

Méthodes de prévision

**Pr Lotfi Bouzaïane
Pr Rim Mouelhi**

Projet de M2PA

Université Virtuelle de Tunis

Méthodes de prévision

Pr Lotfi Bouzaïane et Pr Rim Mouelhi
2006-2007

Séquence n° : 6

Objectifs de la séquence

1. Rappeler la notion de prévision
2. Présenter brièvement les techniques de prévision les plus utilisées dans la pratique
3. Permettre aux apprenants de mieux saisir les différences, les points communs et les complémentarités entre la prévision et la prospective.

La séquence commence par une définition simple de la prévision. Un deuxième point traitera des méthodes classiques de la prévision. Ces méthodes sont regroupées sous forme de deux familles de méthodes : les méthodes de nature extrapolative et les méthodes de nature explicative. Un dernier point présente les critères souvent utilisés pour comparer les prévisions obtenues par différentes méthodes et valider le choix d'une de ces méthodes.

Cette séquence est accompagnée d'une maquette de calcul sur Excel présentant une application illustrative des techniques de prévision et de leurs qualités sur des données réelles. Il s'agit d'un exercice récapitulatif.

[Qu'est ce que la prévision ?](#)

[Les méthodes de prévision](#)

[Les méthodes extrapolatives](#)

[Méthodes des courbes de croissance](#)

[Méthodes de prévision par moyenne mobile](#)

[Application](#)

[Modèles ARMA](#)

[Les Méthodes explicatives](#)

[Prévision par la régression linéaire](#)

[Modèle de fonction de transfert](#)

[Les Critères d'évaluation de la validité de la méthode de prévision](#)

[Questions et exercices](#)

[Bibliographie](#)

Qu'est ce que la prévision ?

La prévision peut être définie comme étant « une appréciation sur les valeurs futures d'une variable quantitative ».

Nous partons d'une série d'observations à travers le temps portant sur une variable y quelconque, de l'instant 1 jusqu'à l'instant T ; il s'agit d'une série chronologique ou encore d'une série temporelle. Nous cherchons à prévoir la valeur qui sera atteinte par y à un instant futur $T+h$, ou encore à l'horizon h .

Les méthodes de prévision

Plusieurs méthodes de prévision existent, elles peuvent être regroupées en deux grandes classes :

1. **Méthodes extrapolatives** (courbes de croissance, lissage par les moyennes mobiles, modélisation ARMA...) : Ces méthodes utilisent le passé de la variable elle-même. Seul le passé de la variable est utilisé en vue de la prévoir sans apport d'information extérieure.
2. **Méthodes explicatives** (régression linéaire, systèmes d'équations simultanées...) : Celles ci utilisent les valeurs passées et présentes d'une ou de plusieurs variables pour prévoir y . L'ensemble d'information utilisé comporte des facteurs extérieurs qui peuvent influencer le futur de y en plus du passé de la variable y elle-même.

Nous présentons dans ce qui suit quelques méthodes de prévision extrapolatives et quelques méthodes de prévision explicatives.

Méthodes extrapolatives

Les modèles de prévision traditionnels sont basés sur l'extrapolation des tendances passées.

La prévision classique est souvent faite sous l'hypothèse de stabilité du système en vue de dégager un scénario tendanciel.

[Méthodes des courbes de croissance.](#)

[Méthodes des moyennes mobiles.](#)

Méthodes des courbes de croissance

Il s'agit de méthodes extrapolatives de la tendance passée de la variable considérée. A titre d'exemple, supposons que l'on identifie une tendance de type linéaire suivie par une variable y sur le passé :

$$\text{Tendance linéaire : } y_t = \alpha + \beta t$$

t étant la variable temps ; α et β sont des paramètres à estimer. La prévision de la variable y , à l'instant $(T+1)$ par exemple, est basée sur l'extrapolation de cette tendance, sous l'hypothèse d'invariance des paramètres α et β .

$$\hat{y}_{T+1} = \alpha + \beta(T + 1)$$

La tendance identifiée peut être d'une autre nature que linéaire, elle peut être de type exponentielle, quadratique ou autre :

$$\text{Exponentielle : } y = \alpha\beta^t$$

$$\text{Quadratique : } y = \alpha + \beta t + \delta t^2$$

La prévision est toujours basée sur l'extrapolation de la tendance en supposant la stabilité des coefficients.

Ce type de modèles permet certes d'approcher le fonctionnement des variables mais, en simplifiant la réalité, peut finir par transformer, par déformer et par s'éloigner de la réalité.

Méthodes de prévision par moyenne mobile

Les moyennes mobiles sont à la base d'une méthode de prévision qui consiste à utiliser la moyenne des k dernières observations disponibles comme prévision pour la date suivante. On parle alors de méthode de prévision par moyenne mobile d'ordre k .

Application

Une [feuille de calcul](#) est disponible pour illustrer l'utilisation des deux méthodes de prévision par extrapolation.

L'exemple de la prévision du PIB américain est traité dans ce cas.

Vous pouvez vous exercer sur [cette feuille](#) en modifiant quelques valeurs pour voir comment les résultats vont changer.

Modèles ARMA

Il s'agit d'une méthode de prévision qui utilise l'information contenue dans la série elle-même en vue de faire des prévisions.

Pour cela, il faut commencer par modéliser la série chronologique selon un processus ARMA (AutoRegressif Moving Average) d'ordre p et q .

Les processus ARMA serviront d'abord de modèle pour décrire l'évolution des séries chronologiques et ensuite pour les prévoir.

Un processus ARMA donné est considéré comme ayant généré la série chronologique ou encore que celle-ci peut être vue comme une réalisation de ce processus ARMA.

Un modèle ARMA(p,q) : processus autorégressif d'ordre p et moyenne mobile d'ordre q ¹ pour une variable y s'écrit comme suit :

$$y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \dots + \alpha_p y_{t-p} + \varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \beta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q}$$

Les α et les β sont des coefficients à estimer. p et q sont des paramètres à identifier.

y est alors une expression de son propre passé mais aussi du passé et présent des erreurs ε .

Les erreurs (de prévision) ε passées et présentes peuvent contenir des informations pertinentes pour la prévision. Ce sont des innovations, dans le sens où elles apportent du neuf par rapport au seul passé de la variable y .

La méthode de Box and Jenkins est une méthode qui permet, en passant par plusieurs étapes, de trouver un modèle ARMA susceptible de représenter correctement une série chronologique.

On distingue quatre phases dans cette méthode :

1. l'identification des paramètres p et q (le choix du modèle),
2. l'estimation des paramètres du modèle (les alpha et bêta),
3. la validation du modèle (tests d'adéquation)
4. la prévision déduite du modèle le plus adapté aux données.

Exemple de calcul des prévisions à partir d'un modèle ARMA(1,1) :

$$y_{T+1} = \alpha_1 y_T + \varepsilon_{T+1} - \beta_1 \varepsilon_T$$

$$y_{T+2} = \alpha_1 y_{T+1} + \varepsilon_{T+2} - \beta_1 \varepsilon_{T+1}$$

Etc.

¹ Le terme moyenne mobile ici n'a rien à voir avec la méthode de lissage et de prévision par la moyenne mobile.

Pour obtenir des prévisions, on remplace les innovations inconnues par leur moyenne qui est égale à 0 et celles du passé par leurs estimations $\hat{\varepsilon}_t$. Les valeurs futures de y sont remplacées par leurs prévisions :

$$\hat{y}_{T+1} = \alpha_1 y_T + 0 - \beta_1 \hat{\varepsilon}_T$$

$$\hat{y}_{T+2} = \alpha_1 \hat{y}_{T+1} + 0 + 0$$

Etc.

Méthodes explicatives

[Prévision par la régression linéaire](#)

[Modèle de fonction de transfert](#)

Prévision par la régression linéaire

Celle-ci est intéressante dans la mesure où elle permet d'introduire les facteurs extérieurs qui influencent le futur de la variable analysée (y).

Le point de départ de ce type de méthodes est un modèle économique. Celui-ci consiste en une présentation formalisée d'un phénomène sous forme d'équations, une présentation schématique et partielle d'une réalité plus complexe.

Exemple : A un niveau microéconomique, au niveau de la firme :

$$\text{Demande de travail} = f(\text{production, salaire})$$

Cette relation découle d'un problème de maximisation de profit sous contrainte technologique (fonction de production):

$$L = f(y, w)$$

Partant du modèle économique nous définissons un modèle économétrique : il s'agit d'un modèle économique faisant intervenir l'aléatoire. Un modèle économétrique comporte une variable aléatoire dite variable erreur. En effet, les phénomènes économiques sont d'une telle complexité qu'il n'est pas raisonnable de penser pouvoir expliquer une variable par, une, deux ou plus de variables explicatives. Un terme d'erreur est ajouté au modèle économique pour tenir compte des variables omises, des erreurs de mesure et autres.

Le modèle économétrique associé au modèle économique de l'exemple précédent (demande de travail) peut s'écrire simplement comme suit :

$$L = a_0 + a_1 y + a_2 w + \varepsilon$$

Dans le cas général, la variable y (endogène) est expliquée par k variables explicatives:

$$y_t = a_0 + a_1 x_t^1 + a_2 x_t^2 + \dots + a_k x_t^k + \varepsilon_t \quad (t = 1, \dots, T)$$

- Si les variables sont en niveau

$$a_j = \frac{\partial y}{\partial x^j} \approx \frac{\Delta y}{\Delta x^j}$$

Les coefficients représentent alors les rapports des variations absolues de y par rapport aux différentes variables explicatives.

- Si les variables sont en log, les coefficients sont des élasticités

$$a_j = \frac{\partial \ln y}{\partial \ln x^j} \approx \frac{\Delta y / y}{\Delta x^j / x^j}$$

Plusieurs méthodes d'estimation des paramètres (les a_j) sont disponibles (la méthode des moindres carrés ordinaire MCO, la méthode des moindres carrés généralisée MCG et autres).

La Prévision de y nécessite la connaissance (ou une approximation) des x à l'instant (T+1).

$$\hat{y}_{T+1} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 x^1_{T+1} + \dots + \hat{a}_k x^k_{T+1} + 0$$

Les \hat{a}_j sont les estimations des coefficients a_j obtenues par une méthode économétrique donnant les meilleures estimations.

Modèle de fonction de transfert

Il s'agit d'une extension de la modélisation ARMA au cas où la variable **y** à prévoir peut être reliée à son passé mais aussi au présent et au passé d'autres variables **x** :

$$y_t = \delta_1 y_{t-1} + \dots + \delta_r y_{t-r} + \lambda_0 x_t + \lambda_1 x_{t-1} + \dots + \lambda_s x_{t-s} + \varepsilon_t$$

Des méthodes existent pour identifier **r** et **s** ; il s'agit d'utiliser la fonction d'autocorrélation (pour **r**) et les corrélations croisées (entre **x** et **y**) pour déterminer **s**. Des étapes semblables à la procédure de Box et Jenkins permettent d'estimer les paramètres, et de valider le modèle qui servira à la prévision.

$$y_{T+1} = \delta_1 y_T + \dots + \delta_r y_{T-r} + \lambda_0 x_{T+1} + \lambda_1 x_T + \dots + \lambda_s x_{T-s}$$

L'estimation de cette prévision nécessite la connaissance (ou une approximation) de la valeur de **x** à l'instant (T+1)

Critères souvent utilisés pour juger de la validité de la méthode de prévision

La prévision des valeurs futures d'une variable y peut se faire en utilisant différentes méthodes. Les prévisions obtenues peuvent être comparées et appréciées selon plusieurs critères parmi lesquels :

L'erreur moyenne : (mean error) : $\bar{e} = 1/n \sum e_t$

Le carré moyen des erreurs (mean square error) : $MSE = 1/n \sum e_t^2$

Le « root mean square error » : $RMSE = \sqrt{MSE}$ (exprimé en la même unité que la variable).

e_t étant l'erreur de prévision pour un instant t (la différence entre la valeur observée et la valeur prévue par une méthode quelconque).

La meilleure méthode est celle qui fournit les valeurs les plus faibles pour ces critères.

Questions et exercices

1. L'utilisation et le calcul des critères mesurant la qualité d'une prévision sont illustrés sur la [feuille de calcul](#) Excel. Observer comment les critères de jugement de la validité de la prévision changent de valeurs lorsque l'on modifie les observations de la variable PIB.
2. Sur la base des résultats de l'application (présentée sur [la feuille](#) Excel), voir quelle est la méthode de prévision la plus performante, justifier votre réponse.
3. Au terme de cette séquence et en utilisant les enseignements des séquences précédentes, déduire les principales différences, points communs et complémentarités entre la prévision et la prospective. Une note d'une page maximum sera rédigée pour répondre à la question.

Bibliographie

- 1) Guy Mélard « Méthodes de prévision à court terme », Editions de l'Université de Bruxelles, 1990.
- 2) Hatem Fabrice, Cazes Bernard et Roubelat Fabrice, « La prospective, pratiques et méthodes », Economica, 1993.
- 3) Lardic Sandrine et Valérie Mignon « Econométrie des séries temporelles macroéconomiques et financières », Economica, 2002.
- 4) Walter Enders, « Applied econometric time series », Wiley series, 1995.