

---

# IND8200\_ORGANISATION INDUSTRIELLE

## TP- *Prévision de la demande*

---

### OBJECTIFS

- Pouvoir faire des prévisions à partir de modèles de régression linéaire, régression linéaire avec effet saisonnier, lissage exponentiel simple et de moyenne mobile.
- Savoir choisir le modèle de prévision le plus adéquat.

### INTRODUCTION

Microsoft Excel fait partie de la suite bureautique de Microsoft Office. C'est un programme informatique capable de manipuler des feuilles de calcul (des tables ou des grilles d'informations). Il permet la création, la mise en forme des feuilles de calcul ainsi que l'analyse et le partage des informations. Parmi ses plusieurs fonctionnalités, on cite :

- Stocker, manipuler et mettre en forme les données nécessaires aux calculs.
- Trier et filtrer des données afin de les analyser.
- Utiliser une large panoplie de fonctions pour la création de formules complexes.
- Créer des graphiques pour faire ressortir les principales tendances des données.

*Dans le présent laboratoire, vous devez utiliser exclusivement le fichier Excel LabPrev\_D.xlsx fourni dans Moodle afin de répondre aux questions des trois exercices suivants.*

### EXERCICE 1

Un gestionnaire de *Precision Engineering Corporation* pense que le nombre de contrats de construction d'autoroutes obtenus par la firme est directement lié aux nombres totaux de contrats émis (accordés) dans la région.

**1.** Faites une analyse du comportement des contrats émis dans la région en vous basant sur un graphique (analyse de la tendance, saisonnalité, variation, etc.) des données historiques disponibles. Partant de cette analyse, discuter les méthodes de prévision qui devraient être utilisées pour estimer les contrats obtenus par la firme à court terme.

**2.** Connaissant les prévisions de construction (total des contrats accordés par la région) pour les quatre prochains trimestres respectivement, et en vous basant sur les données des deux dernières années, on vous demande de déterminer les prévisions des contrats obtenus par la firme avec les modèles suivants :

- Modèle de régression linéaire
- Modèle de régression avec effet saisonnier
- Modèle avec moyenne mobile

PAs fait

- Modèle avec moyenne mobile avec effet saisonnier
- Modèle de lissage exponentiel simple (avec différentes valeurs de  $\alpha$ )

**3.** Choisir le modèle de prévision semblant refléter le mieux la réalité (en comparant l'Erreur Quadratique Moyenne (EQM) et l'Erreur Moyenne Absolue (EMA)) et justifier votre réponse.

## EXERCICE 2

Dans cet exercice, on vous demande de déterminer le coefficient  $\alpha$  optimal qui permet de minimiser l'erreur du modèle de lissage exponentiel simple.

À faire

1. Faites une analyse de scénario avec MS-Excel pour déterminer le coefficient  $\alpha$  optimal qui minimise EMA. On vous demande aussi de tracer la courbe  $EMA = f(\alpha)$ . Commenter.

2. Déterminer le coefficient  $\alpha$  optimal qui minimise EMA avec le Solveur d'Excel. Utiliser aussi le Solveur pour déterminer le  $\alpha$  optimal qui minimise EMQ. Commenter.

À faire

## EXERCICE 3

On dispose de l'historique des ventes de trois produits d'une entreprise manufacturière pour 2 années successives. Le responsable de la planification de production doit générer des prévisions détaillées de ventes pour chaque produit.

**Travail demandé pour chaque produit :**

1. Représentation graphique de la demande. Analyser le comportement de la demande. Discuter les méthodes de prévision qui devraient déterminer adéquatement la demande à court terme.

2. Prévision de la demande avec chacun des modèles suivants :

- Modèle de régression linéaire
- Modèle de régression avec effet saisonnier
- Modèle avec moyenne mobile
- Modèle avec moyenne mobile avec effet saisonnier
- Modèle de lissage exponentiel simple. **Optimiser le coefficient  $\alpha$  optimal qui minimise l'erreur absolue.**

3. Calcul des erreurs EQM et EMA.

4. Sélection du modèle de prévision semblant refléter le mieux la réalité (en comparant seulement l'erreur moyenne absolue).

5. Conclure avec ces résultats (modèle de prévision sélectionné) par rapport à vos observations dans le point 1.

# ANNEXES

## Graphiques

Pour visualiser la courbe de la régression linéaire, il suffit de sélectionner les données et appuyer sur l'icône graphique. Sélectionner le type de graphique "XY [Nuages de points]". Une fois le graphique créé, il faut :

- Sélectionner la courbe de données.
- Dans le menu commande contextuelle (appelé à l'aide d'un click sur le bouton droit de la souris), choisir AJOUTER UNE COURBE DE TENDANCE.
- Choisir Modèle Linéaire (Dans les options, vous pouvez choisir "Afficher équations").

## Fonctions de Ms-Excel

1. Utiliser la fonction **PREVISION.LINEAIRE** ou **PREVISION** (*ancienne version d'EXCEL*) pour obtenir les valeurs de la régression linéaire<sup>[1]</sup>
2. La fonction **PREVISION** extrapole une nouvelle donnée par rapport à d'autres déjà connues. Prenons un exemple simple (voir figure ci-dessous) :

Nous voulons chercher les chiffres d'affaire de l'année 2005 à l'année 2009.

- Dans **X**, nous indiquons 2005 car nous recherchons le chiffre d'affaire de cette année-là.
- Dans **Y\_connus**, entrez la plage de données contenant les chiffres d'affaires.
- Dans **X\_connus**, entrez la plage de données contenant les années.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

|   | A                                   | B    | C    | D    | E    | F    | G    | H    | I    | J    | K    | L    | M    | N    | O    |
|---|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | Année                               | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
| 2 | Chiffre d'affaire (en milliers d'€) | 14.5 | 16.4 | 17.3 | 15.5 | 17.8 | 18.6 | 19.9 | 20.8 | 21.1 |      |      |      |      |      |

The formula bar shows: `=PREVISION(K1:B2:J2:B1:J1)`

The 'Arguments de la fonction' dialog box for the **PREVISION** function is open, showing the following arguments:

- X**: K1 = 2005
- Y\_connus**: B2:J2 = {14.5;16.4;17.3;15.5;17.8;18.6;19.9;20.8;21.1}
- X\_connus**: B1:J1 = {1996;1997;1998;1999;2000;2001;2002;2003;2004}

The result calculated is: **Résultat = 21.98055556**

Calcule, ou prédit, une valeur future suivant une tendance linéaire, en utilisant les valeurs existantes.

**X\_connus** représente la matrice ou la plage de données numériques indépendante. La variance de x\_connu doit être différente de zéro.

Buttons: OK, Annuler

<sup>1</sup> <https://support.office.com/fr-CA/article/PREVISION-PREVISION-fonction-50ca49c9-7b40-4892-94e4-7ad38bbda99>

3. Vous pouvez utiliser la fonction SOMME.XMY2 pour calculer le carré de la différence entre deux séries de nombres. <sup>[2]</sup>
4. Utiliser l'option DONNÉES » ANALYSE DE SCÉNARIOS » TABLE DE DONNÉES pour faire l'analyse de scénario (Exercice 2).
5. Utiliser le Solveur d'Excel pour optimiser le coefficient  $\alpha$  du lissage exponentiel simple. <sup>[3],[4]</sup>

## **Méthodes de prévision**

### **Moyenne mobile**

Appliquez le modèle "Moyenne mobile" (moving average) sur une base de **n périodes** et comparez aux modèles précédents. La méthode de la moyenne mobile calcule une valeur estimée pour une période donnée comme la moyenne des "n" périodes précédentes. Le choix du nombre de périodes, "n", dépend du problème en question. Afin de valider le modèle, vous devez calculer les valeurs estimées à partir de la **(n+1)<sup>ème</sup> période**, puis déterminer **l'erreur commise pour les périodes où la valeur des ventes est connue**.

Pour calculer les prévisions suivant la  $n^{ème}$  prochaine période, vous pouvez utiliser les premières prévisions calculées, c'est-à-dire les prévisions des  $n$  prochaines périodes comme étant des ventes réelles connues.

### **Procédure de prévision avec effet saisonnier**

1. Lorsqu'un effet saisonnier se fait sentir sur les données à traiter, il s'avère nécessaire de le neutraliser avant de procéder au calcul des prévisions. En général, le facteur saisonnier pour chaque période à l'intérieur d'un cycle (par exemple, chaque trimestre dans chaque année) compare cette période par rapport au comportement de la moyenne du cycle :

**Calculer le Facteur de Saisonnalité (FS) :**

$$FS = \frac{\text{Moyenne pour la période}}{\text{Moyenne globale des données}}$$

2. Désaisonnaliser les données historiques (i.e., diviser la demande historique par FS)
3. Calculer les prévisions en se basant sur l'historique désaisonnalisé.
4. Réintégrer de nouveau l'effet saisonnier dans les prévisions (i.e., multiplier les prévisions désaisonnalisées par FS).

<sup>2</sup> <https://support.office.com/fr-be/article/SOMME-XMY2-SOMME-XMY2-fonction-9d144ac1-4d79-43de-b524-e2ecee23b299>

<sup>3</sup> <https://support.office.com/fr-CH/article/D%C3%A9finir-et-r%C3%A9soudre-un-probl%C3%A8me-%C3%A0-l'aide-du-Solveur-9ed03c9f-7caf-4d99-bb6d-078f96d1652c>

<sup>4</sup> <https://support.office.com/fr-CH/article/D%C3%A9finir-et-r%C3%A9soudre-un-probl%C3%A8me-%C3%A0-l'aide-du-Solveur-9ed03c9f-7caf-4d99-bb6d-078f96d1652c>

## Comparaison de deux modèles

Pour sélectionner le modèle de prévision le plus adéquat, utilisez le critère de l'erreur totale. Procédure :

- Calculer la différence entre l'estimation et la valeur réelle
- Calculer l'erreur quadratique ou l'erreur absolue.
- Calculer la moyenne et on obtient l'erreur totale du modèle.
- **Le meilleur modèle est celui ayant la plus faible erreur.**

## Analyse de scénario

L'analyse de scénario dans l'Exercice 2.1 est une procédure itérative basée sur l'exploration du domaine réalisable du coefficient  $\alpha$  afin de localiser la zone optimale. Le but de chaque itération est de cerner avec plus précision la région optimale jusqu'à converger au point optimal qui est en fait le coefficient optimal  $\alpha^*$ . Voici un exemple :

|                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|
| <b>Exercice 2.1</b> |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| <b>Itération 1:</b> |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
|                     | $\alpha$   |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| 2,2979              | 0,1        | 0,2        | 0,3        | 0,4        | 0,5        | 0,6        | 0,7        | 0,8        | 0,9        |  |
| EMA                 | 3,47208014 | 2,77696914 | 2,44877271 | 2,32227657 | 2,32366071 | 2,37731657 | 2,424767   | 2,47854629 | 2,59046871 |  |
| <b>Itération 2:</b> |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
|                     | $\alpha$   |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| 2,2979              | 0,3        | 0,33       | 0,36       | 0,39       | 0,42       | 0,45       | 0,48       | 0,51       | 0,54       |  |
| EMA                 | 2,44877271 | 2,39893856 | 2,35978418 | 2,33019389 | 2,30914572 | 2,30031366 | 2,31376774 | 2,3288095  | 2,34478997 |  |
| <b>Itération 3:</b> |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
|                     | $\alpha$   |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| 2,2979              | 0,42       | 0,428      | 0,436      | 0,444      | 0,452      | 0,46       | 0,468      | 0,476      | 0,484      |  |
| EMA                 | 2,30914572 | 2,30485446 | 2,30108716 | 2,29787568 | 2,30114711 | 2,30457886 | 2,30815678 | 2,31186711 | 2,31569648 |  |

A travers ces trois itérations, on a pu déterminer approximativement le coefficient optimal  $\alpha^*$  à trois chiffres après virgule ( $\alpha^* \approx 0,444$ ).