**Projet de Prévision des séries temporelles Ouatiti Youssef Esseddiq**

***1ère partie :***

***1-***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Critère\Modèle** | **Tendance linéaire** | **Tendance quadratique** | **Exponentiel** | **Exponentiel modifié** | **Gompertz** | **Logistique** |
| RMSE | 486.9672865 | 347.7901821 | 679.463996 | 406.5144199 | 402.309548 | 400.0346061 |
| MAE | 373.6491795 | 265.2527971 | 569.044517 | 257.5435638 | 260.5523879 | 265.1120853 |
| MAPE | 9.285707623 | 6.120432326 | 13.86812 | 5.368057135 | 5.705923909 | 6.147886713 |

***2-*** Il y a plusieurs modèles ayant meilleur résultat pour un critère mais non pour les autres critères. On choisit le plus consistant qui est : le modèle exponentiel modifié.

***3-*** Puisque la série est annuelle on a le choix entre 3 type de modèles selon Gardner : le lissage simple, DA-N ou le lissage de Holt. On calcule la variance des 3 séries : Xt, (1-B)Xt et (1-B)²Xt.

La variance minimale est celle de la série : (1-B)Xt (Voir le fichier Excel A1 feuille 3). Ainsi on ajuste la série à l’aide d’un modèle Damped Additive None.

On obtient un MAPE de ***21.1913*** pour l’initialisation suivante du modèle DA-N :

|  |  |
| --- | --- |
| alpha | 0.1 |
| delta | 0.2 |
| phi | 0.3 |
| S1 | y1 |
| T1 | 0 |

Maintenant, a l’aide de Matlab nous allons écrire un script permettant de calculer le MAPE, puis on va essayer de trouver à l’aide d’une fonction d’optimisation les paramètres d’initialisation minimisant le MAPE.

Nous obtenons alors :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *α* | *δ* | *[Greek phi Didot.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Greek_phi_Didot.svg)* | *S1* | *T1* | *MAPE* |
| ***1*** | ***0.4*** | ***0.9*** | ***1620.1*** | ***90.6*** | ***3.7845*** |

***4-*** Le modélisateur expert de SPSS a choisi le modèle de lissage de Holt avec les critères et paramètres suivants :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Model Statistics** | | | | | | | | | |
| Model | Number of Predictors | Model Fit statistics | | | | Ljung-Box Q(18) | | | Number of Outliers |
| Stationary R-squared | RMSE | MAPE | MAE | Statistics | DF | Sig. |
| série 208-Model\_1 | 0 | .259 | ***228.794*** | ***3.692*** | ***150.931*** | 13.855 | 16 | .610 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Exponential Smoothing Model Parameters** | | | | | | |
| Model | | | Estimate | SE | t | Sig. |
| série 208-Model\_1 | No Transformation | Alpha (Level) | ***1.000*** | .161 | 6.199 | .000 |
| Gamma (Trend) | ***.001*** | .055 | .015 | .988 |

***5-***Nous obtenons les résultats suivants :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Exponentiel modifié | DA-N | SPSS | Naïve |
| *4.62395989* | ***5.8724099*** | ***8.822699*** | ***2.8548896*** |

La méthode naïve donne des résultats mieux que les autres modèles pour les prévisions.

***2ème partie :***

***1-*** On effectue le test de Buys-Ballot sur la série trimestrielle, on obtient une valeur de : **0.236513**. Ainsi, la série des moyennes annuelles est plutôt corrélée avec la série des écart-types annuelles et on choisit le modèle multiplicatif.

***2-*** On calcule MMC(4) pour enlever la composante saisonnière (Voir feuille T2 dans le fichier Excel Partie2):

***3-*** Voir T2 du fichier partie2.

***4-*** A partir du tableau ci-dessous :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **T/Année** | **79** | **80** | **81** | **82** | **83** | **84** | **85** | **86** |
| T1 |  | 0.95653622 | 0.95391334 | 0.96016887 | 0.98974195 | 0.98117841 | 0.94995641 | 0.93678054 |
| T2 |  | 1.00054727 | 1.01407824 | 0.97989866 | 1.00512662 | 1.04504442 | 1.02589447 | 1.01007246 |
| T3 | 1.05737212 | 1.04347826 | 1.05977732 | 1.05209941 | 1.03702875 | 1.03687801 | 1.05752958 | 1.04915757 |
| T4 | 0.97847251 | 0.99189375 | 0.95879444 | 0.98550725 | 0.974174 | 0.968468 | 0.95795739 | 0.9805344 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **87** | **88** | **89** | **90** | **91** | **92** | **93** | **94** | **95** |
| 0.966180187 | 0.966916295 | 0.982221208 | 0.959648138 | 0.961642089 | 0.989033276 | 0.981875227 | 0.947625 | 1.002843 |
| 1.039699647 | 1.036120428 | 1.011182918 | 1.021748078 | 1.028803932 | 1.035996813 | 1.033988986 | 1.014877 |  |
| 1.027461299 | 1.024928634 | 1.038839291 | 1.036902444 | 1.019267406 | 1.006156745 | 1.026313513 | 1.015049 |  |
| 0.973642216 | 0.959656453 | 0.974581467 | 0.984288783 | 0.975439872 | 0.968350035 | 1.008457876 | 0.984372 |  |

* On remarque que la composante saisonnière pour le trimestre 1 est toujours inférieur à 1, sauf pour l’année 1995. Donc, **le trimestre 1 est assez stable.**
* Pour le 2eme trimestre, pour toutes les années la composante saisonnière est supérieure à 1, sauf pour l’année 1982 ainsi **T2 est aussi assez stable**.
* Pour T3 toutes les années présentent une composante saisonnière supérieur à 1 donc **ce trimestre (T3) est stable.**
* Pour T4, toutes les années présentent une composante saisonnière inferieur à 1, sauf l’année 1993, **ainsi ce trimestre (T4) est assez stable.**

***5-*** On choisit le modèle linéaire, quadratique et exponentiel. (Voir T3 fichier Partie2).

***6-*** On calcule les modèles de décomposition saisonnière sur la feuille T3 du fichier partie2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Critères/Modèle** | **Modèle linéaire** | **Modèle Quadratique** | **Modèle exponentiel** |
| RMSE | 234.4217382 | 222.5289643 | 344.0048186 |
| MAE | 193.9620514 | 182.795549 | 265.18697 |
| MAPE | 4.412170333 | 4.107560966 | 6.384116622 |

***7-*** Le meilleur modèle est le modèle quadratique.

**8-** L’analyse de Gardner pour le choix du modèle convenable est faite sur la feuille T4 du fichier Excel Partie2.

Puisque (1-B)(1-B4)Xt a la variance maximale, on va ajuster la série en utilisant le modèle DA-M.

L’ajustement est fait sur la feuille T5 du fichier Partie2.

**9-** Les résultats du modélisateur expert de SPSS sont :

* Le modèle choisit est le modèle de Holt-Winters additive.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Model Description** | | | |
|  | | | Model Type |
| Model ID | série trim 880 (Xt) | Model\_1 | Winters' Additive |

* Les critères de comparaison :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Model Statistics** | | | | | | | | | |
| Model | Number of Predictors | Model Fit statistics | | | Ljung-Box Q(18) | | | Number of Outliers |
| RMSE | MAPE | MAE | Statistics | DF | Sig. |
| série trim 880 (Xt)-Model\_1 | 0 | 136.188 | 2.427 | 99.928 | 14.097 | 15 | .518 | 0 |

* Les paramètres estimés :

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Exponential Smoothing Model Parameters** | | | | | | |
| Model | | | Estimate | SE | t | Sig. |
| série trim 880 (Xt)-Model\_1 | No Transformation | Alpha (Level) | .922 | .127 | 7.261 | .000 |
| Gamma (Trend) | 1.556E-7 | .019 | 8.028E-6 | 1.000 |
| Delta (Season) | 1.641E-5 | .394 | 4.163E-5 | 1.000 |

***10-*** Nous obtenons les résultats suivants : (Les calculs sont dans la feuille Evaluation du fichier Partie2).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Modèle Quadratique | DA-M | SPSS | Naïve |
| *4.227414022* | ***6.932464*** | ***3.0469003*** | ***6.2333616*** |

La méthode Winters-Holt proposée par SPSS donne des résultats mieux que les autres modèles pour les prévisions.