

Chapitre 3, exercice 4

Instructions pour employer CH03EX04.XLS et étudier les séries du répertoire CH03EX04

Le fichier CH03EX04.XLS comporte un exercice de base destiné à tous les apprenants et un exercice avancé réservé aux seuls apprenants de la version avancée

Le répertoire CH03EX04 comporte un exercice de base destiné à tous les apprenants

Exercice de base (Pour tous les utilisateurs du cours)

Préalable



Le chapitre 3 du cours de base doit avoir été suivi jusqu'à la page 85. L'exercice CH03EX03 doit avoir été réalisé parce que la méthode y est décrite en détail.

Objectif



Le but est de traiter un deuxième exemple pour l'application de la méthode des trois points, mais cette fois à des données de marketing.

Nous allons illustrer les courbes de croissance pour les ventes annuelles d'un bien de consommation nouveau et ceci pendant les premières années après son lancement.

Données



Les données sont les ventes (en milliers d'unités) de séchoirs (1948-1956) et de fours à micro-ondes (1973-1981) aux Etats-Unis. Nous comparons donc les ventes de séchoirs et de fours à micro-ondes à 25 ans de distance.

Structure de l'exercice

L'exercice comporte deux parties :

- Dans la partie 1, le but de l'exercice est d'appliquer la méthode des trois points dans Microsoft Excel.
- Dans la partie 2, le but de l'exercice est d'appliquer la méthode des trois points au moyen du logiciel Time Series Expert for Windows.

Partie 1 Dans cette partie, on revoit l'application de la méthode des trois points dans Microsoft Excel.

1.1 PRISE DE CONNAISSANCE AVEC LES DONNEES

- ⇒ Les données sont présentées dans un tableau accompagnées de leurs logarithmes (cliquez sur la zone marquée "Données").
- ⇒ Consultez le graphique en échelle métrique (cliquez sur l'onglet "Metric").



Que peut-on dire des deux évolutions?



1.1.1 Votre réponse

- ⇒ Regardez maintenant le graphique en échelle logarithmique (c'est-à-dire que les logarithmes des ventes est représenté en fonction du temps, avec rappelons-le un décalage de 25 ans pour les séchoirs). A cette fin cliquez sur l'onglet "Logarithmic".



A quelle courbe de croissance fait penser le fait que, pour les deux produits, la trajectoire en échelle logarithmique soit à peu près une ligne droite?



1.1.2 Votre réponse

1.2 LES COURBES DE CROISSANCE EXPONENTIELLE MODIFIEE, DE GOMPERTZ ET LOGISTIQUE

- ⇒ Revenez à la feuille de calcul. Les calculs sont présentés dans un tableau (cliquez sur la zone marquée "Données transformées").



Vérifier les calculs préalables. Sont-ils corrects?

1.2.1 Votre réponse

1.3 DEMARRAGE DE LA METHODE DES TROIS POINTS

Une donnée a été laissée de côté (1981 pour fours à micro-ondes et 1956 pour les séchoirs) pour la comparer à la prévision. Les trois sous-ensembles I, II et III sont donc comme dans l'exercice sur le produit intérieur brut en Belgique et en R.F.A.



Les calculs sont présentés dans un tableau (cliquez sur la zone marquée "Méthode des trois points").



Suivez ces différentes étapes à l'aide des formules dans les différentes colonnes pour un des pays au choix. Arrêtez-vous avant la ligne marquée $\ln(\beta)$.



Vérifiez les valeurs de t_I (la médiane de 1, 2 et 3), t_{II} (la médiane de 4 et de 5), et t_{III} (la médiane de 6, 7 et 8).



1.3.1 Vos réponses



Vérifiez les valeurs de y_I , y_{II} et y_{III} , calculées par des médianes pour les deux produits. Regardez également les formules employées dans Excel.



1.3.2 Vos réponses



Vérifiez les valeurs de y_I , y_{II} et y_{III} , calculées par des moyennes pour les deux produits. Regardez également les formules employées dans Excel.

1.3.3 Vos réponses

1.4 QUALITE DE L'AJUSTEMENT POUR LES SECHOIRS

On examine ici les résultats. En plus de l'examen du critère MAPE, calculé sur l'ensemble des années, on utilise la donnée de l'année 1956 qui n'a pas été employée dans l'analyse.

L'ajustement par une exponentielle a été obtenu en employant la méthode des moindres carrés sur les logarithmes des données (voir chapitre 2 pour les détails). Les résultats sont présentés dans le champ REGRESS.



Pour atteindre ces résultats, pressez la touche F5 et sélectionnez le champ REGRESS ou cliquez au début de la zone marquée "Régression".

Le résultat des ajustements par plusieurs courbes de croissance sont donnés dans un tableau. Commençons par les ajustement employant les médianes.



Pressez la touche F5 et sélectionnez ADJDRIMED ou cliquez sur la zone marquée "Ajustement (méd)" en face de "Séchoirs".

Les valeurs ajustées sont fournies dans chaque colonne. En bas de la colonne, on présente le critère MAPE calculé sur les 8 années. Le critère MAPE pour l'année laissée de côté est déterminé dans les colonnes suivantes. Comme il n'y a qu'une seule année, les calculs sont réduits à un APE, *absolute percentage error*.



Quelle est la courbe de croissance qui réalise le meilleur ajustement employant les médianes, pour les séchoirs? Le plus mauvais ajustement ?



1.4.1 Vos réponses

⇒ Confirmez vos impressions à l'aide du graphique (cliquez sur l'onglet Driers, afin de visualiser celui-ci).

Regardons ensuite les ajustement employant les moyennes.

⇒ Pressez la touche F5 et sélectionnez ADJDRIAVG ou cliquez sur la zone marquée "Ajustement (moy)" en face de "Séchoirs".

?

Quelle est la courbe de croissance qui réalise le meilleur ajustement employant les moyennes, pour les séchoirs? Le plus mauvais ajustement ?



1.4.2 Vos réponses

1.5 QUALITE DE L'AJUSTEMENT POUR LES FOURS A MICRO-ONDES

En plus de l'examen du critère MAPE, calculé sur l'ensemble des années, on utilise la donnée de l'année (1980) qui n'a pas été employée dans l'analyse. Commençons par l'ajustement par une exponentielle.

⇒ Pour atteindre ces résultats, pressez la touche F5 et sélectionnez le champ REGRESS ou cliquez au début de la zone marquée "Régression".

Voyons la méthode des trois points employant les médianes.

⇒ Pressez la touche F5 et sélectionnez ADJMWOMED ou cliquez sur la zone marquée "Ajustement (méd)" en face de "Fours à micro-ondes".

**?**

Quelle est la courbe de croissance qui réalise le meilleur ajustement employant les médianes, pour les fours à micro-ondes? Le plus mauvais ajustement ?

1.5.1 Vos réponses



Confirmez vos impressions à l'aide du graphique (cliquez sur l'onglet Ovens, afin de visualiser celui-ci).

Regardons ensuite les ajustement employant les moyennes.



Pressez la touche F5 et sélectionnez ADJMWOAVG ou cliquez sur la zone marquée "Ajustement (moy)" en face de "Fours à micro-ondes".

?

Quelle est la courbe de croissance qui réalise le meilleur ajustement employant les moyennes, pour les fours à micro-ondes? Le plus mauvais ajustement ?



1.5.2 Vos réponses

SYNTHESE

Dans cette partie, nous avons appliqué la méthode des trois points pour l'ajustement de courbes de croissance sur les données de ventes de produits.

Partie 2 Nous reprenons le même exercice que dans la partie 1 mais cette fois en employant Time Series Expert for Windows, en abrégé TSE.

- ⇒ Suivez les instructions rappelées en annexe du document introductif du cours afin de lancer le logiciel.
- ⇒ Choisissez le répertoire de données approprié sur votre disque (pas sur le CD-ROM): menu File ⇒ Open. Choisissez DATA puis CHAP03 puis CH03EX04.

2.1 ÉTUDE RELATIVES AUX SECHOIRS

- ⇒ Chargez le problème déjà préparé : DRIERS. Cliquez sur Open. Vous devez alors voir dans le bas de l'écran que la variable dépendante est DRIERS, que l'échantillon d'estimation est 1948 – 1955 et que les prévisions seront calculées jusqu'en 1956.
- ⇒ Pour visualiser le tableau des données et effectuer les transformations logarithmiques: menu Data ⇒ Spreadsheet.
- ⇒ Chargez DRIERS, cliquez sur Open puis sur OK et effectuez la transformation logarithmique sous le nom LDRIERS. Sortez du tableur en cliquant le File ⇒ Exit TSE Spreadsheet
- ⇒ Pour visualiser graphiquement les séries: menu Graphics ⇒ Series. Choisissez la variable LDRIERS.
- ⇒ Reconnaissez-vous les données ?



2.1.1 Votre réponse

Vérifiez si la variable DRIERS est définie comme variable dépendante.

- ⇒ Pour estimer les paramètres d'une courbe de croissance exponentielle modifiée, menu Methods ⇒ Growth curves ⇒ Modified exponential.
- ⇒ Sur la ligne Save residuals, vous devez voir "DRES1". Sur la ligne Save forecasts, vous devez voir "DFOR1". Pressez Enter.

Consultez la sortie. Pour la commodité, nous reprenons ici les résultats qui ont été obtenus dans Excel pour la méthode des trois points, avec calcul des médianes.

Médianes		Séchoirs (-25 ans)		
t		y_t	$1/y_t$	$\ln(y_t)$
2	I	106.0	0.00943	4.6634
4.5	II	563.5	0.00180	6.3261
7	III	890.0	0.00112	6.7912
2.5	Δ			
	$\ln(\beta)$	-0.134938774	-0.967076927	-0.509497407
	β	0.873769407	0.380192747	0.60079746
	α	-2092.749426	0.057953035	-6.395450441
	γ	1703.757634	0.001057052	6.971925457

⇒ Pour l'exponentielle modifiée, trouvez-vous les mêmes résultats pour les estimations que dans Excel?

2.1.2 Votre réponse



Séchoirs						
t	année	Y_t	Expon. M.C.	Expon. modif.	Logis- tique	Gompertz
1	1948	92.0	107.5	-124.8	43.3	22.9
2	1949	106.0	158.2	106.0	106.0	106.0
3	1950	319.0	232.8	307.7	235.7	266.4
4	1951	492.0	342.6	483.9	440.9	463.4
5	1952	635.0	504.2	637.9	659.0	646.3
6	1953	737.0	741.9	772.4	811.6	789.3
7	1954	890.0	1091.7	890.0	890.0	890.0
8	1955	1397.0	1606.5	992.7	923.9	956.6
9	1956	1523.0	2364.0	1082.5	937.5	998.9
MAPE			22.81%	34.38%	17.15%	17.23%

⇒ Pour l'exponentielle modifiée, obtenez-vous les mêmes valeurs ajustées en 1948 et la même valeur du critère MAPE que dans Excel? Évaluez l'erreur absolue en pourcentage pour 1956.



2.1.3 Vos réponses

Il est instructif de regarder les valeurs ajustées et la prévision pour 1956.

- ⇒ Pour obtenir le graphique des valeurs ajustées et prévisions en parallèle avec les données, procédez comme suit : menu Data ⇒ Plots ⇒ Predictions. Pressez la touche Enter.

Recommencez pour la courbe de Gompertz.

- ⇒ Pour estimer les paramètres d'une courbe de croissance de Gompertz, menu Methods ⇒ Growth curves ⇒ Gompertz curve. Demandez la sauvegarde des résidus dans "DRES2", et celle des prévisions dans "DFOR2".
- ⇒ Pour la courbe de Gompertz, trouvez-vous les mêmes résultats pour les estimations que dans Excel?



2.1.4 Votre réponse

- ⇒ Pour la courbe de Gompertz, obtenez-vous les mêmes valeurs ajustées en 1948 et la même valeur du critère MAPE que dans Excel? Évaluez l'erreur absolue en pourcentage pour 1956.



2.1.5 Vos réponses

Recommencez pour la courbe de logistique.

- ⇒ Pour estimer les paramètres d'une courbe de croissance de Gompertz, menu Methods ⇒ Growth curves ⇒ Logistic curve. Demandez la sauvegarde des résidus dans "DRES3", et celle des



prévisions dans “DFOR3”.

⇒ Pour la courbe logistique, trouvez-vous les mêmes résultats pour les estimations que dans Excel?

2.1.6 Votre réponse



⇒ Pour la courbe logistique, obtenez-vous les mêmes valeurs ajustées en 1948 et la même valeur du critère MAPE que dans Excel? Évaluez l'erreur absolue en pourcentage pour 1956.

2.1.7 Vos réponses

2.2 ETUDE RELATIVE AUX FOURS A MICRO-ONDES



⇒ Chargez le problème déjà préparé: OVENS. Cliquez sur Open. Vous devez alors voir dans le bas de l'écran que la variable dépendante est MWO, que l'échantillon d'estimation est 1973 – 1980 et que les prévisions seront calculées jusqu'en 1981.

⇒ Pour visualiser le tableau des données et effectuer les transformations logarithmiques: menu Data ⇒ Spreadsheet.

⇒ Chargez MWO, cliquez sur Open puis sur OK et effectuez la transformation logarithmique sous le nom LMWO. Sortez du tableur en cliquant le File ⇒ Exit TSE Spreadsheet

⇒ Pour visualiser graphiquement les séries: menu Graphics ⇒ Series. Choisissez la variable LMWO.

⇒ Reconnaissez-vous les données ?

2.2.1 Votre réponse

Vérifiez si la variable MWO est définie comme variable dépendante.

- ⇒ Pour estimer les paramètres d'une courbe de croissance exponentielle modifiée, menu Methods ⇒ Growth curves ⇒ Modified exponential.
- ⇒ Sur la ligne Save residuals, vous devez voir "MRES1". Sur la ligne Save forecasts, vous devez voir "MFOR1". Pressez Enter.

Consultez la sortie. Pour la commodité, nous reprenons ici les résultats qui ont été obtenus dans Excel pour la méthode des trois points, avec calcul des médianes.

Médianes			Fours à micro-ondes		
t			y_t	$1/y_t$	$\ln(y_t)$
2	I		635.0	0.00157	6.4536
4.5	II		1918.0	0.00053	7.5500
7	III		2815.0	0.00036	7.9427
2.5	Δ				
	$\ln(\beta)$		-0.143160201	-0.712845478	-0.410641252
	β		0.866615225	0.490247223	0.663224819
	α		-5678.235215	0.005222162	-3.88368918
	γ		4899.479275	0.000319697	8.161932333

- ⇒ Pour l'exponentielle modifiée, trouvez-vous les mêmes résultats pour les estimations que dans Excel?



2.2.2 Votre réponse

		Fours à micro-ondes				
t	année	y_t	Expon. M.C.	Expon. modif.	Logis- tisque	Sompertz
1	1973	440	503.2	-21.4	347.2	266.7
2	1974	635	682.3	635.0	635.0	635.0
3	1975	840	925.1	1203.8	1069.5	1128.8
4	1976	1661	1254.4	1696.8	1609.4	1653.3
5	1977	2175	1700.9	2124.0	2138.7	2129.3
6	1978	2422	2306.3	2494.2	2549.7	2518.5
7	1979	2815	3127.1	2815.0	2815.0	2815.0
8	1980	3585	4240.1	3093.0	2966.3	3030.7
9	1981	4575	5749.2	3334.0	3046.6	3182.8
		MAPE	14.05%	21.17%	9.46%	11.97%



⇒ Pour l'exponentielle modifiée, obtenez-vous les mêmes valeurs ajustées en 1973 et la même valeur du critère MAPE que dans Excel? Évaluez l'erreur absolue en pourcentage pour 1981.

2.2.3 Vos réponses

Il est instructif de regarder les valeurs ajustées et la prévision pour 1981.

⇒ Pour obtenir le graphique des valeurs ajustées et prévisions en parallèle avec les données, procédez comme suit : menu Data ⇒ Plots ⇒ Predictions. Pressez la touche Enter.

Recommencez pour la courbe de Gompertz.

⇒ Pour estimer les paramètres d'une courbe de croissance de Gompertz, menu Methods ⇒ Growth curves ⇒ Gompertz curve. Demandez la sauvegarde des résidus dans "MRES2", et celle des prévisions dans "MFOR2".

⇒ Pour la courbe de Gompertz, trouvez-vous les mêmes résultats pour les estimations que dans Excel?



2.2.4 Votre réponse

⇒ Pour la courbe de Gompertz, obtenez-vous les mêmes valeurs ajustées en 1973 et la même valeur du critère MAPE que dans Excel? Évaluez l'erreur absolue en pourcentage pour 1981.



2.2.5 Vos réponses

Recommencez pour la courbe de logistique.

- ⇒ Pour estimer les paramètres d'une courbe de croissance de Gompertz, menu Methods ⇒ Growth curves ⇒ Logistic curve. Demandez la sauvegarde des résidus dans "MRES3", et celle des prévisions dans "MFOR3".
- ⇒ Pour la courbe logistique, trouvez-vous les mêmes résultats pour les estimations que dans Excel?



2.2.6 Votre réponse

- ⇒ Pour la courbe logistique, obtenez-vous les mêmes valeurs ajustées en 1973 et la même valeur du critère MAPE que dans Excel? Évaluez l'erreur absolue en pourcentage pour 1981.



2.2.7 Vos réponses

- ⇒ Pour quitter TSE, menu File ⇒ Exit. Confirmez en pressant Yes.

SYNTHESE

Dans cette partie, nous avons réalisé l'ajustement par plusieurs courbes de croissance au moyen de la méthode des trois points et nous avons retrouvé les mêmes résultats que dans la partie 1 de l'exercice.



Exercice avancé

(Pour les utilisateurs de la version avancée du cours)

Préalable



Le chapitre 3 du cours de base et du cours avancé doit avoir été suivi jusqu'à la page 86 pour la partie A, et jusqu'à la page 87 pour la partie B. L'exercice CH03EX03 doit avoir été réalisé parce que la méthode y est décrite en détail.

Objectif



Le but est de revoir les détails de calculs avancé de la méthode des trois points et d'envisager une alternative : une méthode itérative au moyen du module Solver de Microsoft Excel.

Données



Les mêmes données que pour l'exercice de base.

L'exercice comporte deux parties :

- Dans la partie A, le but de l'exercice est de revoir les détails de calculs avancé de la méthode des trois points.
- Dans la partie B, le but de l'exercice est d'appliquer la méthode itérative au moyen du module Solver de Microsoft Excel.

Partie A Il s'agit de vérifier les détails de calcul effectués dans la partie 1 et en particulier de résoudre le système de trois équations (non linéaires) à trois inconnues de manière à achever la résolution entamée dans la partie de base du cours.

⇒ Suivez les étapes de calcul dans les formules de la feuille (vous pouvez évidemment vous limiter à un produit et une seule courbe, le principe étant identique pour les autres cas.

? Tout est-il correct ?



A.a.1 Votre réponse

Partie B Dans cette partie, on reprend l'ajustement des courbes de croissance mais cette fois au moyen d'une méthode itérative du module Solver de Microsoft Excel au lieu de la méthode des trois points. Nous renvoyons à l'exercice 3 du chapitre 3 pour tous les détails.

B.a EXAMEN DES RESULTATS DU MODULE SOLVER D'EXCEL

Nous traitons ici uniquement des fours à micro-ondes. Un tableau, similaire à celui présenté dans l'exercice 3, a été préparé.

⇒ Pour atteindre ce tableau, pressez la touche F5 et sélectionnez le champ ITERATIVE ou cliquez au début de la zone marquée "Méthode itérative".

Ce tableau reprend les données pour les fours à micro-ondes, l'ajustement par une exponentielle mais surtout les résultats d'ajustement pour trois courbes de croissance : l'exponentielle modifiée, la courbe de Gompertz et la courbe logistique.

Notez que les valeurs des paramètres sont celles qui ont été obtenues par la méthode des trois points, en employant les médianes.

Les paramètres, dans l'ordre: beta (β), alpha (α), et gamma (γ), sont sur les lignes 67 à 69. Les valeurs initiales sont proches de celles qui ont été expérimentées sur la base de l'application de la méthode des trois points.

Sous les onglets ModExp, Logist et Gomp, vous pouvez trouver les rapports obtenus pour les trois courbes de croissance exponentielle modifiée, logistique et Gompertz, dans l'ordre spécifié dans le tableau.

⇒ Cliquez tour à tour sur les onglets ModExp, Logist et Gomp pour voir les résultats. Choisissez une des courbes pour la suite.

? Quelle étaient les valeurs de la méthode des trois points?
Quelles étaient les valeurs initiales des trois paramètres? Les valeurs finales sont-elles différentes?



B.a.1 Vos réponses

**?**

Quelle était la valeur du critère MAPE pour la méthode des trois points? La valeur initiale du critère MAPE? La valeur finale? La valeur finale était-elle plus petite que la valeur initiale?

B.a.2 Vos réponses

B.b EMPLOI DU MODULE SOLVER D'EXCEL

Ce paragraphe facultatif porte sur une utilisation relativement avancée du module Solver.



Placez-vous dans la feuille principale Main.



Déprotégez la feuille: menu Tools, commande Protection et sélectionnez Unprotect sheet.



Choisissez le menu Tools, commande Solver.



Dans la zone "Set target Cell", se trouve le critère MAPE pour la courbe de Gompertz. Dans la zone, "By Changing Cells", se trouve la plage avec les trois paramètres. Cliquez sur le bouton Solve. Cliquez Continue pour chaque itération.



Quand la fenêtre Solver Results apparaît, choisissez "Restore Original Values" et cliquez sur "Answer", puis sur OK. Une feuille "Answer Report xx" s'ajoute à votre classeur.

?

Consultez-la afin de déterminer la valeur optimale du MAPE.



B.b.1 Votre réponse

?

Comparez le contenu de la feuille avec le contenu de la feuille Gomp.



B.b.2 Votre réponse

Comme dans le paragraphe B.e de l'exercice 3, vous pouvez, à titre facultatif, expérimenter avec le module Solver.

B.c RESULTATS DU MODULE SOLVER D'EXCEL

Nous avons fourni les résultats les meilleurs que nous avons obtenu pour les trois modèles. Ces résultats sont meilleurs que pour la méthode des trois points. C'est assez naturel puisque la méthode des trois points n'essaye pas de minimiser le critère MAPE.

?

Quelle est la courbe de croissance qui réalise le meilleur ajustement pour les fours à micro-ondes ? Les résultats sont-ils meilleurs que pour la méthode des trois points ?



B.c.1 Vos réponses

?

Quelle est la courbe de croissance qui réalise le plus mauvais ajustement pour les fours à micro-ondes ? Les résultats sont-ils meilleurs que pour la méthode des trois points ?



B.c.2 Votre réponse

SYNTHESE

Dans cette partie, nous avons employé le module Solver d'Excel afin d'estimer les paramètres des courbes de croissance pour les fours à micro-ondes.

[Retour au chapitre 3](#)