

Prévision de la demande: Méthodes, techniques et retour d'expérience

Naoufel Cheikhrouhou

Responsable du groupe de gestion des opérations



EPFL



Acteos



Plan de présentation

Un cas industriel...

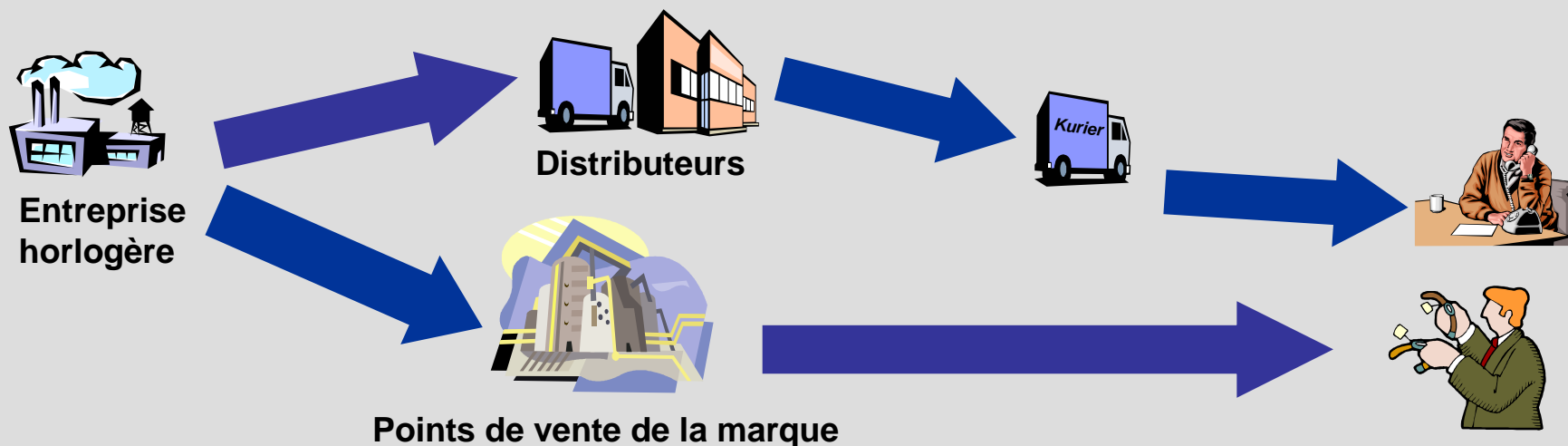
Traitement préalable des données

Méthodes de prévision

Mesures de précision/erreur

Projet Logiplan

1. Un cas industriel...



Projet de mise en place de prévision des ventes

Traitement de l'historique par un statisticien

Développement de la technique ARIMA

. . .

Comparaison du budget de vente avec les prévisions



...qui fait tomber les mythes autour de la prévision

- « Prévision des ventes! »
 - Prévision de la demande
- « Faire des prévisions pour mieux connaître la demande du marché! »
 - Planifier les activités
- « Si le budget commercial est atteint, les prévisions sont bonnes! »
 - Les erreurs peuvent s'annuler
- « Pour faire des prévisions il faut être mathématicien! »
 - Il faut plutôt connaître le métier
- « Les modèles de prévision contiennent seulement des algorithmes mathématiques complexes! »
 - Il existe plusieurs types de modèles (mathématiques, contextuels et hybrides)

Quelques précisions

Définition de la prévision:

« Action de se représenter par avance ce qui doit arriver » (*Larousse*)

Intérêt : nouveau?

- Pendant des siècles (prophètes, statisticiens...)
- Plus récemment: + compétitivité → + intérêt à planifier des processus → **prévisions**

∞ domaines → ∞ facteurs → ∞ solutions

↓
prévision de la demande: produits manufacturés et ressources logistiques

2. Traitement préalable des données

Objectifs:

- Mieux connaître les processus par les données dont on dispose
- Prendre en compte des facteurs connus qui ont pu affecter les données

```
76.5049406    69.3680879    38.6481871   -55.5643447   -26.2862605
-42.8204963  -128.0463969  -52.0086284   -8.0690270    22.5867035
 67.6863302    51.2509849    59.2316615    62.9513685    17.9915525
-39.5595913   -33.0504915     4.7827019  -113.5259303  -66.0817629
-16.8668673   -0.2582312    66.6933957    62.0374843    71.1416061
 52.4568904   -36.7063382     9.5768739   -43.0052571     4.8071920
-113.2202689  -61.8471435    -1.4917268     7.4220540    62.3307457
 53.1863238    59.1662512    52.1726191    29.8088066   -39.8336326
-48.5806327     6.9431018  -111.5688914  -69.6083390   -4.7349617
-0.6169028    82.7868094    69.8194500
```



Outils:

- 2.1 Représentation graphique
- 2.2 Ajustements
- 2.3 Identification de la période de saisonnalité
- 2.4 Calcul de statistiques descriptifs
- 2.5 Décomposition

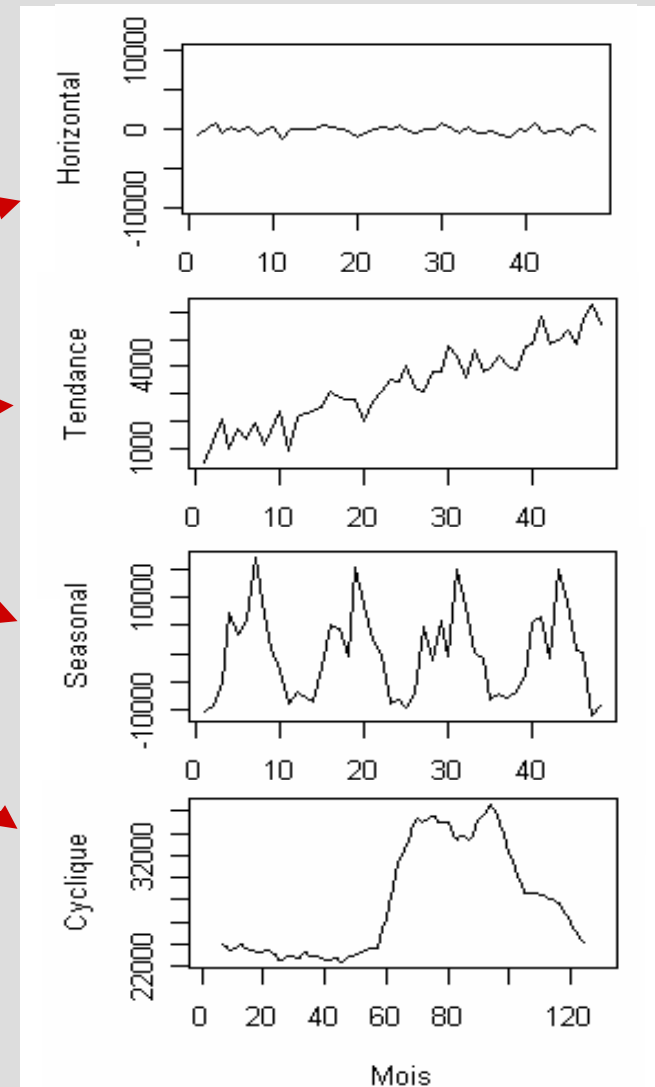
2.1 Représentation graphique

Inspection visuelle

Identification de la structure de la série:

- **Horizontal** → série stationnaire
- **à tendance** → série croissante ou décroissante
- **Saisonnière** (période fixe: température, vacances)
- **Cyclique** (période variable, long terme)
- Souvent: superposition des différents types

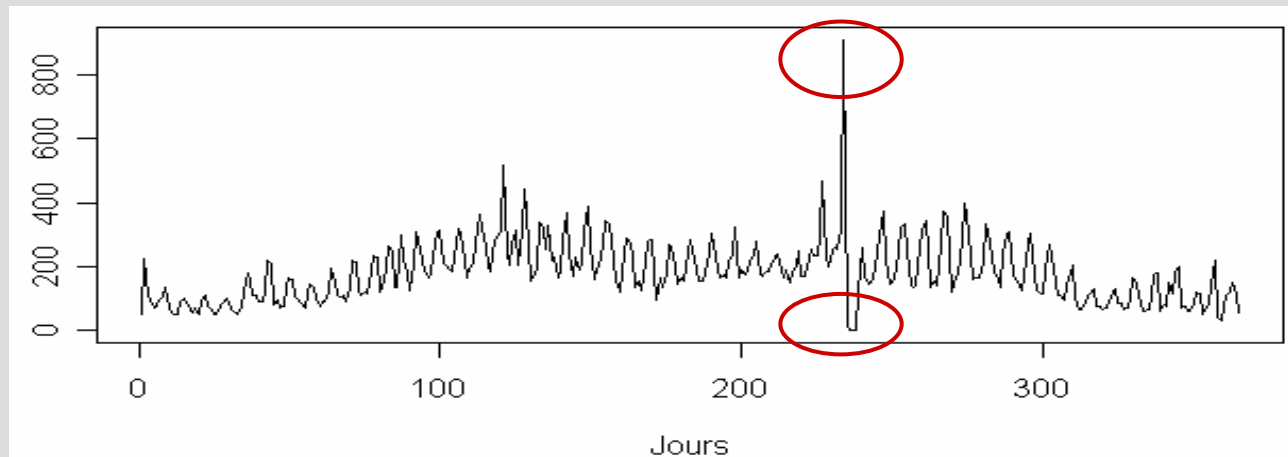
Identification d'événements (promotions, nouveaux concurrents...) et les ajuster ou les inclure dans le modèle



2.1 Représentation graphique

Identification de données aberrantes:

Correction avec des estimations (ex: moyenne des valeurs voisins)



- Saisonnalité:
période = 7j
- Pics: weekend

Regroupement des données journalières par mois :

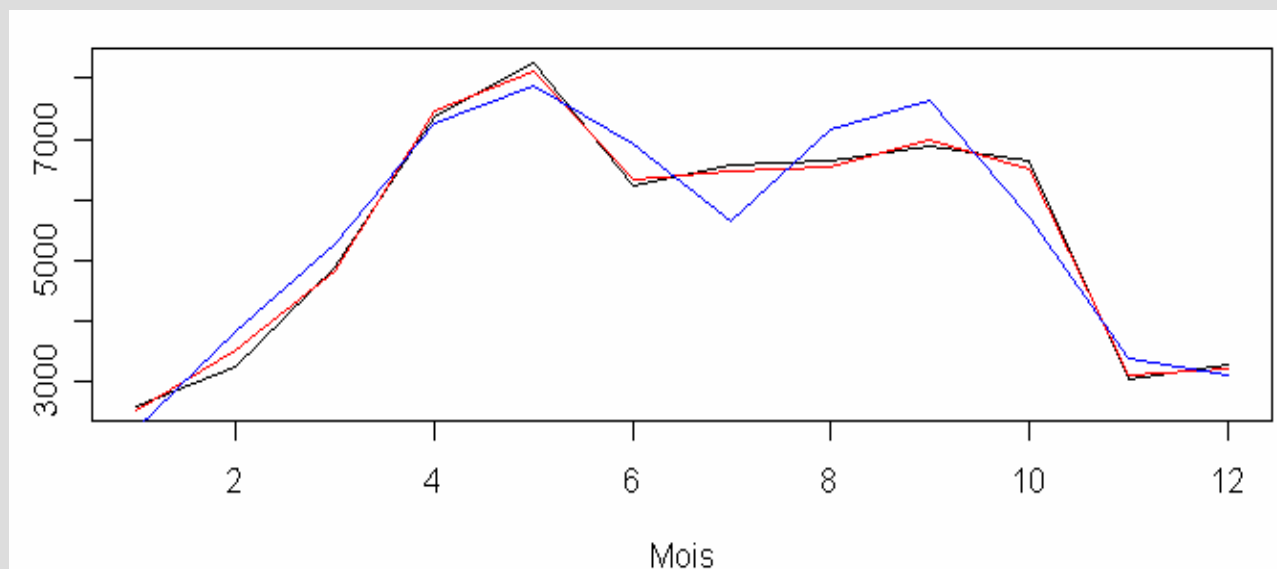
Problèmes:

- **Nombre jours/mois:** février → 28j ; janvier → 31j (3j de plus = +10%)
- **Nombre de weekends/mois:** le weekend les observations sont + élevées → si un mois a 4 ou 5 weekends ça aura une influence
- **Jours fériés**

→ **Besoin d'ajustements**

2.2 Ajustements

- Nombre de jours/mois
- Nombre de weekends/mois



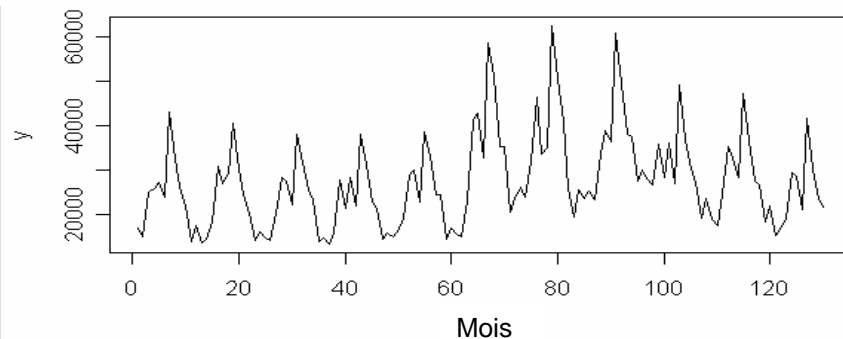
- Nb weekends/mois:

Janv.	10
Fév.	8
Mars	8
Avril	9
Mai	9
Juin	8
Juil.	10
Août	8
Sept.	8
Oct.	10
Nov.	8
Déc.	9
Moyenne	8.75

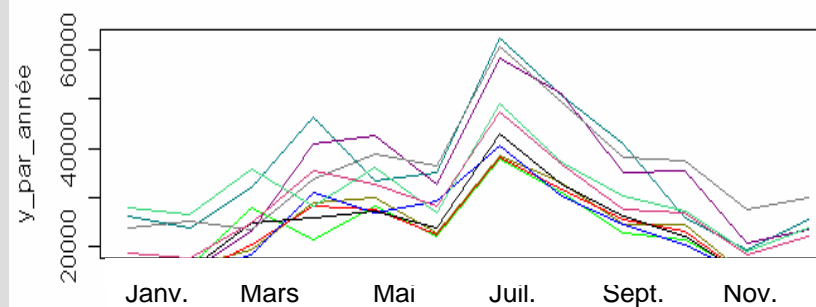
Ne pas oublier de revenir en arrière !!!

2.3 Identification de la période de saisonnalité

Graphique temporel (*Time plot*) :

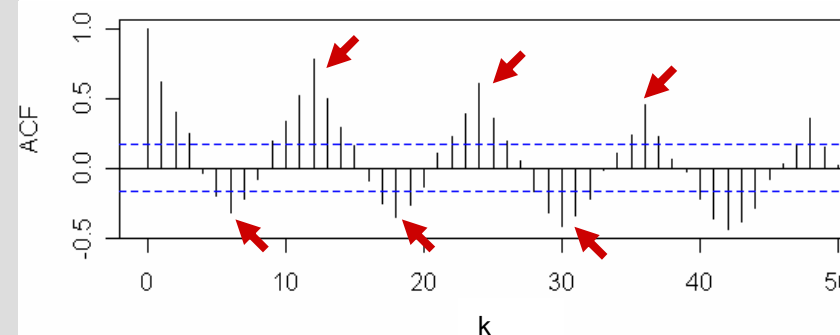


Graphique de saisonnalité (*Seasonal plot*) :



Calculs d'autocorrélation :

Corrélogramme:



Période de saisonnalité= 12

Séparation Max.min.= 6

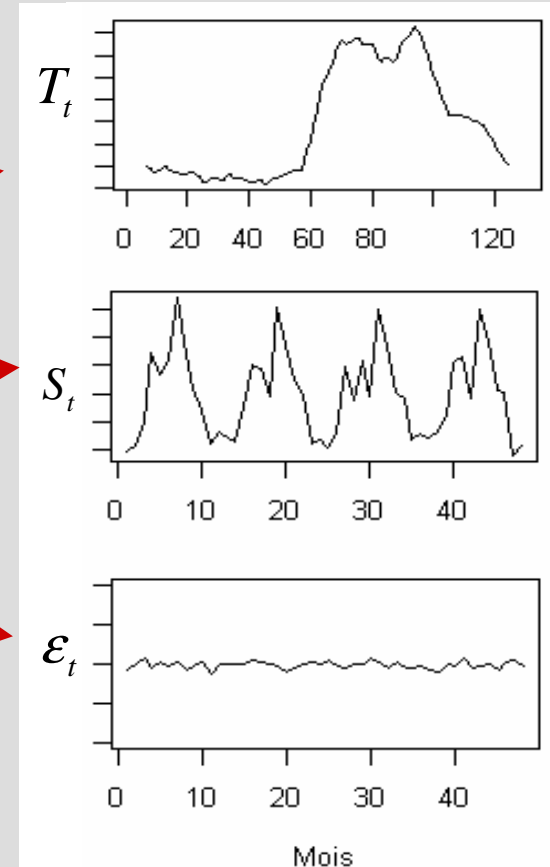
2.4 Décomposition

Décomposition en composants: $Y_t = f(T_t, S_t, \varepsilon_t)$

➤ **Tendance/cycle (Trend):** T_t
(période des cycles inconnue)

➤ **Saisonnalité (Seasonality):** S_t

➤ **Aléatoire (Random):** ε_t



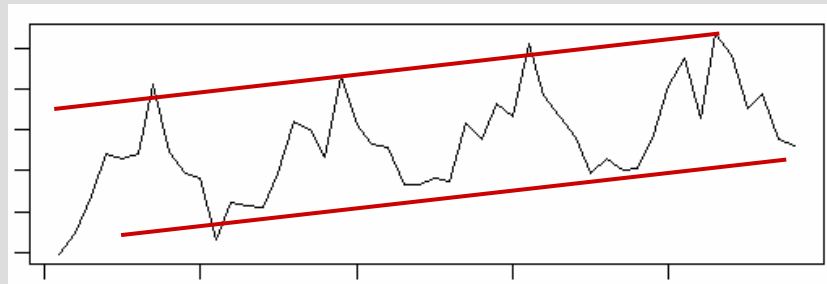
Importance: aide à comprendre la série

«Tous les outils d'aide à la prévision devrait inclure la décomposition » (Makridakis, 1991)

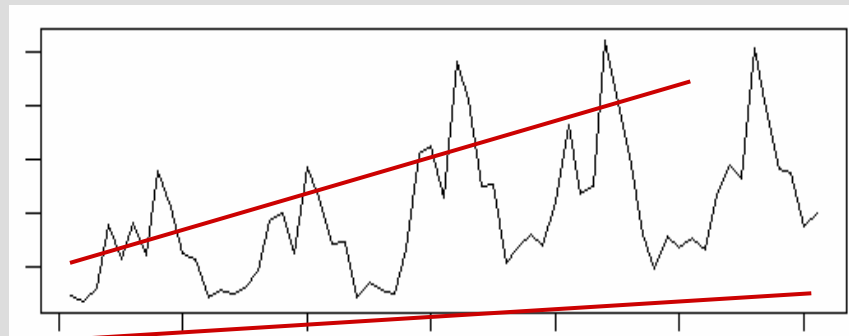
2.4 Décomposition

Types:

a) **Additif**: fluctuations saisonnières constantes selon le niveau. Enveloppe constante.



b) **Multiplicatif**: fluctuations saisonnières varient selon le niveau. Enveloppe variable.



3.1 Méthodes par lissage

Principe: filtrage des données passées (entrée) pour le calcul de prévisions (sortie)



Réactivité = fonction des paramètres du filtre (intervalle, pondération)

Classification:

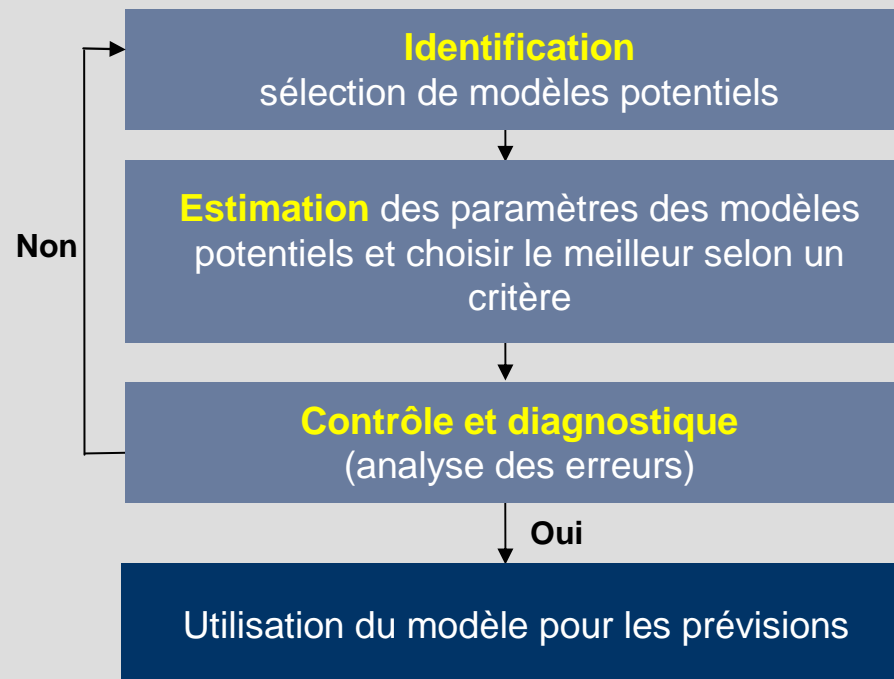
- Moyennes mobiles { Moyenne mobile simple
Moyenne mobile pondérée
Moyenne mobile centrée
- Lissage exponentiel { Lissage exponentiel simple
Méthode linéaire de Holt
Méthode de Holt-Winters

3.2 Modèles ARIMA

ARIMA = *AutoRegressive Integrated Moving Average*

Méthodologie: Box-Jenkins

Approche:

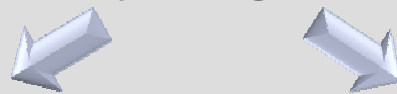


4. Méthodes subjectives de prévision

Principe:

- Se basent sur les opinions et/ou jugements d'experts
- Connaissances métier nécessaires
- Plusieurs cadres possibles (Delphi, sondages, enquêtes...)

Typologies



Prévisions individuelles:

- Jugement individuel d'expert
- Principalement un vendeur/Marketing

Prévisions collaboratives:

- Synthèse des opinions individuelles et possibilités de pondérations (selon expertise, ancienneté, profil,..)

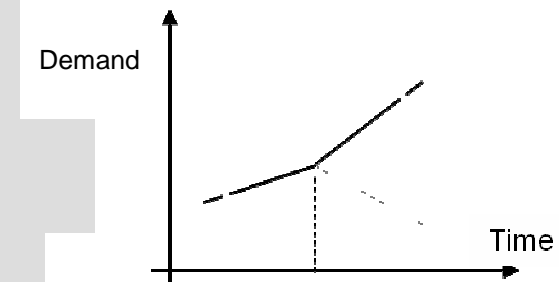
1- Prévision intra-entreprise
(prévisionnistes, vendeurs, production, acheteurs...)

2- Prévision inter-entreprises
(prévisionnistes, vendeurs, distributeurs, fournisseurs, clients...)

4.1 Nouvelle méthode subjective de prévision: Approche des quatre facteurs de jugement

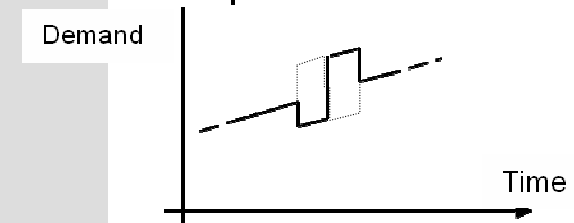
Facteur 1:

Changement de tendance. ex. élargissement du marché



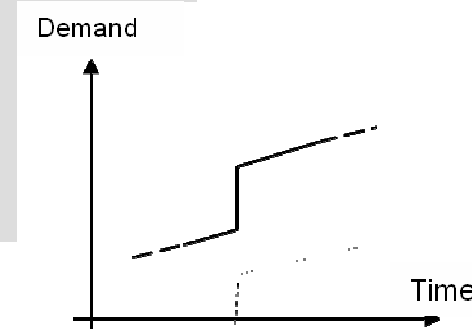
Facteur 2:

Transfer de la demande. ex. augmentation des prix



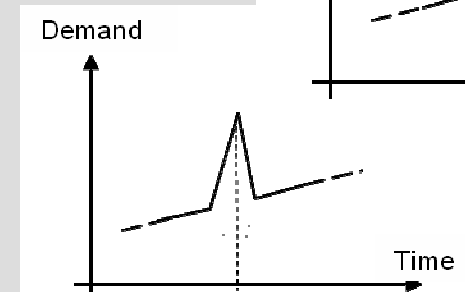
Facteur 3:

Saut de tendance. ex. client potentiel

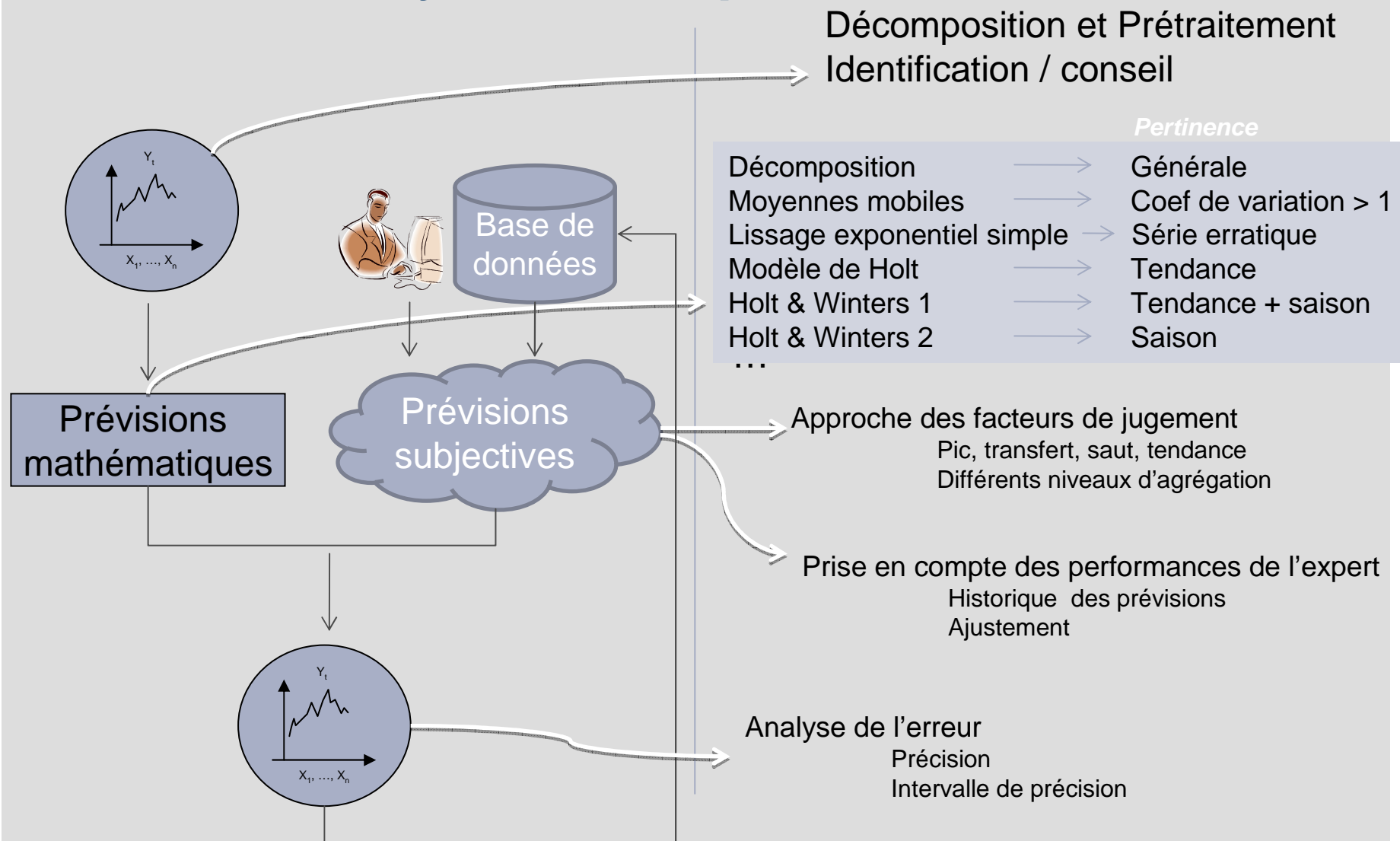


Facteur 4:

Pic. ex. promotion occasionnelle



5. Méthodes hybrides de prévision



6. Mesures de précision

Bon ajustement?

Est-ce que le modèle représente bien les données **connues**?

= Ce qu'on peut mesurer même si ce qui nous intéresse c'est la précision des **prévisions**

Bon ajustement $\not\Rightarrow$ **Bonnes prévisions**

Comparaison des mesures d'erreur de différentes méthodes:

Difficile avec une seule mesure d'erreur parce que les méthodes ont différents procédures d'ajustement des paramètres \rightarrow comparer plusieurs mesures

Horizon:

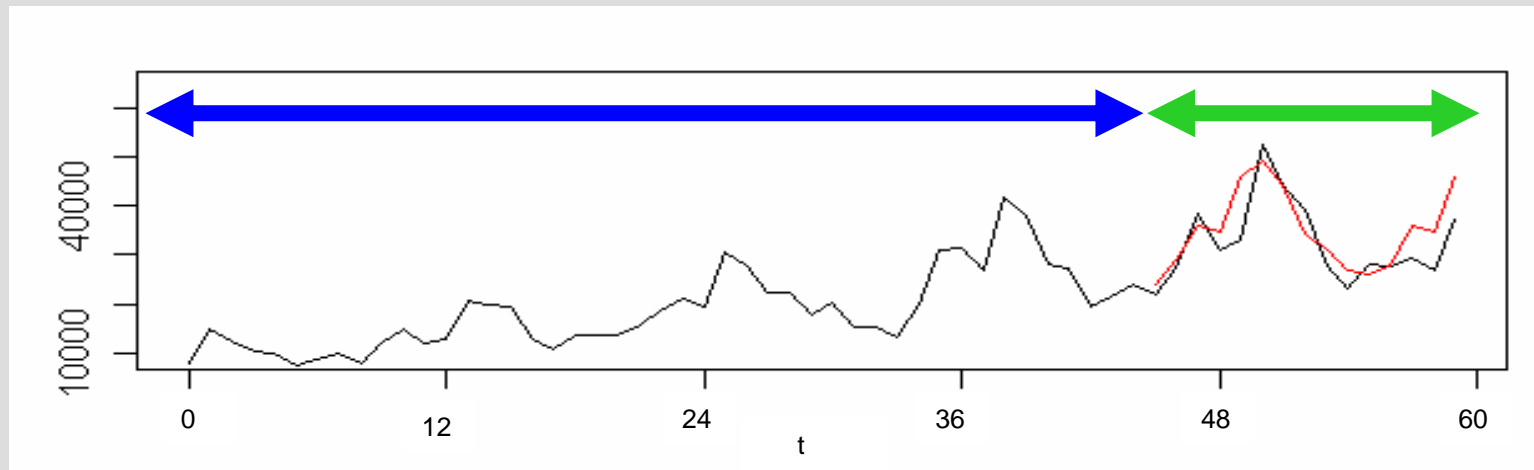
- Court terme \rightarrow + précision
- Différentes méthodes avec prévisions similaires pour CT et **très** différentes pour LT

6. Mesures de précision

Tests en dehors de l'échantillon:

diviser données initiales en {

- **Set d'initialisation:** pour estimer les paramètres
- **Set de test:** pour lequel la précision est calculée

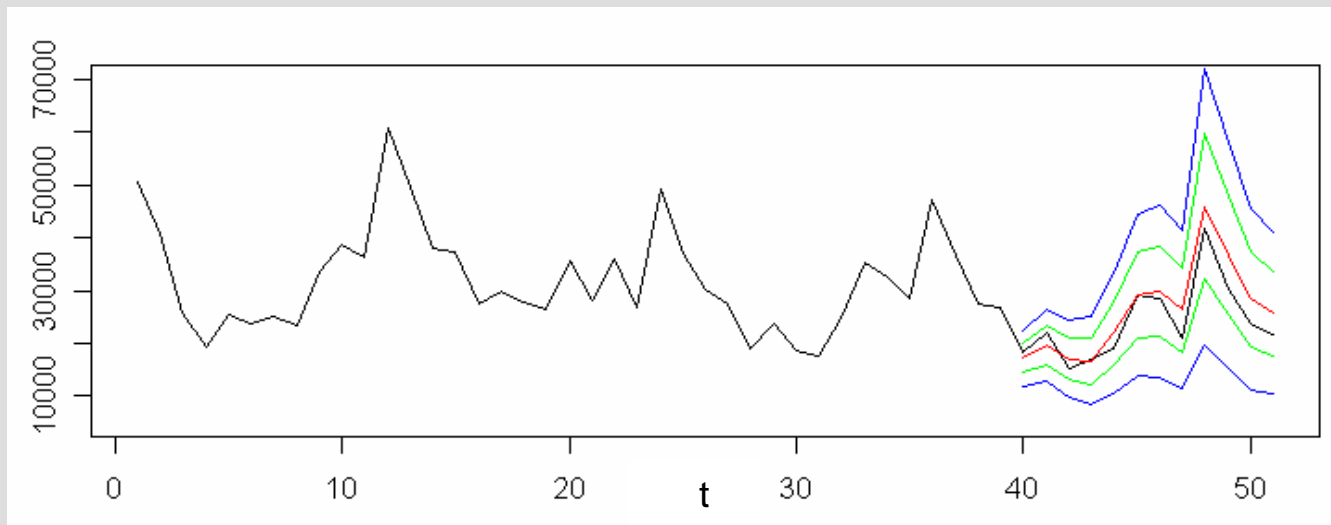


Outils:

- Mesures de précision dimensionnelles
- Mesures de précision adimensionnelles
- Intervalles de prévision

7. Intervalles de prévision

Une prévision ne peut pas être parfaite → au lieu de donner une valeur, donner un intervalle.



<u>z</u>	<u>Probabilité</u>
0.674	0.50
1.000	0.68
1.150	0.75
1.282	0.80
1.645	0.90
1.960	0.95
2.576	0.99

Application: Gestion des stocks

8. Projet 'Logiplan' EPFL – Acteos - Solvaxis

Combiner différentes méthodes mathématiques

- 4 techniques ...ou plus !!!

Optimisation intégrée

- Développement de plans d'expérience intégrés
- Identification de la méthode de prévision optimale
- Identification du paramétrage relatif optimal

Planifier la demande d'une manière collaborative

1. Présentation des prévisions aux différents experts
2. Proposition d'autres prévisions ou validation (chaque expert séparément)
3. Validation

Faire des prévisions à différents niveaux d'agrégation

- Regroupement des articles par famille, zone géographique...
- Développement de techniques de 'clustering'

Utilisation dans plusieurs activités

- Prévision de la demande
- Prévisions pour l'approvisionnement
- Prévisions pour la distribution



Merci de votre attention

Naoufel.cheikhrouhou@epfl.ch