoins en prévision**
(Approvisionnements, planification, pilotage des stocks ?
Horizon : court, moyen et/ou long terme(s))
- **Éventuellement, limiter volontairement les classes de produits** (selon une analyse ABC)
- **Penser aux procédures de suivi et de mise à jour** (ajustement (semi)automatique)
- **Dans les métiers où la prévision est peu fiable structurellement** (cf. environnement), axer la priorité sur la flexibilité
- **Objectif cible : un système « Zéro Prévision » !**

- 45 -

La prévision de la demande

Conclusion (2) : prévision VS flexibilité

- **Plus on gagne en flexibilité opérationnelle, moins l'anticipation à court-terme est utile, donc moins la prévision à C.T. est nécessaire**
- **En revanche, la prévision à moyen et long terme reste nécessaire, pour planifier les grandes décisions relatives à la capacité**
Mais alors,
à niveau agrégé plus simple à obtenir (fiabilité)

- 46 -