

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Mohamed Khider – Biskra
Faculté des Sciences et de la technologie
Département génie civil et hydraulique
Ref :



جامعة محمد خيضر بيسكرة-
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية و الري
المرجع

Mémoire présenté en vue de l'obtention
Du diplôme de
Magister en hydraulique

Option : Hydraulique Urbaine

***Analyse des séries temporelles des données de
Production d'eau potable
De la Ville de Biskra***

Présenté par : **Loudjani Naouel**

Soutenu publiquement le : 16/06/2014

Devant le jury composé de :

Debabeche Mahmoud.	Professeur	Président.	Université de Biskra
Bouziane Med tewfik.	Professeur	Rapporteur	Université de Biskra
Ouamane Ahmed.	Professeur	Examineur	Université de Biskra
Benkhaled Abdelkader	Professeur	Examineur	Université de Biskra

Dédicace

A mon mari

A mes enfants Assala, fadwa, abdelazzize, yahia, yezen

A mes parents, mes sœur, mes frères

A mes enseignants, mes amies

Naouel

Remerciement

Ce travail de thèse a pu aboutir grâce à la contribution de différentes personnes faisant partie de ma famille.

Je tiens vivement à remercier toute personne m'ayant aidée de près ou de loin à réaliser ce travail en particulier :

Les membres de ma famille ont eu un rôle très important pour l'avancement de cette thèse.

-Mon mari n'a cessé de m'encourager à continuer à des moments de relâchements et d'hésitation. Pour mener à bout ce travail de thèse, il a dû faire beaucoup de sacrifices et de concessions.

J'aimerais également remercier les deux personnes m'ayant le plus soutenu et épaulé durant ces trois années :

-M^{er} Bouziane Med Tewfik professeurs à l'université de Biskra, rapporteurs de ma thèse, et Messameh Abdelhamid Maître de conférences. Merci pour votre suivi régulier, vos critiques constructives et vos qualités tant professionnelles qu'humaines. Ce travail ne serait pas ce qu'il est sans vous deux.

Je voudrais tout d'abord remercier les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail et leurs conseils avisés.

Je Merci aussi à ceux qui ont toujours cru en moi, qui m'ont toujours poussé et qui ont toujours été là pour moi... Merci à ma petite fille Assala, à toute ma famille, Merci à mes amis, et un grand merci à mes parents adorés. Je vous aime très fort.

Encore merci à vous tous...

Naouel

Table Des matières

Dédicace.....	I
Remerciements.....	II
Liste des figures.....	III
Liste des tableaux.....	V
Sigles et abréviations.....	VI

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre 1. Contexte physique de la zone d'étude

Introduction.....	3
1.1. La situation de la zone d'étude.....	3
1.2. Le cycle de l'eau de consommation.....	4
1.3 Présentation des données et des statistiques descriptives	5
1.4 Méthodologie et approche expérimentale.....	5
Conclusion.....	7

Chapitre 2. Analyse et évolution des séries chronologiques de consommation d'eau potable dans la zone d'étude.

Introduction.....	8
2.1. Notions de processus	8
2.1.1. Généralité.....	8
2.1.2. Processus déterministe	8
2.1.3. Processus aléatoire.....	9
2.2. Les méthodes de prévision.....	10
2.2.1. Méthode tendancielle.....	10
2.2.2. Méthode lobale.....	11
2.2.3. Méthode analytique	11
2.3. L'analyse de série chronologique et la prévision	12
2.4. Description schématique de l'étude complète d'une série chronologique.....	12
2.4.1. Correction des données.....	13
2.4.2. Observation de la série.....	13
2.4.3. Modélisation	13
2.4.4. Analyse de la série à partir de ses composantes	13
2.4.5. Diagnostic du modèle	14
2.4.6. Prédiction (prévision)	14
Conclusion.....	14

Chapitre 3. Identification des composantes du modèle de consommation d'eau

Introduction.....	15
3.1. Génération d'un modèle de consommation.....	15
3.2. Description d'une série chronologique	16
3.2.1. Etude de la composante tendancielle.....	16

3.2.1.1. Description de la tendance.....	16
3.2.1.2 Analyse de la tendance.....	16
a) ajustement linéaire.....	16
b) Lissage par moyennes mobiles d'ordre k.....	17
3.3. Etude du mouvement saisonnière.....	17
3.3.1. Définition.....	17
3.3.2. Analyse de la composante saisonnière.....	18
3.3.3. Dessaisonnalisation ou CVS (corrigé des valeurs saisonnières).....	19
3.3.4. Analyse de la composante aléatoire.....	19
3.4. Série Ajustée.....	20
3.5. Prévision à court terme.....	20
3.6. Séries temporelles étudiée.....	20
3.7. Représentation graphique.....	21
Conclusion.....	65

Chapitre 4. Prévision par lissage exponentiel

Introduction.....	66
4.1. Prévision par lissage exponentiel.....	66
4.2. Les lissages exponentiels.....	66
4.2.1. Le lissage exponentiel simple du modèle stationnaire.....	66
4.2.2. Le lissage exponentiel double.....	69
4.3. La méthode de Holt-Winters.....	72
4.3.1. La méthode de Holt.....	72
4.3.2. Le modèle avec tendance et saisonnalité.....	77
4.3.3. Rôle de la constante de lissage.....	81
4.4. Comment choisir le coefficient de lissage ?.....	81
4.4.1. Principe généraux.....	81
4.4.2. Valeur de α qui minimise la somme carré des erreurs de prévision.....	81
Conclusion.....	82

Chapitre 5. Validation des modèles de consommation

Introduction.....	83
5.1. Modèle et méthode d'estimation.....	84
5.2. Résultats et Analyse.....	109
5.3. Interprétation des résultats.....	110
Conclusion.....	111
Conclusion générale.....	112
Références bibliographie.....	113

Listes des figures

Figure 1.1.	Utilisation résidentielles moyennes de l'eau par habitant et par jour	3
Figure 1.2.	Le cycle de l'eau de consommation	4
Figure 1.3	Données de production de la Ville de BISKRA (2009-2010) (Forage F1 champ captant oued El Hai)	7
Figure 2.1.	Ensemble de N échantillons d'un processus stochastique	9
Figure 3.1.	Champ captant oued El Hai	
Figure 3.2.	Evolution des volumes d'eau potable produit à BISKRA, de 2009 à 2011 (Données : ADE BISKRA)	25
Figure 3.3.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010 (Données : ADE BISKRA)	29
Figure 3.4.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2011 (Données : ADE BISKRA)	30
Figure 3.5.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010 (Données : ADE BISKRA)	31
Figure 3.6.	Champ captant Injection directe (Les Forages de centre ville)	32
Figure 3.7.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010 (Données : ADE BISKRA)	35
Figure 3.8.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010 (Données : ADE BISKRA)	39
Figure 3.9.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010 (Données : ADE BISKRA)	40
Figure 3.10.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010 (Données : ADE BISKRA)	
Figure 3.11.	Champ Captant Oued Z'mor	42
Figure 3.12.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010 (Données : ADE BISKRA)	45
Figure 3.13.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010 (Données : ADE BISKRA)	49
Figure 3.14.	Forage le 1 ^{er} Novembre	50
Figure 3.15.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010 (Données : ADE BISKRA)	51
Figure 3.16.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010 (Données : ADE BISKRA)	52
Figure 3.17.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2011(Données : ADE BISKRA)	55
Figure 3.18.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2011(Données : ADE BISKRA)	
Figure 3.19.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2011 (Données : ADE BISKRA)	59
Figure 3.20.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2011 (Données : ADE BISKRA)	60

Figure 3.21.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2011 (Données : ADE BISKRA)	63
Figure 3.22.	Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2011 (Données : ADE BISKRA)	64
Figure 4.1.	Le lissage exponentiel simple le modèle stationnaire	68
Figure 4.2.	Le lissage exponentiel double	71
Figure 4.3.	Prévision de Holt	76
Figure 4.4.	Prévision de Winters	78
Figure 5.1	les étapes classiques de la prévision.	83
Figure 5.2.	Prévision par lissage exponentiel 2011 avec $\alpha = 0,65619255, \beta = 0,17339757, \gamma = 0,58731888$	87
Figure 5.3.	Prévision par lissage exponentiel 2012 avec $\alpha = 0,57637495, \beta = 0,01653058, \gamma = 0,70535556$	90
Figure 5.4.	Prévision par lissage exponentiel 2011 avec $\alpha = 0,46020936, \beta = 0,74401333, \gamma = 0,27493682$	91
Figure 5.5.	Prévision par lissage exponentiel 2012 avec $\alpha = 0,47530131, \beta = 0,20025071, \gamma = 0,89384877$	92
Figure 5.6.	Prévision par lissage exponentiel 2011 avec $\alpha = 0,60421726, \beta = 0,20258167, \gamma = 0,12149723$	95
Figure 5.7.	Prévision par lissage exponentiel 2012 avec $\alpha = 0,47788138, \beta = 0,09664105, \gamma = 0,33698313$	98
Figure 5.8.	Prévision par lissage exponentiel 2011 avec $\alpha = 0,68149709, \beta = 0,0033548, \gamma = 0,26075884$	99
Figure 5.9.	Prévision par lissage exponentiel 2012 avec $\alpha = 0,80307404, \beta = 0,05020928, \gamma = -0,5560442$	100
Figure 5.10.	Prévision par lissage exponentiel 2011 avec $\alpha = 0,46628361, \beta = 0,33176472, \gamma = 0,13065281$	101
Figure 5.11.	Prévision par lissage exponentiel 2012 avec $\alpha = 0,45536652, \beta = 1,3294641, \gamma = 0,19973624$	102
Figure 5.12.	Prévision par lissage exponentiel 2011 avec $\alpha = 0,49145571, \beta = 0,0082044, \gamma = 0,04756668$	105
Figure 5.13.	Prévision par lissage exponentiel 2012 avec $\alpha = 0,51739613, \beta = 0,5816809, \gamma = 0,00186116$	108

Liste des tableaux

Tableau 1.1. Les Volumes produits du forage F1 (2009/2010)	6
Tableau 3.1. Lissage d'une série chronologique d'ordre 3 et d'ordre 4	17
Tableau 3.2. Les Volumes produits du forage F1 (2009-2010)	23
Tableau 3.3. Les Volumes produits du forage F1 (2011)	24
Tableau 3.4. Les types d'évolutions des séries chronologiques des données de production d'eau potable(2009-2010)	26
Tableau 3.5. Les Volumes produits du forage Hakim saadane (/2009-2010)	33
Tableau 3.6. Les Volumes produits du forage Hakim saadane (104 semaines)	34
Tableau 3.7. Les types d'évolutions des séries chronologiques des données de production du Forage Hakim Saadane (2009-2010)	36
Tableau 3.8. Les Volumes produits du forage ZF1 (2009-2010)	43
Tableau 3.9. Les Volumes produits du forage ZF1 (2011)	44
Tableau 3.10. Les types d'évolutions des séries chronologiques des données de production du forage ZFI (2009-2010)	46
Tableau 3.11. Les types d'évolutions des séries chronologiques des données de production du Forage FI (2011)	53
Tableau 3.12 Les types d'évolutions des séries chronologiques des données de production du forage Hakim Saadane (2011)	57
Tableau 3.13. Les types d'évolutions des séries chronologiques des données de production du forage ZFI (2011)	61
Tableau 4.1. Le lissage exponentiel simple	67
Tableau 4.2. Le lissage exponentiel double	70
Tableau 4.3. Prévision la méthode de Holt	74
Tableau 4.4. Prévision la méthode de Winters	78
Tableau 5.1. Les méthodes de la prévision par lissage exponentiel (Forage F1 données 2011)	85
Tableau 5.2. Les méthodes de la prévision par lissage exponentiel (Forage F1 données 2012)	88
Tableau 5.3. Les méthodes de la prévision par lissage exponentiel (Forage Ras El Gueria 02 données 2011)	93
Tableau 5.4. Les méthodes de la prévision par lissage exponentiel (Forage Ras El Gueria 02 données 2012)	96
Tableau 5.5. Les méthodes de la prévision par lissage exponentiel (Forage ZF1 données 2011)	103
Tableau 5.6. Les méthodes de la prévision par lissage exponentiel (Forage ZF1 données 2012)	106

Sigles et abréviations

$Y_t = Q(t) = VP$	Le volume de production ou la quantité d'eau consommée
$T(t)$	La moyenne de production ou La tendance
$S(t)$	Les variations saisonnières ou la composante déterministe cyclique
$\varepsilon(t)$	Les variations accidentelles ou résiduelles (aléatoire)
y'	La droite de régression de par rapport au temps t
a et b	Les constantes. Pour N couples
$Mp(t)$	Moyennes mobiles centrées de longueur p
S_t	Les coefficients saisonniers
S_t^*	Les coefficients saisonniers corrigés
S^-	Moyenne arithmétique ou médiane
Y^* (ou Y_{cvs})	La série corrigée des variations saisonnières
St (LES)	Le lissage exponentiel simple /les valeurs lissé
α	La constante de lissage. $0 < \alpha < 1$
β	La constante de lissage. $0 < \beta < 1$
γ	La constante de lissage. $0 < \gamma < 1$
Sst(LED)	Le lissage exponentiel double
$A = a_{0t}$	Coefficient de lissage double
$B = a_{1t}$	Coefficient de lissage double
\hat{y}_t	Prévision de lissage

- (Lt)** Lissage de la série moyenne $y_1=I_1$
- (It)** Lissage de la saisonnalité $I_1=V_p/\text{moy}$ ou l'indice saisonnier
- (Tt)** Lissage de la tendance $T_1=0$ ou la pente
- $\hat{Y}_t(h)$** Prévission pour la période h
- h** nombre de période à l'avance pour lesquelles une prévission doit être
Obtenue

Introduction générale

Introduction générale

La crise de l'eau est aujourd'hui une vraie menace pour le développement. Face à cette situation, les chercheurs sont contraints de chercher des solutions rationnelles pour améliorer la gestion de cette ressource et à établir un modèle qui permet d'évaluer la demande en eau future.. Notre travail s'inscrit dans cette même thématique de

Recherche. En effet, l'Algérie est de nos jours classée à la 16^{ème} place des pays les plus pauvres en eau dans le monde. Pour cette raison, nous avons estimé la fonction de demande en eau potable dans l'une de ses wilayas (Biskra). Cette démarche a pour objectif de comprendre les déterminants de cette demande afin de développer un modèle pour l'analyse des séries temporelles des données de production d'eau potable.

Le choix d'une méthode de prévision repose sur l'ensemble des informations disponibles que l'on veut exploiter et l'objectif de prévision. Il existe les méthodes paramétriques et les méthodes non paramétriques dans cette étude, on utilisera le 2^{ème} type, la prévision par moyenne mobile et la prévision par lissage exponentiel.

La prévision par moyenne mobile d'ordre k consiste à calculer la moyenne des k dernières données, l'employer comme prévision. On applique la méthode de manière glissante.

Les méthodes de lissage exponentiel datent des années soixante.

Le nombre réduit d'opération explique l'emploi de ces méthodes, par exemple pour la méthode de lissage exponentiel simple, il s'agit de calculer la prévision pour le temps T+1, comme moyenne pondérée de :

- La dernière observation disponible.
- La dernière prévision calculée.

L'étude est composée de 04 chapitres, Le premier chapitre présente quelques notions élémentaires pour aborder l'étude d'une série chronologique. C'est une phase descriptive des données brutes, illustrée par quelques exemples, qui restent indispensables avant d'envisager l'application des méthodes exposées par la suite.

Le deuxième chapitre précise le rôle du temps dans la structure de la série et l'analyse et évolution des séries chronologiques de consommation d'eau potable dans la zone d'étude, les composantes d'une série, tendance, effet saisonnier et erreurs et les notions des processus stochastique, les méthodes des prévisions, les représentations graphiques. 3^{ème} chapitre, nous rappellerons les procédures d'identification des composantes des modèles et différentes étapes marquantes des prévisions de l'eau potable de la ville de BISKRA. Nous allons exposer nos données statistiques et nous ferons une première analyse descriptive sur un ensemble de graphiques, cette représentations graphiques peut faire apparaître, l'évolution des phénomènes (la tendance, variation saisonnier, variation aléatoire, corrigé des variations saisonniers CVS). Dans un quatrième chapitre, nous allons exposer la modélisation et Prévision par lissage exponentiel.

Le présent projet de recherche vise à développer un modèle de prévision de production d'eau potable.

L'objet de cette thèse est d'analyser et de modéliser des problèmes d'optimisation stochastique et de proposer des méthodes de résolution pour ces problèmes. En particulier, nous étudierons en détail les deux problèmes que nous venons d'évoquer. Un intérêt tout particulier sera porté sur l'interfaçage entre les statistiques et l'optimisation. Cette méthode statistique est très importante en prévision parce qu'elle permet d'introduire les facteurs future

Introduction générale

de la variable étudiée. A travers ces éléments se dégagent les objectifs généraux et spécifiques suivants :

Objectifs généraux

- -Meilleure utilisation des ressources en eau de la ville de BISKRA.
- -Optimisation du traitement de l'information existante
- -Développement d'un outil d'aide à la décision

Objectifs spécifiques

- -Visualiser les cycles de consommation d'eau potable
- -valider la production journalière
- -Diagnostic l'état du réseau et relever toutes consommations exceptionnelles

Ces objectifs ont servi de fil conducteur à l'élaboration du plan de recherche ainsi qu'à l'approche utilisée pour l'analyse des différentes séries temporelle

Chapitre 1

Contexte physique de la zone d'étude

Introduction

L'ADE unité de Biskra, prend en charge la gestion de l'eau du cinq (05) communes en matière : Production, distribution, maintenance, et entretien des réseau d'AEP.

Elle assure l'approvisionnement en eau potable du 226604 hab, par l'exploitation de (58) forages de la Wilaya de BISKRA et (31) réservoirs d'une capacité de 65700 m³ , à travers un réseau d'AEP de 411698 ml dont 104740 ml réseau adduction et 306958 ml réseau distribution.

L'alimentation d'eau potable de la ville de Biskra s'effectuée actuellement à partir de cinq champs captants (Champ captant oued el Hai, champ captant el megloub, Champ captant oued Z'mor, Champ captant Droh, champ captant Interne est ensemble des forages ou l'eau est injectée directement dans les réseaux.

1.1 La situation de la zone d'étude

Le niveau de consommation de l'eau en Algérie s'est nettement amélioré ces dernières années avec la hausse des volumes stockés par les barrages en exploitation, estimé à 70%. La Wilaya de BISKRA à des capacités hydriques énormes, mai les habitants souffrent du manque d'eau. Le seul moyen pour accompagner l'évolution des besoins des citoyens en matière d'eau à moyen et à long terme, c'est la réalisation d'ouvrage de grande capacité de réserve.

En regardant la figure 1 qui compare les consommations résidentielles du l'Algérie par rapport aux différents pays.

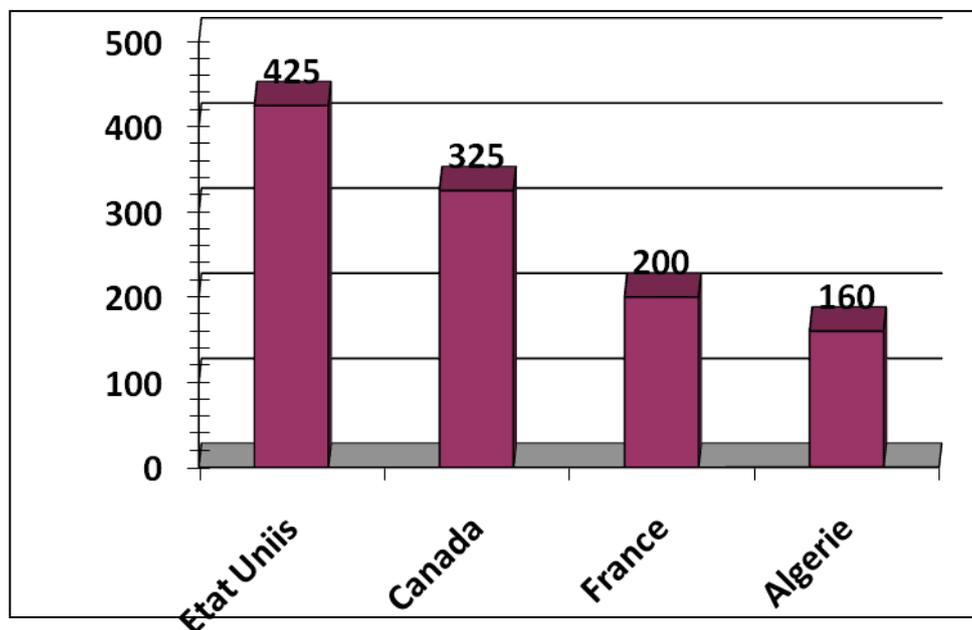


Figure 1.1 : Utilisations résidentielles moyennes de l'eau par habitant et par jour

1.2 Le cycle de l'eau de consommation

Il est important de bien visualiser le cycle de l'eau de consommation à l'intérieur de la zone d'étude. La figure 02 Présente ce cycle. La consommation d'eau potable, depuis le captage de l'eau jusqu'à son rejet dans le milieu naturel, se caractérise par un cycle constitué de plusieurs phases : le captage, le traitement, la distribution, l'utilisation et l'évacuation et l'épuration.

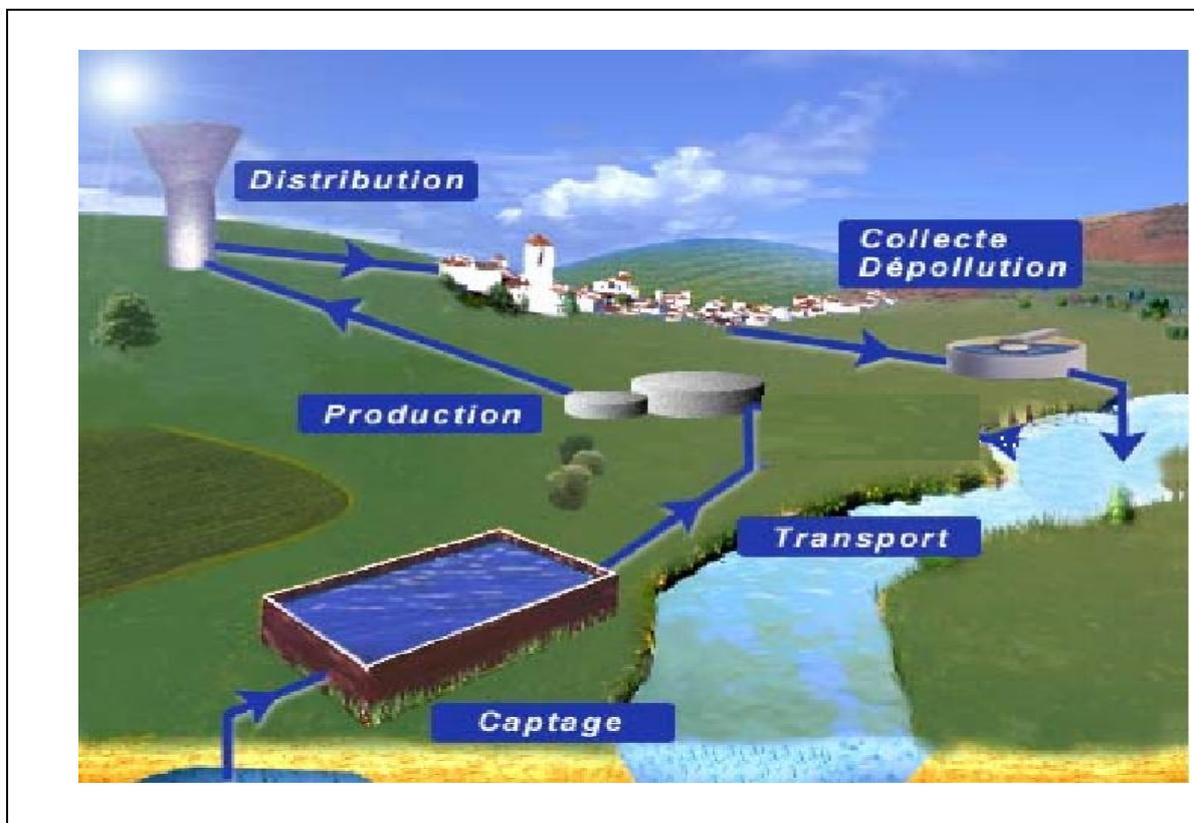


Figure 1.2. Le cycle de l'eau de consommation [17]

On trouve d'abord la source qui peut être une eau de surface ou souterraine.

L'eau de la source est acheminée par gravité ou par pompage vers une usine de production d'eau potable. Est dans cette usine que l'on traite l'eau brute de la source par diverses unités de traitement pour ainsi assurer l'approvisionnement en quantité suffisante d'une eau de qualité répondant à des normes stricts. L'eau est ensuite comprimée à l'intérieur d'un réseau de conduites souterraines couvrant l'ensemble du territoire à desservir.

On retrouve principalement quatre types de consommation : résidentiels, industriel, commerciale institutionnel. Malheureusement, le fait que l'eau soit sous pression à l'intérieur d'un réseau de distribution imparfait (étanchéité des joints, perforation, fissures...) occasionne la présence de fuites.

Tout au long du cycle de l'eau de consommation, diverses données sont, dans la majorité des cas, recueillies systématiquement. Parmi celles-ci, on retrouve principalement les volumes de production d'eau potable. Ces données prises quotidiennement forment des séries temporelles. Cette présentation sur le cycle de l'eau de consommation ainsi que sur les modes de gestion actuel démontre que les séries temporelles enregistrées s'inscrivent à l'intérieurs d'un processus complexe et que leurs analyse mérite une attention particulière.

1.3 PRESENTATION DES DONNÉES ET DES STATISTIQUES DESCRIPTIVES.

1.3.1 PRESENTATION DES DONNEES

Pour analyser les déterminants de la demande de l'eau sur le territoire de la wilaya de BISKRA, nous avons fait appel à des estimations sur des données récupérées au niveau de l'Algérienne des Eaux (ADE BISKRA). Ces données regroupent deux types de bases de données. La première regroupe la raison sociale de l'abonné, son adresse, son code client et son type. La deuxième renferme le code abonné, son type, date de facturation, montant facturé, ancien solde, nouveau solde, quantité trimestrielle consommée, quantités consommées de la première à la quatrième tranche, les prix appliqués par tranche, part fixe, redevance de gestion, redevance d'économie, redevance de qualité, les pénalités

Cette enquête s'est appuyée essentiellement sur trois volés principaux. Le premier volé s'est intéressé aux caractéristiques du logement (type du logement, statut dans le logement, évolution de la surface du logement pour la période, nombre de pièces, type d'équipement, nombre de salles de bains, nombre de cuisines, nombre de toilettes, existence d'une résidence secondaire...). Enfin, dans le troisième volé de notre enquête nous sommes intéressés à la ressource en eau. Nous avons questionné le ménage sur le nombre d'heures par jour de disponibilité d'eau au robinet, avec une distinction été/hiver, du type d'eau utilisée pour les besoins domestiques (linge, vaisselle...), du type d'eau utilisée pour la consommation (réseau public, puits, sources, citernes publiques ou autres), sa perception de la qualité de l'eau du réseau, la qualité du service de l'eau, sa perception du prix de l'eau et la possibilité de payer plus pour améliorer la qualité du service.

Nous avons récupéré une autre base de données au niveau de l'ADE de Biskra sur l'offre mensuelle d'eau par l'entreprise, le nombre d'heures par jour et le nombre de fuites enregistrées sur le réseau ainsi que le nombre d'interventions sur le réseau.

1.4 Méthodologie et approche expérimentale

La simple visualisation des données de production sur une période de plusieurs années amène à constater la présence de tendances et de cycles répétitifs. On peut facilement cibler les périodes de fortes consommations et leurs amplitudes vis-à-vis les périodes de consommations. La figure suivante montre les données de production (volume produit 2009-2010) Champ Captant Oued el Hai forage F1 de la ville de BISKRA pour une période de deux ans.

Champ Captant oued El Hai

Tableau 1.1 Les Volumes produits du forage F1 (2009/2010)

Forage F1 *								
<i>Le temps (Semaine)</i>	<i>DATE</i>	<i>VP=Qt (m3/semaine)</i>	<i>Le temps (Semaine)</i>	<i>DATE</i>	<i>VP=Qt (m3/semaine)</i>	<i>Le temps (Semaine)</i>	<i>DATE</i>	<i>VP=Qt (m3/semaine)</i>
1	S12009	2160	36	S362009	2553	71	S192010	1490
2	S22009	2003	37	S372009	1264	72	S202010	1937
3	S32009	1631	38	S382009	1461	73	S212010	1700
4	S42009	1654	39	S392009	1542	74	S222010	1472
5	S5 2009	1532	40	S402009	1685	75	S232010	1510
6	S62009	1909	41	S412009	1264	76	S242010	1152
7	S72009	1302	42	S422009	1461	77	S252010	1300
8	S82009	1423	43	S432009	1522	78	S262010	1560
9	S92009	1547	44	S442009	1685	79	S272010	1962
10	S102009	1987	45	S452009	1900	80	S282010	1400
11	S112009	1236	46	S462009	1974	81	S292010	1710
12	S122009	1335	47	S472009	1209	82	S302010	1390
13	S132009	1854	48	S482009	2896	83	S312010	1860
14	S142009	1722	49	S492009	1666	84	S322010	1320
15	S152009	1080	50	S502009	2100	85	S332010	1579
16	S162009	1363	51	S512009	1987	86	S342010	2540
17	S172009	1100	52	S522009	1122	87	S352010	1750
18	S182009	1400	53	S12010	1860	88	S362010	1200
19	S192009	1545	54	S22010	1061	89	S372010	1930
20	S202009	2704	55	S32010	1534	90	S382010	1440
21	S212009	1945	56	S42010	1616	91	S392010	1390
22	S222009	2108	57	S52010	1620	92	S402010	1730
23	S232009	1955	58	S62010	1440	93	S412010	1616
24	S242009	2539	59	S72010	1234	94	S422010	1654
25	S252009	1843	60	S82010	1371	95	S432010	1378
26	S262009	1705	61	S92010	1800	96	S442010	1720
27	S272009	2173	62	S102010	2087	97	S452010	1484
28	S282009	2528	63	S112010	1036	98	S462010	1367
29	S292009	1972	64	S122010	1709	99	S472010	1517
30	S302009	1990	65	S132010	1961	100	S482010	2002
31	S312009	1941	66	S142010	1337	101	S492010	1569
32	S322009	2831	67	S152010	1530	102	S502010	1587
33	S332009	1957	68	S162010	1890	103	S512010	1895
34	S342009	1332	69	S172010	1454	104	S522010	1568
35	S352009	983	70	S182010	1696			

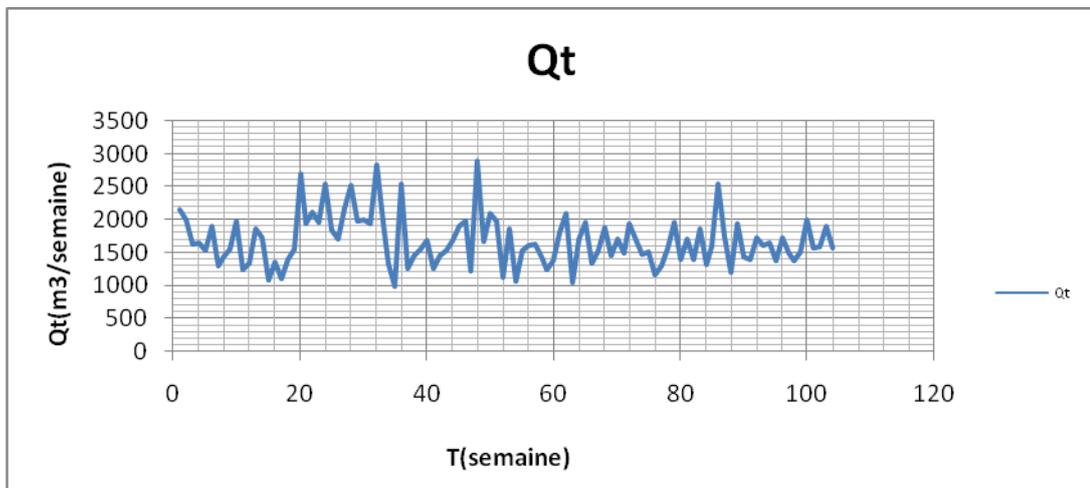


Figure 1.3 Données de production de la Ville de BISKRA (2009-2010)
(Forage F1 champ captant oued El Hai)

C'est en visualisant des séries de consommation d'eau potable en fonction du temps que l'idée est venue de considérer comme un processus. Tout processus possède deux composantes principales soit une déterministe et un autre aléatoire. Cette composante déterministe sera utilisée pour la génération d'un modèle de la consommation d'eau potable.

Conclusion

Ce chapitre concernant l'état de l'art sur l'utilisation des séries chronologiques, On y retrouvera dans ce chapitre les principes généraux de l'analyse des séries de données de production de la zone d'étude , présentation des données , la gestion de la ressource trouve son point de départ dans la mesure du volume de production et le cycle de l'eau.

Chapitre 2

*Analyse et évolution des séries
chronologiques de consommation d'eau
potable dans la zone d'étude.*

Introduction

L'analyse des séries temporelles est un domaine de la statistique, de l'économétrie et des sciences de l'ingénieur qui est très employé dans de nombreuses sciences et techniques. L'analyse des séries temporelles, et plus particulièrement la prévision à court et moyen terme. La prévision est fondamentale dans la mesure où elle est à la base de l'action. La prise de décision doit en effet toujours reposer sur des prévisions. C'est ainsi qu'une entreprise commerciale s'intéresse aux prévisions pour faire face à la demande, gérer sa production. L'utilisation de technique pour l'analyse des séries temporelles permet et mieux comprendre les mécanismes du processus de consommation d'eau potable. Ce chapitre expose les concepts de base relatifs à cette approche.

2.1 Notions de processus

2.1.1 Généralité

Les données physiques peuvent être classifiées, soit en événement processus se définit comme étant la variation d'un certain paramètre (ex. La consommation d'eau potable) en fonction d'une variable indépendante qui, généralement est le temps, Une réalisation donnée d'un processus peuvent être subdivisées en déterministes et aléatoires. Il existe toujours un élément soit déterministe, soit aléatoire, les processus réels sont alors compris entre ces deux extrêmes et sont dénommés processus stochastiques. Un processus stochastique possède donc deux composantes principales. Une déterministe et un autre aléatoire.[36]

2.1.2 Processus déterministe

Un processus déterministe peut être défini comme un processus dont le résultat au Temps $t + \Delta t$ peut être prédit entièrement à partir de la valeur au temps t . C'est-à-dire qu'une variable se déduit parfaitement de la connaissance des lois physiques qui régissent le phénomène et des relations mathématiques qui le traduisent. [36]

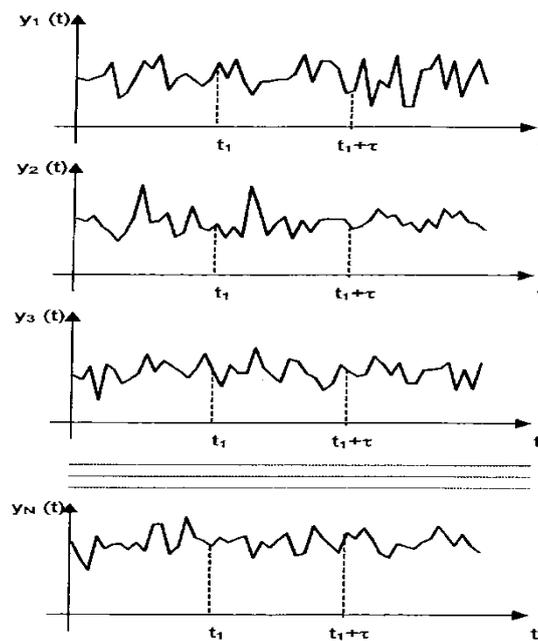


Figure : Ensemble de N échantillons d'un processus stochastique

Figure 2.1 Ensemble de N échantillons d'un processus stochastique [33]

2.1.3 Processus aléatoire

Un processus stochastique est souvent appelé *processus aléatoire*. Le processus possède aussi un aspect probabiliste si on considère l'ensemble des valeurs à un instant donné comme une variable aléatoire. Cette dernière est décrite par une densité de probabilité ou – ce qui revient au même sous certaines conditions de régularité. Le processus aléatoire se présente comme une famille de variables aléatoires qui dépendent à fois du temps et de l'espace. [36]

2. 2. LES METHODES DE PREVISION

La prévision en eau consiste à établir un modèle qui permet d'évaluer la demande en eau future. On se limitera dans le présent exposé à la demande en eau en milieu urbain. La prévision de la demande en eau future peut être effectuée à court et long termes avec un pas de temps des calculs d'une année comme elle peut être effectuée à court ou à très court terme avec un pas de temps mensuel voire journalier.

Dans le second cas de figure, la prévision sert d'outil de décision pour l'organisme de distribution et doit prendre en compte une composante de variation saisonnière de la demande en eau. Cette composante de variation saisonnière peut être ignorée dans le premier cas de figure (moyen et long termes) si la prévision a pour seul but de déterminer le programme d'investissement optimal de mobilisation des ressources en eau, puisque ce qui importe dans ce cas précis c'est d'évaluer les volumes globaux

à livrer annuellement par les ouvrages de mobilisation (barrages, nappes, sources ... etc.). Dans le cas du dimensionnement des ouvrages hydrauliques de transport et/ou de distribution d'eau, la composante de variation saisonnière est bien évidemment prise en compte, puisque les ouvrages doivent être dimensionnés pour faire face à la demande en eau de la journée (ou de la période) la plus chargée de l'année.

Les méthodes classiques les plus utilisées pour la prévision des demandes en eau potable en zone urbaine à moyen et à long termes peuvent être classées en trois méthodes principales :

- i. –méthode tendancielle,**
- ii. –méthode globale,**
- iii. –méthode analytique.**

Les principes, les fondements et les limites de chaque méthode sont passés en revue ci-après. [21]

2.2.1 Méthode tendancielle :

La méthode tendancielle est basée sur l'analyse statistique des chiffres de production d'eau Potable. Elle consiste à prévoir l'évolution future des besoins sur la base des tendances constatées dans le passé. On applique généralement un ajustement statistique (exponentiel ou linéaire) basé sur la méthode des moindres carrés.

Cette méthode ne peut bien évidemment être appliquée que lorsqu'on dispose d'une longue série de productions annuelles qui reflètent dans l'ensemble une progression régulière dans le temps.

La méthode tendancielle ne peut pas être appliquée sur des séries courtes ni sur des séries hétérogènes où la production connaît des évolutions en dents de scie d'une année à l'autre. Une variation erratique de la production est la caractéristique principale d'une ville

déficitaire où la production reflète non pas la demande mais l'offre (en volumes d'eau) qui a pu être faite aux usagers.

Cette méthode ignore les différentes composantes constituant la consommation d'eau d'une agglomération et évalue la production future sur la base des productions passées sans se préoccuper du rythme de développement spécifique à chacun des secteurs consommateurs d'eau (domestique, administrations, industries et tourisme). Sur le plan systémique, cette méthode considère par conséquent une agglomération comme une boîte noire qui consomme l'eau et dont on ne cherche pas à analyser dans le détail les différents composants.

La notion de prolongation de la tendance n'est pas dépourvue d'ambiguïté puisque selon l'importance accordée aux données statistiques récentes, l'évolution future peut suivre différents rythmes d'accroissement.

2.2.2.Méthode Globale :

La méthode globale quant à elle essaie de relier la production en eau potable à un facteur explicatif de la consommation. Il peut s'agir de la démographie ou du nombre d'abonnés par exemple. La demande en eau potable est alors reliée au facteur explicatif (démographie ou nombre d'abonnés) par la dotation brute unitaire globale qui s'exprime par le rapport de ces deux variables en I/hab/jour ou en I/abonné/jour.

La prévision consiste alors à émettre des hypothèses sur l'évolution future de cette dotation sur la base des statistiques passées disponibles aussi bien en matière de production d'eau que de démographie ou du nombre d'abonnés.

2.2.3.Méthode analytique :

La méthode analytique, méthode la plus utilisée actuellement, consiste en un modèle linéaire qui comporte plusieurs paramètres de base. Cette méthode a l'avantage d'analyser dans un premier temps, et de façon relativement fine, la structure passée de la consommation en eau de l'agglomération selon les volumes consommés par chaque catégorie de consommateur. Ce qui permet d'expliquer les raisons des évolutions passées des consommations en eau par type d'utilisateur.

La variante de base de cette méthode prend en compte les paramètres principaux suivants (en situations passée, actuelle et future) :

- démographie, taux de raccordement au réseau de distribution,
- nombre d'abonnés selon les différentes catégories d'utilisateur (domestique, administratif, industriel, point d'eau public, complexe touristique..etc.),
- **consommations unitaires par type d'utilisateur :**

consommation domestique (population raccordée au réseau et celle desservie par points d'eau publics), consommation administrative et municipale (établissements publics, bouches d'incendie ou d'arrosage des espaces verts publics...), consommation industrielle et touristique

les pertes d'eau et les rendements des ouvrages hydrauliques de production, d'adduction et de distribution.

2.3 L'analyse de série chronologique et la prévision

2.3.1. Les étapes de la prévision L'étude des phénomènes économiques ont distingué depuis longtemps divers types d'évolution, qui peuvent éventuellement se combiner :

- ✓ **La tendance (T)** correspond à une variation lente s'effectuant dans un sens déterminé qui se maintient pendant de longues périodes. T
- ✓ **Le cycle \textcircled{R}** est un mouvement d'allure quasi périodique comportant une phase croissante et Une phase décroissante. En conjoncture, il est représenté par le cycle de Kitchin d'une période de 4 à 5 ans. Dans la plupart des travaux sur les séries temporelles, la tendance et le cycle sont regroupés
- ✓ **La composante saisonnière (S)** correspond à des variations s'effectuant régulièrement au cours de la semaine, du mois, du trimestre, etc. Elle tient aux saisons, à des habitudes sociologiques et aux rythmes de l'activité humaine.
- ✓ **Les fluctuations accidentelles \textcircled{R}** sont des mouvements erratiques, de fréquences élevées, Présentant une allure générale plus ou moins stable. Elles résultent des influences, que toutes sortes D'événements exercent sur la grandeur en cause, si nombreuses que l'on a renoncé à (ou que l'on ne peut) les étudier tout es dans le détail.

Certaines séries statistiques présentent l'un ou l'autre de ces mouvements à l'état pur. Mais la Plupart d'entre elles ont une allure plus complexe. Il est possible d'y déceler par exemple une Croissance générale et certaines variations saisonnières auxquelles se superposent des fluctuations accidentelles. Remarquons que ces différentes composantes s'entendent pour des séries économiques liées à la conjoncture, le plus souvent mensuelles ou trimestrielles. Dans le domaine de l'entreprise, les composantes sont conservées mais les périodicités sont parfois différentes (Hebdomadaire, par exemple). (Michel et Christine et Raphael (2010-2011 Série chronologiques, cours et exercices, université Paris-Sud.[28])

2.3.2. Description schématique de l'étude complète d'une série chronologique

Comme nous venons de le voir, l'un des objectifs principaux de l'étude d'une série chronologique est la prévision des valeurs futures de cette série. Pour cela, on a besoin de connaître ou tout au moins de modéliser le mécanisme de production de la série chronologique.

Notons que les variables X ne sont le plus souvent ni indépendantes (on peut s'attendre en effet des observations relativement proches dans le temps soient liées) ni identiquement distribuées (dans la plupart des cas, le phénomène évolutif, se modifie au cours du temps ce qui entraîne que les Variables le décrivant ne sont pas équidistribuées). Cela nécessite des méthodes statistiques de traitement et de modélisation spécifiques puisqu'en particulier dans un cadre standard (celui de la description d'un échantillon) les méthodes statistiques classiques sont basées sur des hypothèses d'indépendance.

Schématiquement, les principales étapes de traitement d'une série Chronologique sont les suivantes :

- correction des données
- observation de la série
- modélisation (avec un nombre fini de paramètres)
- analyse de la série à partir de ses composantes
- diagnostic du modèle – ajustement au modèle
- prédiction (= prévision)

2.4. Correction des données

Avant de se lancer dans l'étude d'une série chronologique, il est souvent nécessaire de traiter, modifier les données brutes. Par exemple,

- évaluation de données manquantes, remplacement de données accidentelles,...
- découpage en sous-séries ;
- standardisation afin de se ramener à des intervalles de longueur fixe. Par exemple, pour des données mensuelles, on se ramène au mois standard en calculant la moyenne journalière sur le mois (total des observations sur le mois divisé par le nombre de jours du mois) ;
- transformation des données : pour des raisons diverses, on peut être parfois amenés à utiliser des données transformées.

2.5. Observation de la série

Une règle générale en Statistique Descriptive consiste à commencer par regarder les données avant d'effectuer le moindre calcul. Ainsi, une fois la série corrigée et prétraitée, on trace son graphique c'est à dire la courbe de coordonnées (t, X).

L'observation de ce graphique est souvent une aide à la modélisation de la série chronologique et permet de se faire une idée des différentes composantes de la série chronologique que nous avons rapidement mentionnées.

2.6. Modélisation

Un modèle est une image simplifiée de la réalité qui vise à traduire les mécanismes de fonctionnement du phénomène étudié et permet de mieux les comprendre. Un modèle peut être meilleur qu'un autre pour décrire la réalité et bien sûr, plusieurs questions se posent alors : comment mesurer cette qualité ?

comment diagnostiquer un modèle ? Nous présentons dans cette section une petite liste qui sert à résumer et classer les différents modèles envisagés dans ce cours.

2.7. Analyse de la série à partir de ses composantes

Après l'analyse graphique de la série, on étudie les composantes du modèle les unes après les autres.

- Tendances, facteurs saisonniers et fluctuations irrégulières
- La série corrigée de la tendance
- La série corrigée des variations saisonnières
- La série lissée des prédictions

2.8. Diagnostic du modèle

2.9. Prédiction

Enfin, une fois ces différentes étapes réalisées, nous sommes en mesure de faire de la prédiction, c'est-à-dire de l'évolution future de consommation d'eau en fonction des différents paramètres du modèle.[27]

Conclusion

2^{ème} chapitre sera consacré l'analyse et évolution des séries chronologiques de consommation d'eau potable dans la zone d'étude, comme les différents concepts mathématique nécessaires à l'analyse des séries temporelles. Ce chapitre concernant les diverses techniques d'identification des paramètres du modèle et ensuite consacré à la génération du modèle de consommation d'eau potable.

Chapitre 3

*Identification des composantes du
modèle de consommation d'eau*

Introduction

Une série chronologique est une suite d'observations ordonnées en fonction du temps : effectif annuel de la population, chiffre annuel de la production intérieure brute, niveau mensuel de l'indice des prix, ext...La périodicité des observations est variable :le plus souvent les séries chronologique sont mensuelles, trimestrielles ou annuelles, elle sont parfois hebdomadaires, journaliers.

Une série chronologique est la réalisation d'un processus aléatoire indice par le temps , Cette méthode statistique est très importante en prévision parce qu'elle permet d'introduire les facteurs future de la variable étudiée. L'objet de ce chapitre d'identifier les différents composantes du modèle de consommation d'eau potable de la ville de Biskra..

3.1. Génération d'un modèle de consommation

Pour analyser les déterminants de la demande de l'eau potable sur le territoire de la wilaya de BISKRA. Nous avons fait appel à des estimations sur des données récupérées au niveau de l'Algérienne des eaux [ADE BISKRA]. Ces données regroupent un type de base de données, ce type regroupe le volume d'eau potable qui produit par semaine. Pour compléter cette base de données, nous avons fait appel aux données statistiques. Nous abordons dans ce chapitre l'analyse de données statistiques particulières en ce sens que les observations sont régulièrement échelonnées dans le temps.

L'analyse des séries chronologiques est basée sur ces trois éléments :

- Décrire.
- Expliquer.
- Prévoir.

L'application sur une série de données de production d'eau potable des diverses techniques exposées dans le chapitre précédents doit conduire à la génération d'un modèle de consommation.[12]

Le modèle de l'équation (1) présente la consommation d'eau potable comme étant la sommation d'une composante déterministe et d'une composante aléatoire qui représente la composante stochastique (erreur).

La composante déterministe, peut à son, tour être subdivisée selon qu'il s'agit de tendance ou de périodicité.la consommation quotidienne d'eau potable peut alors être modélisée selon la forme suivante

$$Y_t = Q(t) = T(t) + S(t) + \varepsilon(t) \quad (1)$$

Q(t) : représente le volume de production ou la quantité d'eau consommée ;

T(t) : représente la moyenne de production ou La tendance ;

S(t) : Les variations saisonnières ou la composante déterministe cyclique ;

$\varepsilon(t)$: Les variations accidentelles ou résiduelles

3.2 DESCRIPTION D'UNE SÉRIE CHRONOLOGIQUE.

On distingue en général trois effets constitutifs d'une série chronologique :

- Un effet à long terme, appelée tendance (on ajoute parfois à long terme), composante tendancielle ou trend ;
- Un effet dit saisonnier, qui réapparaît à intervalles réguliers ; cet effet se traduit par une composante de la série appelée composante saisonnière.
- Un effet inexplicé : cet effet, que l'on suppose en général dû au hasard, se manifeste par des variations accidentelles ou aléatoire. [15]

3.2.1 Etude de la composante tendancielle :

La tendance peut être estimée par la méthode des moindres carrés.

La tendance n'est valable que s'il y a une bonne corrélation entre le temps et les données.

Dans le cas d'une série fortement saisonnalité, il est nécessaire de lisser la série en utilisant la méthode des moyennes mobiles ou d'autres méthodes.

3.2.1.1 Description de la tendance.

La description initiale de la tendance repose sur l'interprétation de la représentation graphique de la série.

Définition : on appelle tendance (ou variation à long terme ou trend) de la série Y_t

La série T_t résultant de la totalité des effets permanents auxquels est soumise la série Y_t .

Les schémas de décomposition les plus courants sont :

- Le schéma additif $Y_t = T_t + S_t + \varepsilon_t$

- Le schéma multiplicatif $Y_t = T_t \cdot S_t \cdot \varepsilon_t$

3.2.1.2 ANALYSE DE LA TENDANCE

a) ajustement linéaire

La droite de régression de \hat{y} par rapport au temps t donne pour chaque t une valeur T_t . La technique de régression au sens du moindre carré permet d'établir une relation mathématique écrivant une tendance tout en minimisant l'erreur d'approximation. Pour une tendance linéaire, la méthode s'expose comme suit :

$$y' = at + b$$

La droite de régression que l'on souhaite identifier dans les tableaux de l'annexe A, chaque champ captant étant la variable indépendante, a et b , les constantes. Pour N couples (y', t) , on peut estimer a et b à l'aide de solveur

b) lissage par moyennes mobiles d'ordre k (k = nombre d'observations dans un cycle)

Le but de l'étude statistique des séries chronologiques est déterminer une tendance (croissance ou décroissance) malgré des variations irrégulières ou périodiques. Selon les cas ; cette tendance est plus au moins facile à dégager. Pour faciliter cette analyse, on utilise le lissage par moyennes mobiles qui permet de gommer les fluctuations les plus importantes. L'objectif est de donner des éléments pour comprendre le passé ou prévenir l'avenir.

Tableau 3.1 Lissage d'une série chronologique d'ordre 3 et d'ordre 4

temps	variable	moyennes mobiles d'ordre 3	moyennes mobiles d'ordre 4
1	y1		
2	y2	$(y1 + y2 + y3)/3$	
3	y3	$(y2 + y3 + y4)/3$	$(y1/2 + y2 + y3 + y4 + y5/2)/4$
4	y4	$(y3 + y4 + y5)/3$	$(y2/2 + y3 + y4 + y5 + y6/2)/4$
5	y5	$(y4 + y5 + y6)/3$	$(y3/2 + y4 + y5 + y6 + y7/2)/4$
6	y6	$(y5 + y6 + y7)/3$	
7	y7		

les moyennes mobiles donnent pour chaque t (mis à part les valeurs extrêmes) une valeur T_t

Remarque : On prend une valeur au début et une valeur à la fin de la série d'ordre 3. On prend deux valeurs au début et deux valeurs à la fin de la série d'ordre 4.

3.3. Etude du mouvement saisonnier dépend la structure du modèle :

- Si la structure est additive, on détermine des écarts saisonniers par la méthode des moyennes mobiles. En retranchant les écarts saisonniers des valeurs brutes initiales, on obtient la série désaisonnalisée.
- Si la structure est multiplicative, on détermine des coefficients saisonniers :
 - ✓ soit par la méthode des moyennes mobiles (utilisation des logarithmes) ;
 - ✓ soit par la méthode des rapports à la moyenne mensuelle ;
 - ✓ soit par la méthode des rapports à la tendance.

Une variation saisonnière est caractérisée par le fait qu'elle se produit à intervalles de temps réguliers, d'où d'ailleurs le terme saisonnier.

3.3.1. Définition : on appelle variation saisonnière d'une série chronologique à l'instant t une variation due à un effet momentané se reproduisant régulièrement dans le temps.

Remarque : nous supposons dans la suite que la série est soumise à des variations saisonnières de même période p . La période est alors le nombre de variations saisonnières.

3.3.2 ANALYSE DE LA COMPOSANTE SAISONNIERE

a) Le schéma additif

La seule méthode usuelle utilisant le schéma additif est la méthode des totaux mobiles (ou moyennes mobiles).

- Calcul des totaux mobiles

Cumul sur le nombre de période (4 pour des séries trimestrielles, 12 pour des séries mensuelles). Ces totaux sont automatiquement désaisonnalisés. Si la série est trimestrielle avec un dernier trimestre fort et un deuxième trimestre faible, chaque total mobile comprendra un deuxième et un quatrième trimestre.

On appelle Moyennes mobiles centrées de longueur p ($P < T$) de la série $\{Y_t, t=1, \dots, T\}$

$$- P=2m+1 : \quad Mp(t)=\frac{1}{P} \sum_{K=-m}^{K=+m} Y_{t+K} \quad (02)$$

$$- P=2m : \quad Mp(t)=\frac{1}{p} \left[\frac{Y_{t-m}}{2} + \sum_{m+1}^{m-1} Y_{t+K} + \frac{Y_{t+m}}{2} \right] \quad (03)$$

- Prévision des totaux mobiles futurs.

Calcul de la valeur prévisionnelle saisonnalité = total mobile moins les trois dernières valeurs trimestrielles. Les suivantes peuvent être calculées de la même façon.

modèle additif

-Le modèle est : $Y_t = T_t + S_t + \varepsilon_t$

- calcul des coefficients saisonniers : Les coefficients saisonniers étant périodiques de période P .

$$S_t \rightarrow S_t^* = S_t - \bar{S} \quad (04)$$

$$\text{avec} \quad \bar{S} = \frac{1}{P} \sum_{t=1}^P S_t \quad (05)$$

Le schéma multiplicatif

- Rapport au trend mensuel ou trimestriel

Pour chaque valeur de la série brute, on calcule le rapport entre la valeur brute et la tendance correspondante.

$$\text{Coefficient saisonnier} = \text{Valeur brute} / \text{tendance}$$

Si la série concerne plusieurs années, il faut faire la moyenne des coefficients pour chaque période.

La somme des coefficients doit être égale au nombre de périodes (4 pour des séries trimestrielles, 12 pour des séries mensuelles).

La tendance est normalement le trend trimestriel ou mensuel.

- **Rapport à la moyenne**

Si on dispose d'un trend annuel, on peut calculer le rapport entre la valeur brute et la moyenne de la tendance.

Si la série est trimestrielle,

$$\text{Coefficient saisonnier} = \text{Valeur brute} / (\text{tendance annuelle} / 4)$$

- **modèle multiplicatif**

- calcul des rapports $Y_t / T_t = S_t \cdot \varepsilon_t$

- calcul des coefficients saisonniers bruts S_t : pour chaque saison j, $\bar{S} =$ moyenne des rapports de la saison j

- calcul des coefficients saisonniers $S_j = S'_j / \bar{S}' \quad S_t \rightarrow S_t^* = \frac{S_t}{\bar{S}}$

3.3.3. DESAISONNALISATION OU CVS (corrigé des valeurs saisonnières)

Pour exprimer ce qu'aurait été le mouvement brut sans l'influence saisonnière, on utilise la série corrigée des variations saisonnières **Y*** (ou **Ycvs**)

b) modèle additif

$$Y_t^* = Y_t - S_t^* \quad (6)$$

c) modèle multiplicatif

$$Y_t^* = Y_t / S_t^*$$

3.3.4 ANALYSE DE LA COMPOSANTE ALEATOIRE

La composante aléatoire se veut le résidu d'un signal lorsqu'on **Y(t)** soustrait les composantes déterministes précédemment identifiées. Selon le modèle de consommation d'eau potable de l'équation (1).

d) modèle additif

$$\varepsilon_t = Y_t - T_t - S_t^* = Y_t^* - T_t \quad (7)$$

e) modèle multiplicatif

$$\varepsilon_t = Y_t / (T_t \cdot S_t^*)$$

3.4. SERIE AJUSTEE

Cette série est utilisée pour représenter ce qu'aurait été le phénomène en l'absence de phénomènes aléatoires

a) modèle additif

$$\hat{Y}_t = T_t + S_t$$

b) modèle multiplicatif Lissage par la méthode des moyennes mobiles

$$\hat{Y}_t = T_t \cdot S_t$$

3.5 PREVISION A COURT TERME

Lorsque le trend est obtenu par la méthode des moindres carrés (MMC), il est possible d'obtenir une prévision postérieure à l'intervalle d'étude (à condition de rester dans des limites raisonnables), en utilisant le modèle précédent. Pour une date t correspondant à un coefficient saisonnier S_t , la tendance vaut T_t , et la prévision est donc donnée par $T_t + S_t$ en modèle additif ou $T_t \cdot S_t$ en modèle multiplicatif

Le but de la décomposition d'une série chronologique est de distinguer dans l'évolution de la série, une tendance « générale », des variations saisonnières qui se répètent chaque année, et des variations accidentelles imprévisibles. L'intérêt de ceci est d'une part de mieux comprendre, de mieux décrire l'évolution de la série, et d'autre part de prévoir son évolution (à partir de la tendance et des variations saisonnières). Ce sont des séries d'observations échelonnées dans le temps. L'objectif de l'étude des séries chronologiques est double:

- analyse d'un phénomène temporel en mettant en évidence essentiellement la tendance générale et les fluctuations saisonnières
- élaboration d'un modèle permettant de faire de la prévision à court terme

3.6 Séries temporelles étudiées

L'équation (1) a présenté la formulation générale du modèle stochastique linéaire caractérisant les volumes hebdomadaires de production d'eau potable. Les séries temporelles présentées dans les tableaux à l'annexe A seront étudiées afin d'extraire des estimateurs pour les différents paramètres du modèle. La plupart des méthodes que nous étudierons sont relatives à la prévision de séries chronologiques, les méthodes de prévision sont souvent subdivisées en catégories. On distingue notamment les courbes de croissance, les moyennes mobiles, la décomposition saisonnières, le lissage exponentiel, la régression multiple.....

Nous comptons illustrer les méthodes à l'aide de quelque exemple des courbes de chaque champ captant de chef lieu de la ville de BISKRA. La discussion et l'interprétation de ces courbes permettra de montrer l'application des différentes méthodes.

3.7 Représentations graphiques des données utilisées.

La représentation graphique des observations est une étape permet d'apprécier l'évolution de la production d'eau potable hebdomadaire au fonction du temps .Cette représentation graphique également utile pour le choix un modèle, la représentation graphique peut faire apparaitre, l'évolution des phénomènes(la tendance ,variation saisonnier, variation aléatoire ,corrigé des variations saisonniers CVS) .,les différentes représentations graphiques sont données dans les figures suivants :



Figure 3.1. Champ captant oued El Hai

SECTEUR BISKRA CENTRE (Données 2009-2010)
Tableau 3.2 Les Volumes produits du forage F1 (2009-2010)

a= 1,28500694

b= 1759,31903

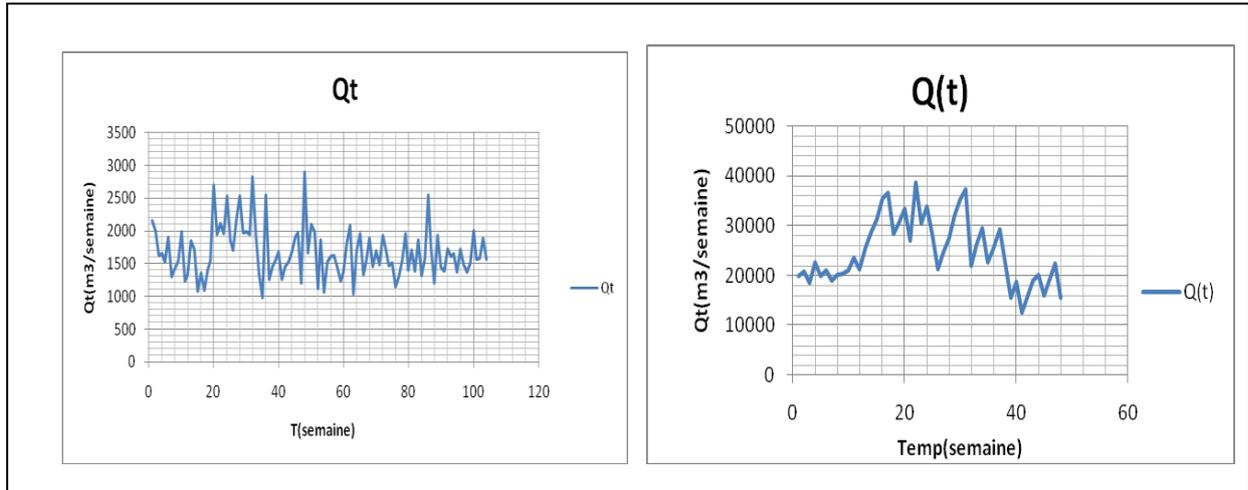
Forage F1 *								
Le temp (Semaine))	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	Le temp (Semaine))	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	Le temp (Semaine))	DATE	VP=Qt (m3/semaine)
1	S12009	2160	36	S362009	2553	71	S192010	1490
2	S22009	2003	37	S372009	1264	72	S202010	1937
3	S32009	1631	38	S382009	1461	73	S212010	1700
4	S42009	1654	39	S392009	1542	74	S222010	1472
5	S5 2009	1532	40	S402009	1685	75	S232010	1510
6	S62009	1909	41	S412009	1264	76	S242010	1152
7	S72009	1302	42	S422009	1461	77	S252010	1300
8	S82009	1423	43	S432009	1522	78	S262010	1560
9	S92009	1547	44	S442009	1685	79	S272010	1962
10	S102009	1987	45	S452009	1900	80	S282010	1400
11	S112009	1236	46	S462009	1974	81	S292010	1710
12	S122009	1335	47	S472009	1209	82	S302010	1390
13	S132009	1854	48	S482009	2896	83	S312010	1860
14	S142009	1722	49	S492009	1666	84	S322010	1320
15	S152009	1080	50	S502009	2100	85	S332010	1579
16	S162009	1363	51	S512009	1987	86	S342010	2540
17	S172009	1100	52	S522009	1122	87	S352010	1750
18	S182009	1400	53	S12010	1860	88	S362010	1200
19	S192009	1545	54	S22010	1061	89	S372010	1930
20	S202009	2704	55	S32010	1534	90	S382010	1440
21	S212009	1945	56	S42010	1616	91	S392010	1390
22	S222009	2108	57	S52010	1620	92	S402010	1730
23	S232009	1955	58	S62010	1440	93	S412010	1616
24	S242009	2539	59	S72010	1234	94	S422010	1654
25	S252009	1843	60	S82010	1371	95	S432010	1378
26	S262009	1705	61	S92010	1800	96	S442010	1720
27	S272009	2173	62	S102010	2087	97	S452010	1484
28	S282009	2528	63	S112010	1036	98	S462010	1367
29	S292009	1972	64	S122010	1709	99	S472010	1517
30	S302009	1990	65	S132010	1961	100	S482010	2002
31	S312009	1941	66	S142010	1337	101	S492010	1569
32	S322009	2831	67	S152010	1530	102	S502010	1587
33	S332009	1957	68	S162010	1890	103	S512010	1895
34	S342009	1332	69	S172010	1454	104	S522010	1568
35	S352009	983	70	S182010	1696			

SECTEUR BISKRA CENTRE (Données 2011)**Tableau 3.3** Les Volumes produits du forage F1 (2011)

a= -1,28500694

b= 1759,319

Forage F1 *					
Le temp (Semaine))	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	Le temp (Semaine))	DATE	VP=Qt (m3/semaine)
1	S12011	1987	27	S272011	2480
2	S22011	2082	28	S282011	2746
3	S32011	1854	29	S292011	3193
4	S42011	2257	30	S302011	3518
5	S5 2011	1995	31	S312011	3719
6	S62011	2099	32	S322011	2185
7	S72011	1885	33	S332011	2633
8	S82011	2007	34	S342011	2950
9	S92011	2034	35	S352011	2267
10	S102011	2111	36	S362011	2528
11	S112011	2354	37	S372011	2931
12	S122011	2133	38	S382011	2250
13	S132011	2576	39	S392011	1562
14	S142011	2885	40	S402011	1877
15	S152011	3125	41	S412011	1254
16	S162011	3547	42	S422011	1576
17	S172011	3662	43	S432011	1892
18	S182011	2830	44	S442011	2017
19	S192011	3074	45	S452011	1602
20	S202011	3343	46	S462011	1918
21	S212011	2706	47	S472011	2240
22	S222011	3868	48	S482011	1558
23	S232011	3036	49	S492011	1752
24	S242011	3379	50	S502011	1400
25	S252011	2821	51	S512011	1622
26	S262011	2115	52	S522011	1498

Forage F1 *

Les données de consommation moyen
hebdomadaire 2009 à 2010

Les données de consommation moyen
hebdomadaire 2011

**Figure 3-2. Evolution des volumes d'eau potable produit à BISKRA, de 2009 à 2011
(données : ADE BISKRA)**

Une première analyse de ces graphiques montre une forte volatilité de la demande d'eau hebdomadaire et un recul de la consommation depuis troisième semaine-2009.

Nous constatons que la tendance de la consommation pour la période à la baisse, montre une tendance à faible variation, sur un graphique semi- logarithmique les variations saisonnières approximativement constante ; sont liées au rythme imposé par les saisons météorologiques. Le graphique 3-2 présente les variations temporelles de la demande de l'eau sur l'ensemble de la période, on observe une forte variation dans l'année 2009-2010 (consommation de l'eau).

Tableau 3.4 Les types d'évolutions des séries chronologiques des données de production d'eau potable(2009-2010)

Forage F1 *						
DATE	VP=Q _t (m3/semaine)	M4(t)	S _t	cvs	e _t	y'=at+b
S12009	2160		1 605,78	- 1 605,78		1759,32
S22009	2003		1 606,63	- 1 606,63		1759,32
S32009	1631	1 783,50	1 667,45	- 1 667,45	- 1 667,45	1791,33
S42009	1654	1 693,25	1 647,44	- 1 647,44	- 1 647,44	2004,69
S5 2009	1532	1 640,38	1 605,78	- 1 605,78	- 1 605,78	1874,92
S62009	1909	1 570,38	1 606,63	- 1 606,63	- 1 606,63	1316,87
S72009	1302	1 543,38	- 121,61	121,61	121,61	1905,54
S82009	1423	1 555,00	157,68	- 157,68	- 157,68	2123,87
S92009	1547	1 556,50	- 12,43	12,43	12,43	1747,86
S102009	1987	1 537,25	0,29	- 0,29	- 0,29	1174,07
S112009	1236	1 564,63	- 121,61	121,61	121,61	2017,65
S122009	1335	1 569,88	157,68	- 157,68	- 157,68	2256,07
S132009	1854	1 517,25	- 12,43	12,43	12,43	1302,93
S142009	1722	1 501,25	0,29	- 0,29	- 0,29	1468,34
S152009	1080	1 410,50	- 121,61	121,61	121,61	2020,06
S162009	1363	1 276,00	157,68	- 157,68	- 157,68	1842,45
S172009	1100	1 293,88	- 12,43	12,43	12,43	1984,79
S182009	1400	1 519,63	0,29	- 0,29	- 0,29	1905,72
S192009	1545	1 792,88	- 121,61	121,61	121,61	1913,89
S202009	2704	1 987,00	157,68	- 157,68	- 157,68	1032,90
S212009	1945	2 126,75	- 12,43	12,43	12,43	1969,21
S222009	2108	2 157,38	0,29	- 0,29	- 0,29	1815,45
S232009	1955	2 124,00	- 121,61	121,61	121,61	1812,53
S242009	2539	2 060,88	157,68	- 157,68	- 157,68	1339,86
S252009	1843	2 037,75	- 12,43	12,43	12,43	1985,91
S262009	1705	2 063,63	0,29	- 0,29	- 0,29	2212,84
S272009	2173	2 078,38	- 121,61	121,61	121,61	1473,77
S282009	2528	2 130,13	157,68	- 157,68	- 157,68	1442,98
S292009	1972	2 136,75	- 12,43	12,43	12,43	1947,36
S302009	1990	2 145,63	0,29	- 0,29	- 0,29	1951,98
S312009	1941	2 181,63	- 121,61	121,61	121,61	1904,57
S322009	2831	2 097,50	157,68	- 157,68	- 157,68	1011,70
S332009	1957	1 895,50	- 12,43	12,43	12,43	1656,63
S342009	1332	1 741,00	0,29	- 0,29	- 0,29	2277,57
S352009	983	1 619,63	- 121,61	121,61	121,61	2413,44
S362009	2553	1 549,13	157,68	- 157,68	- 157,68	664,26

S372009	1264	1 635,13	- 12,43	12,43	12,43	2212,55
S382009	1461	1 596,50	0,29	- 0,29	- 0,29	1926,12
S392009	1542	1 488,00	- 121,61	121,61	121,61	1525,98
S402009	1685	1 488,00	157,68	- 157,68	- 157,68	1701,10
S412009	1264	1 485,50	- 12,43	12,43	12,43	2020,29
S422009	1461	1 483,00	0,29	- 0,29	- 0,29	1780,27
S432009	1522	1 562,50	- 121,61	121,61	121,61	1647,41
S442009	1685	1 706,13	157,68	- 157,68	- 157,68	1981,40
S452009	1900	1 731,13	- 12,43	12,43	12,43	1518,65
S462009	1974	1 843,38	0,29	- 0,29	- 0,29	1584,15
S472009	1209	1 965,50	- 121,61	121,61	121,61	2567,48
S482009	2896	1 952,00	157,68	- 157,68	- 157,68	741,20
S492009	1666	2 065,00	- 12,43	12,43	12,43	2248,37
S502009	2100	1 940,50	0,29	- 0,29	- 0,29	1547,04
S512009	1987	1 743,00	- 121,61	121,61	121,61	1281,83
S522009	1122	1 637,38	157,68	- 157,68	- 157,68	2616,51
S12010	1860	1 450,88	- 12,43	12,43	12,43	1209,93
S22010	1061	1 456,00	0,29	- 0,29	- 0,29	2259,58
S32010	1534	1 487,75	- 121,61	121,61	121,61	1535,94
S42010	1616	1 505,13	157,68	- 157,68	- 157,68	1811,77
S52010	1620	1 515,00	- 12,43	12,43	12,43	1600,73
S62010	1440	1 446,88	0,29	- 0,29	- 0,29	1760,84
S72010	1234	1 438,75	- 121,61	121,61	121,61	1858,47
S82010	1371	1 542,13	157,68	- 157,68	- 157,68	2174,15
S92010	1800	1 598,25	- 12,43	12,43	12,43	1476,41
S102010	2087	1 615,75	0,29	- 0,29	- 0,29	1146,44
S112010	1036	1 678,13	- 121,61	121,61	121,61	2420,50
S122010	1709	1 604,50	157,68	- 157,68	- 157,68	1819,97
S132010	1961	1 572,50	- 12,43	12,43	12,43	1236,43
S142010	1337	1 656,88	0,29	- 0,29	- 0,29	2163,04
S152010	1530	1 616,13	- 121,61	121,61	121,61	1706,04
S162010	1890	1 597,63	157,68	- 157,68	- 157,68	1578,55
S172010	1454	1 637,50	- 12,43	12,43	12,43	1971,45
S182010	1696	1 638,38	0,29	- 0,29	- 0,29	1677,95
S192010	1490	1 675,00	- 121,61	121,61	121,61	1833,09
S202010	1937	1 677,75	157,68	- 157,68	- 157,68	1621,11
S212010	1700	1 652,25	- 12,43	12,43	12,43	1674,30
S222010	1472	1 556,63	0,29	- 0,29	- 0,29	1860,75
S232010	1510	1 408,50	- 121,61	121,61	121,61	1464,94
S242010	1152	1 369,50	157,68	- 157,68	- 157,68	2233,74
S252010	1300	1 437,00	- 12,43	12,43	12,43	1911,70
S262010	1560	1 524,50	0,29	- 0,29	- 0,29	1706,39
S272010	1962	1 606,75	- 121,61	121,61	121,61	1138,87
S282010	1400	1 636,75	157,68	- 157,68	- 157,68	2258,47
S292010	1710	1 602,75	- 12,43	12,43	12,43	1597,84

S302010	1390	1 580,00	0,29	-	0,29	-	0,29	1996,15
S312010	1860	1 553,63	-	121,61	121,61	121,61	121,61	1201,67
S322010	1320	1 681,00	157,68	-	157,68	-	157,68	2418,14
S332010	1579	1 811,00	-	12,43	12,43	12,43	12,43	2033,78
S342010	2540	1 782,25	0,29	-	0,29	-	0,29	778,29
S352010	1750	1 811,13	-	121,61	121,61	121,61	121,61	1673,91
S362010	1200	1 717,50	157,68	-	157,68	-	157,68	2619,24
S372010	1930	1 535,00	-	12,43	12,43	12,43	12,43	1228,08
S382010	1440	1 556,25	0,29	-	0,29	-	0,29	1901,38
S392010	1390	1 583,25	-	121,61	121,61	121,61	121,61	1843,70
S402010	1730	1 570,75	157,68	-	157,68	-	157,68	1749,61
S412010	1616	1 596,00	-	12,43	12,43	12,43	12,43	1709,96
S422010	1654	1 593,25	0,29	-	0,29	-	0,29	1673,94
S432010	1378	1 575,50	-	121,61	121,61	121,61	121,61	1849,16
S442010	1720	1 523,13	157,68	-	157,68	-	157,68	1701,26
S452010	1484	1 504,63	-	12,43	12,43	12,43	12,43	1762,16
S462010	1367	1 557,25	0,29	-	0,29	-	0,29	1996,48
S472010	1517	1 603,13	-	121,61	121,61	121,61	121,61	1706,04
S482010	2002	1 641,25	157,68	-	157,68	-	157,68	1490,68
S492010	1569	1 716,00	-	12,43	12,43	12,43	12,43	1924,55
S502010	1587	1 709,00	0,29	-	0,29	-	0,29	1916,46
S512010	1895	1 458,63	-	121,61	121,61	121,61	121,61	1042,31
S522010	1568	1 064,13	157,68	-	157,68	-	157,68	1314,45

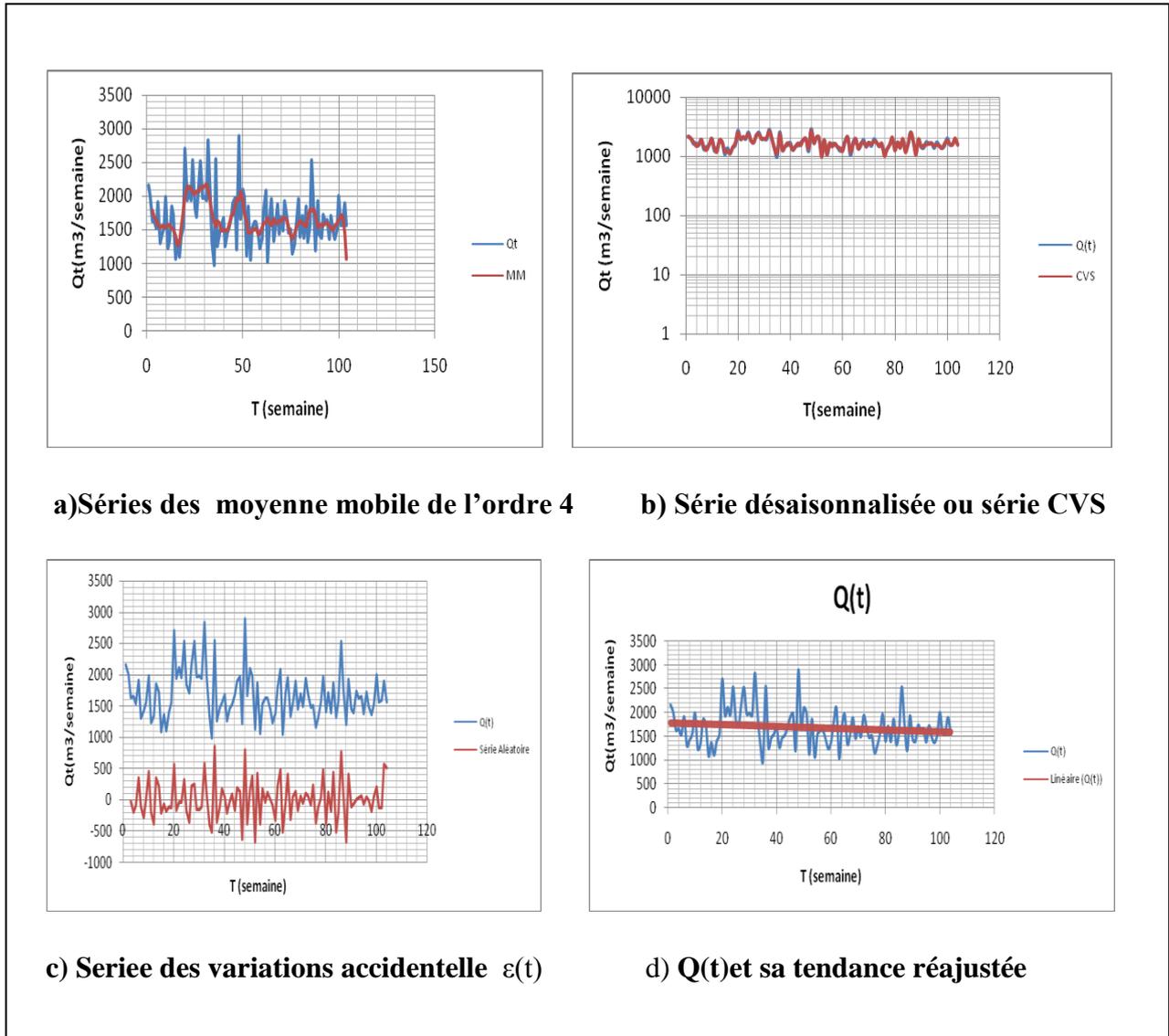
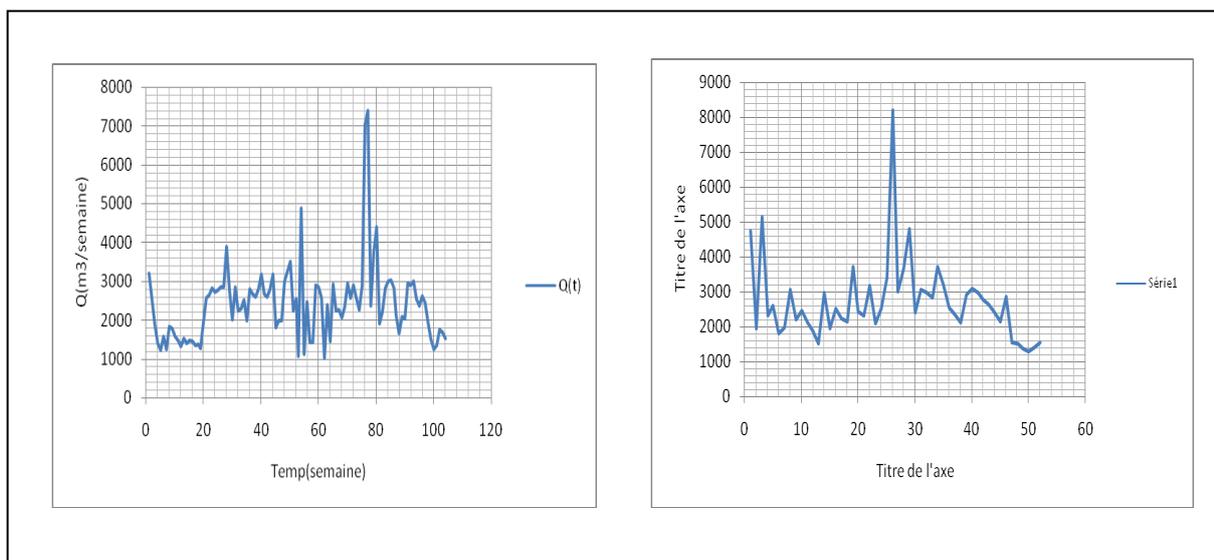


Figure 3.3 . Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010 (données : ADE BISKRA)

La série chronologique est soumise à des variations saisonnières de même période. La période est alors le nombre de variation saisonnière.

On observe que les moyennes mobiles d'une série soumises à ces variations saisonnières de période 4, la tendance caractérisée par les moyennes mobiles de longueurs 4.

Forage F4



Les données de consommation moyen
hebdomadaire 2009 à 2010

Les données de consommation moyen
hebdomadaire 2011

Figure 3.4. Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2011
(données : ADE BISKRA)

Le graphique 3.4. présente l'évolution de la demande hebdomadaire de l'eau. On observe que la consommation baisse au début des observations (S92009), de l'observation (S162009), une croissance moyenne jusqu'à l'observation (S222010) et une forte croissance suivie d'une forte décroissance (S262010).

Cette diminution est telle que le volume d'eau potable consommé en 2010 .

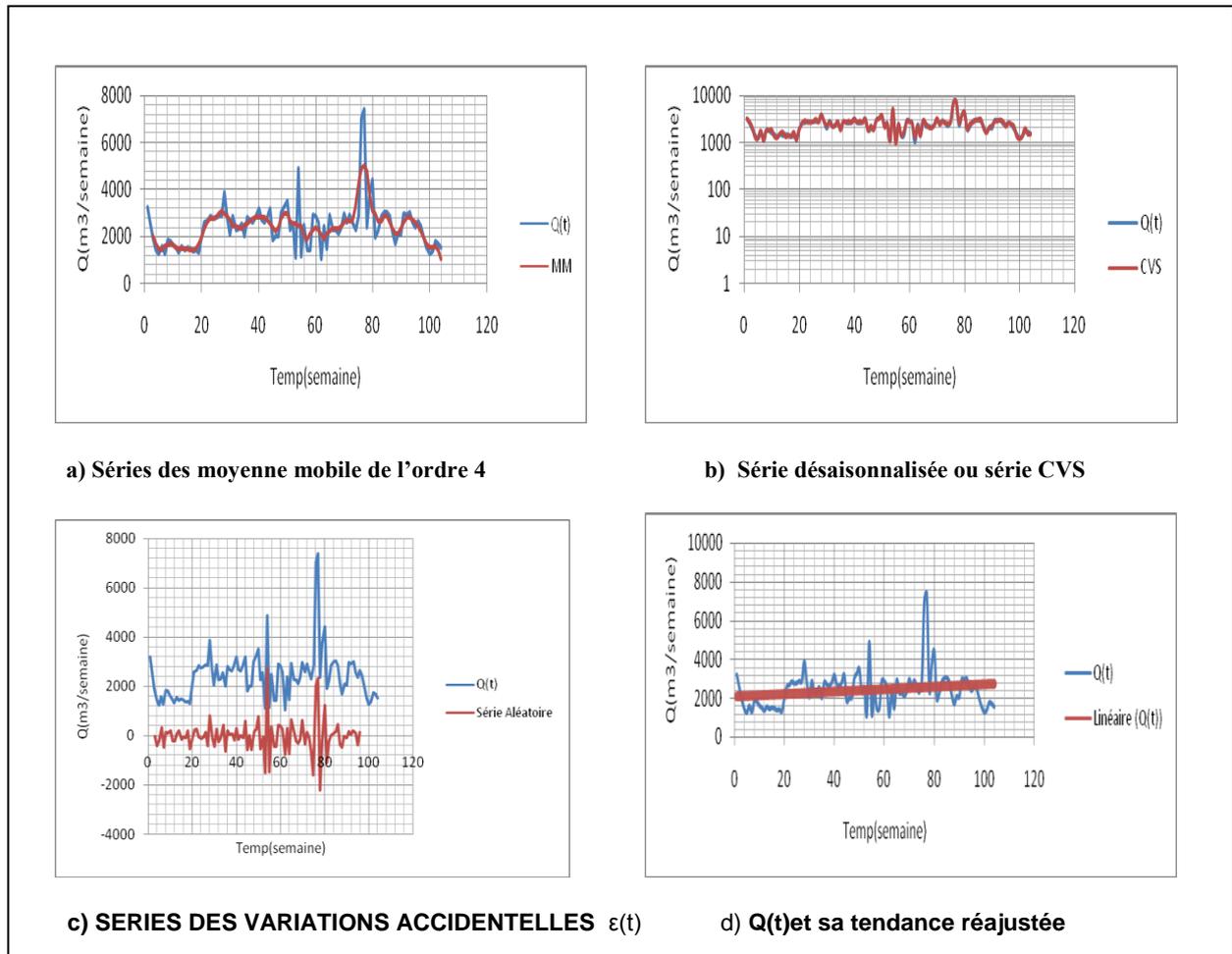


Figure 3.5. : Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010 (données : ADE BISKRA)

La figure 3.5. présente les cycles extraits des trois années soumise à l'analyse des séries chronologiques des données de production de la ville de Biskra. D'après ce graphique, on constate une similitude entre chacun des cycles et on peut visualiser distinctement la présence de la composante déterministe, une tendance représente l'évolution à long terme de la grandeur étudiée. Nous constatons que la demande de l'eau potable enregistre une tendance à la hausse. En observant que la demande de l'eau augmente chaque été entre les mois de juillet et aout, et le volume d'eau mis en distribution



Figure 3.6. Champ captant Injection directe

(Les Forages de centre ville)

Tableau 3.5 Les Volumes produits du forage Hakim saadane (/2009-2010)

a= -31,5405245

b= 13862,1641

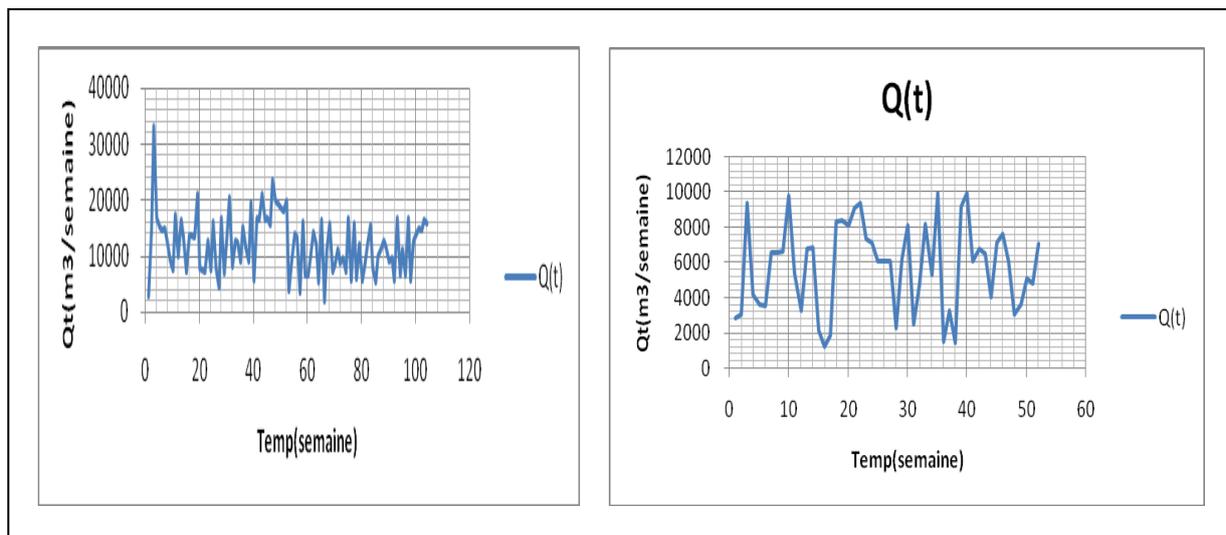
Le temp(Semaine)	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	Le temp(Semaine)	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	Le temp(Semaine)	DATE	VP=Qt (m3/semaine)
1	S12009	2825	36	S362009	15305	71	S192010	11267
2	S12010	2826	37	S372009	11367	72	S202010	8683
3	S12011	2827	38	S382009	8994	73	S212010	9571
4	S12012	2828	39	S392009	19736	74	S222010	7198
5	S5 2009	15406	40	S402009	5566	75	S232010	16752
6	S62009	14693	41	S412009	16715	76	S242010	5697
7	S72009	14976	42	S422009	16640	77	S252010	16008
8	S82009	12862	43	S432009	21182	78	S262010	5884
9	S92009	9199	44	S442009	16585	79	S272010	12278
10	S102009	7416	45	S452009	16688	80	S282010	5732
11	S112009	17318	46	S462009	15574	81	S292010	7953
12	S122009	10000	47	S472009	23756	82	S302010	12219
13	S132009	16640	48	S482009	19965	83	S312010	15501
14	S142009	13512	49	S492009	19235	84	S322010	7721
15	S152009	7082	50	S502009	18548	85	S332010	5224
16	S162009	13574	51	S512009	17988	86	S342010	9817
17	S172009	13620	52	S522009	20000	87	S352010	11344
18	S182009	13342	53	S12010	3669	88	S362010	12900
19	S192009	21128	54	S22010	9311	89	S372010	11367
20	S202009	7872	55	S32010	14057	90	S382010	8994
21	S212009	7571	56	S42010	13413	91	S392010	9736
22	S222009	7198	57	S52010	3331	92	S402010	5566
23	S232009	12696	58	S62010	16356	93	S412010	16715
24	S242009	7599	59	S72010	6445	94	S422010	6640
25	S252009	16287	60	S82010	6638	95	S432010	11182
26	S262009	7656	61	S92010	9632	96	S442010	6585
27	S272009	4418	62	S102010	14433	97	S452010	16688
28	S282009	16919	63	S112010	12239	98	S462010	5574
29	S292009	6947	64	S122010	5193	99	S472010	12756
30	S302009	14285	65	S122010	5193	100	S482010	13589
31	S312009	20525	66	S132010	16660	101	S492010	15000
32	S322009	8209	67	S142010	1848	102	S502010	14587
33	S332009	12875	68	S152010	10983	103	S512010	16587
34	S342009	12370	68	S162010	15873	104	S522010	15870
35	S352009	8939	69	S172010	7067			

Secteur centre (Données 2011)

Tableau 3.6 Les Volumes produits du forage Hakim saadane (104 semaines)

Le temps(Semaine)	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	Le temps(Semaine)	DATE	VP=Qt (m3/semaine)
1	S12011	2847	27	S272011	6069
2	S22011	3085	28	S282011	4303
3	S32011	4409	29	S292011	6218
4	S42011	4212	30	S302011	8123
5	S5 2011	3635	31	S312011	5476
6	S62011	3540	32	S322011	4768
7	S72011	6575	33	S332011	8222
8	S82011	6560	34	S342011	5329
9	S92011	6655	35	S352011	9968
10	S102011	9857	36	S362011	5549
11	S112011	5410	37	S372011	3291
12	S122011	3291	38	S382011	4438
13	S132011	6769	39	S392011	9176
14	S142011	6840	40	S402011	9956
15	S152011	3182	41	S412011	6112
16	S162011	4234	42	S422011	6776
17	S172011	5865	43	S432011	6482
18	S182011	8342	44	S442011	4079
19	S192011	8410	45	S452011	7117
20	S202011	8120	46	S462011	7668
21	S212011	9119	47	S472011	6106
22	S222011	9435	48	S482011	3038
23	S232011	7363	49	S492011	3631
24	S242011	7117	50	S502011	5113
25	S252011	6123	51	S512011	4840
26	S262011	6100	52	S522011	7108

Forage Hakim Saadane



Les données de consommation moyen hebdomadaire 2009 à 2010

Les données de consommation moyen hebdomadaire 2011

Figure 3.7. Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2011
(Données : ADE BISKRA)

Le graphique 3.7 illustre également les variations temporelles du volume produit d'eau potable de la ville de Biskra. Une première analyse de ce graphique montre une forte volatilité de la demande hebdomadaire et un faible débit suivi une croissance moyen donc cette série présente des phases cyclique avec des lente variations et des variations saisonnières. Nous ne constatons que la tendance à la baisse est clairement identifiée sur le graphique ci-dessous, cette décroissance identifiée que le volume produit diminuée.

Tableau 3.7 Les types d'évolutions des séries chronologiques des données de production du Forage Hakim Saadane (2009-2010)

Forage Hakim saadane

Le temp(Semaine)	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	M4(t)	st	cvs	et	y'=at+b
1	S12009	2825		- 50,75			13 830,62
2	S22009	14767		- 1 120,61			13 799,08
3	S32009	33362	18532	2 585,49	30 937,62	12405,75	13 767,54
4	S42009	16883	20095	- 769,71	17 813,81	-2281,44	13 736,00
5	S5 2009	15406	17788	- 50,75	15 617,85	-2169,90	13 704,46
6	S62009	14693	14987	- 1 120,61	15 974,72	987,84	13 672,92
7	S72009	14976	13708	2 585,49	12 551,62	-1156,75	13 641,38
8	S82009	12862	12023	- 769,71	13 792,81	1769,94	13 609,84
9	S92009	9199	11406	- 50,75	9 410,85	-1995,15	13 578,30
10	S102009	7416	11341	- 1 120,61	8 697,72	-2643,28	13 546,76
11	S112009	17318	11913	2 585,49	14 893,62	2980,25	13 515,22
12	S122009	10000	13606	- 769,71	10 930,81	-2674,69	13 483,68
13	S132009	16640	13088	- 50,75	16 851,85	3763,85	13 452,14
14	S142009	13512	12255	- 1 120,61	14 793,72	2538,47	13 420,60
15	S152009	7082	12325	2 585,49	4 657,62	-7666,88	13 389,06
16	S162009	13574	11926	- 769,71	14 504,81	2579,06	13 357,52
17	S172009	13620	13660	- 50,75	13 831,85	171,60	13 325,98
18	S182009	13342	14703	- 1 120,61	14 623,72	-79,53	13 294,43
19	S192009	21128	13234	2 585,49	18 703,62	5469,25	13 262,89
20	S202009	7872	11710	- 769,71	8 802,81	-2907,44	13 231,35
21	S212009	7571	9888	- 50,75	7 782,85	-2105,40	13 199,81
22	S222009	7198	8800	- 1 120,61	8 479,72	-320,41	13 168,27
23	S232009	12696	9856	2 585,49	10 271,62	416,12	13 136,73
24	S242009	7599	11002	- 769,71	8 529,81	-2472,44	13 105,19
25	S252009	16287	10025	- 50,75	16 498,85	6474,10	13 073,65
26	S262009	7656	10155	- 1 120,61	8 937,72	-1217,28	13 042,11
27	S272009	4418	10153	2 585,49	1 993,62	-8158,88	13 010,57
28	S282009	16919	9814	- 769,71	17 849,81	8036,19	12 979,03
29	S292009	6947	12656	- 50,75	7 158,85	-5496,77	12 947,49
30	S302009	14285	13580	- 1 120,61	15 566,72	1986,47	12 915,95
31	S312009	20525	13233	2 585,49	18 100,62	4868,12	12 884,41
32	S322009	8209	13734	- 769,71	9 139,81	-4594,31	12 852,87
33	S332009	12875	12047	- 50,75	13 086,85	1040,35	12 821,33
34	S342009	12370	11485	- 1 120,61	13 651,72	2166,47	12 789,79

35	S352009	8939	12184	2 585,49	6 514,62	-5669,13	12 758,25
36	S362009	15305	11573	- 769,71	16 235,81	4662,56	12 726,71
37	S372009	11367	12501	- 50,75	11 578,85	-922,02	12 695,16
38	S382009	8994	12633	- 1 120,61	10 275,72	-2357,41	12 663,62
39	S392009	19736	12084	2 585,49	17 311,62	5227,37	12 632,08
40	S402009	5566	13709	- 769,71	6 496,81	-7211,69	12 600,54
41	S412009	16715	14845	- 50,75	16 926,85	2081,85	12 569,00
42	S422009	16640	16403	- 1 120,61	17 921,72	1518,59	12 537,46
43	S432009	21182	17777	2 585,49	18 757,62	980,50	12 505,92
44	S442009	16585	17641	- 769,71	17 515,81	-124,69	12 474,38
45	S452009	16688	17829	- 50,75	16 899,85	-929,15	12 442,84
46	S462009	15574	18573	- 1 120,61	16 855,72	-1717,53	12 411,30
47	S472009	23756	19314	2 585,49	21 331,62	2017,50	12 379,76
48	S482009	19965	20004	- 769,71	20 895,81	891,56	12 348,22
49	S492009	19235	19655	- 50,75	19 446,85	-208,15	12 316,68
50	S502009	18548	18938	- 1 120,61	19 829,72	891,34	12 285,14
51	S512009	17988	16997	2 585,49	15 563,62	-1433,38	12 253,60
52	S522009	20000	13897	- 769,71	20 930,81	7034,19	12 222,06
53	S12010	3669	12251	- 50,75	3 880,85	-8369,77	12 190,52
54	S22010	9311	10936	- 1 120,61	10 592,72	-343,16	12 158,98
55	S32010	14057	10070	2 585,49	11 632,62	1562,37	12 127,44
56	S42010	13413	10909	- 769,71	14 343,81	3435,19	12 095,89
57	S52010	3331	10838	- 50,75	3 542,85	-7294,90	12 064,35
58	S62010	16356	9039	- 1 120,61	17 637,72	8598,34	12 032,81
59	S72010	6445	8980	2 585,49	4 020,62	-4959,50	12 001,27
60	S82010	6638	9527	- 769,71	7 568,81	-1958,56	11 969,73
61	S92010	9632	10011	- 50,75	9 843,85	-167,40	11 938,19
62	S102010	14433	10555	- 1 120,61	15 714,72	5159,84	11 906,65
63	S112010	12239	11253	2 585,49	9 814,62	-1438,13	11 875,11
64	S122010	5193	10558	- 769,71	6 123,81	-4434,31	11 843,57
65	S132010	16660	8828	- 50,75	16 871,85	8043,85	11 812,03
66	S142010	1848	10006	- 1 120,61	3 129,72	-6876,28	11 780,49
67	S152010	10983	10142	2 585,49	8 558,62	-1583,25	11 748,95
68	S162010	15873	9750	- 769,71	16 803,81	7053,81	11 717,41
69	S172010	7067	10593	- 50,75	7 278,85	-3313,90	11 685,87
70	S182010	8306	9730	- 1 120,61	9 587,72	-141,78	11 654,33
71	S192010	11267	9144	2 585,49	8 842,62	-301,13	11 622,79
72	S202010	8683	9318	- 769,71	9 613,81	295,56	11 591,25
73	S212010	9571	9865	- 50,75	9 782,85	-82,52	11 559,71
74	S222010	7198	10178	- 1 120,61	8 479,72	-1698,03	11 528,17
75	S232010	16752	10609	2 585,49	14 327,62	3718,50	11 496,62

76	S242010	5697	11250	-	769,71	6 627,81	-4621,69	11 465,08
77	S252010	16008	10526	-	50,75	16 219,85	5693,85	11 433,54
78	S262010	5884	9971	-	1 120,61	7 165,72	-2805,41	11 402,00
79	S272010	12278	8969		2 585,49	9 853,62	885,00	11 370,46
80	S282010	5732	8754	-	769,71	6 662,81	-2090,81	11 338,92
81	S292010	7953	9948	-	50,75	8 164,85	-1783,52	11 307,38
82	S302010	12219	10600	-	1 120,61	13 500,72	2900,84	11 275,84
83	S312010	15501	10507		2 585,49	13 076,62	2569,25	11 244,30
84	S322010	7721	9866	-	769,71	8 651,81	-1214,19	11 212,76
85	S332010	5224	9046	-	50,75	5 435,85	-3610,27	11 181,22
86	S342010	9817	9174	-	1 120,61	11 098,72	1924,84	11 149,68
87	S352010	11344	10589		2 585,49	8 919,62	-1669,50	11 118,14
88	S362010	12900	11254	-	769,71	13 830,81	2576,69	11 086,60
89	S372010	11367	10950	-	50,75	11 578,85	628,60	11 055,06
90	S382010	8994	9833	-	1 120,61	10 275,72	443,22	11 023,52
91	S392010	9736	9584		2 585,49	7 311,62	-2272,63	10 991,98
92	S402010	5566	9959	-	769,71	6 496,81	-3461,69	10 960,44
93	S412010	16715	9845	-	50,75	16 926,85	7081,85	10 928,90
94	S422010	6640	10153	-	1 120,61	7 921,72	-2231,41	10 897,35
95	S432010	11182	10277		2 585,49	8 757,62	-1519,50	10 865,81
96	S442010	6585	10141	-	769,71	7 515,81	-2624,69	10 834,27
97	S452010	16688	10204	-	50,75	16 899,85	6695,85	10 802,73
98	S462010	5574	11276	-	1 120,61	6 855,72	-4420,53	10 771,19
99	S472010	12756	11941		2 585,49	10 331,62	-1609,13	10 739,65
100	S482010	13589	12856	-	769,71	14 519,81	1663,44	10 708,11
101	S492010	15000	14462	-	50,75	15 211,85	749,98	10 676,57
102	S502010	14587	15226	-	1 120,61	15 211,85	749,98	10 645,03
103	S512010	16587	13636		2585,485577	15 211,85	749,98	10 613,49
104	S522010	15870	9938		-769,7067308	15 211,85	749,98	10 581,95

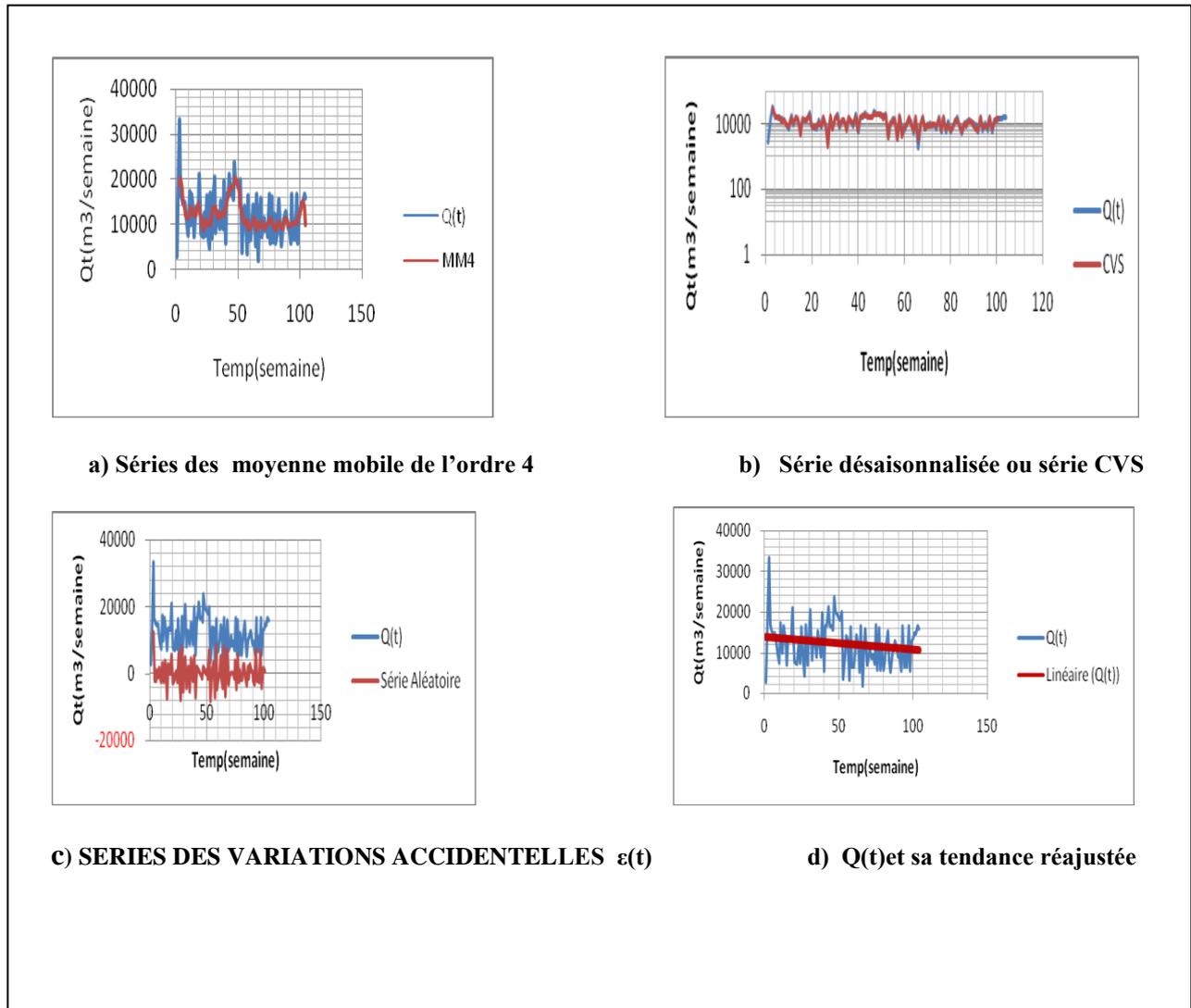
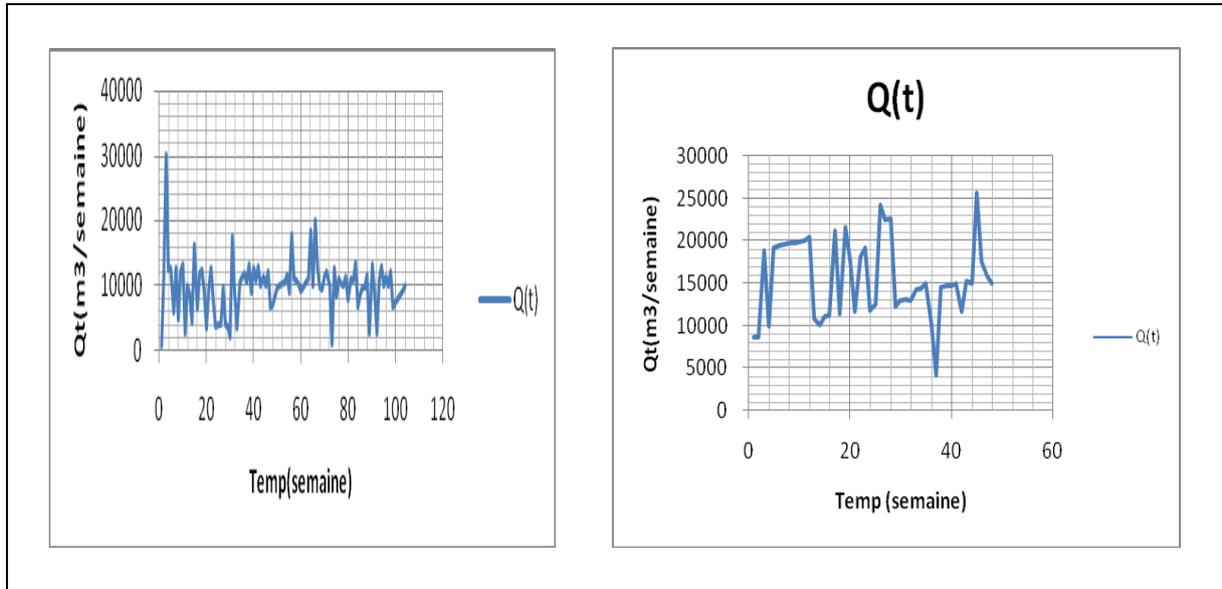


Figure 3.8. Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010 (données : ADE BISKRA)

Une première analyse de ce graphique montre une forte volatilité de la demande d'eau annuelle, et la tendance de la consommation à la baisse et le graphe du moyen mobile soumise à des variations saisonnières, le volume d'eau potable évolue selon un cycle périodique.

La consommation annuelle d'eau potable globalement plus élevée durant les mois d'été et plus faible durant les mois d'hiver.

Forage Ras-El-Gueria N°2



Les données de consommation moyen hebdomadaire 2009 à 2010

Les données de consommation moyen hebdomadaire 2011

Figure 3.9. Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009à2010 (données : ADE BISKRA)

On distingue un cycle périodique pour l'évolution de la demande hebdomadaire de l'eau pour les années 2009-2010.

Le graphique ci-dessus nous indique La hausse consommation d'eau potable de S32009 suivie des évolutions cycliques de la consommation d'eau potable.Cette tendance peutêtre stabilité,et la série est alors dite stationnaire,les pics croissants et décroissants de la courbe ces derniers ont dus aux variations saisonnières.

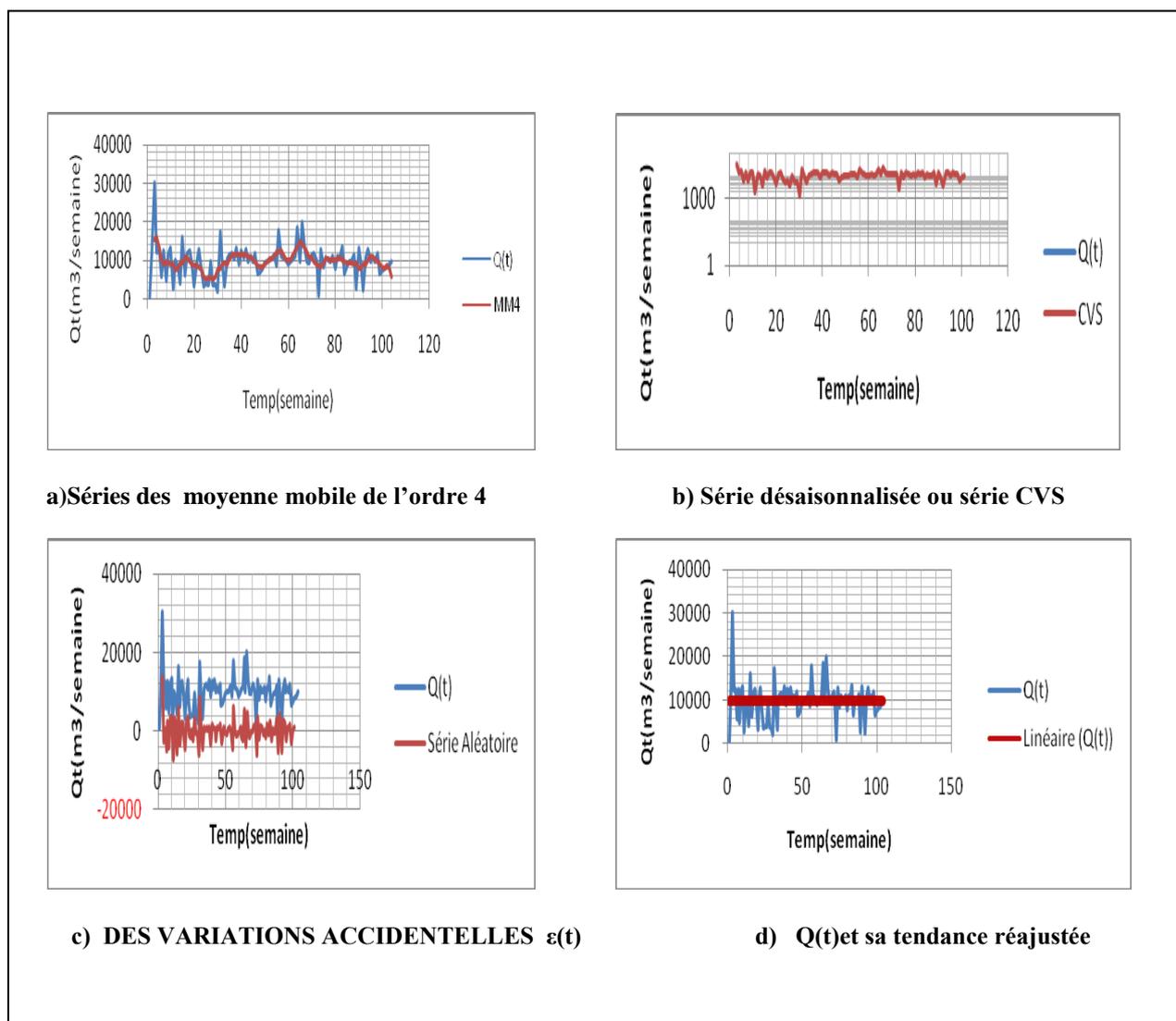


Figure 03.10. Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010 (données : ADE BISKRA)

Le graphique 03.10.ci-dessus nous permet de détailler les méthodes des séries temporelles et les causes de l'évolution du volume d'eau potable produit. Ces évolutions correspondent à l'évolution combinée du volume d'eau produit et la variation du temps



Figure 3.11. Champ Captant Oued Z'mor

Secteur ouest (Données 2009-2010)

Tableau 3.8 Les Volumes produits du forage ZF1 (2009-2010)

$$a = 6,42284745$$

$$b = 12491,8863$$

forage ZF1								
Le temp (Semaine)	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	Le temp (Semaine)	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	Le temp (Semaine)	DATE	VP=Qt (m3/semaine)
1	S12009	13329	36	S362009	13565	71	S192010	10071
2	S22009	11825	37	S372009	14041	72	S202010	12039
3	S32009	10702	38	S382009	12847	73	S212010	12778
4	S42009	17709	39	S392009	13547	74	S222010	11227
5	S5 2009	11038	40	S402009	13801	75	S232010	12782
6	S62009	11039	41	S412009	14164	76	S242010	13199
7	S72009	11104	42	S422009	14200	77	S252010	11809
8	S82009	11072	43	S432009	14639	78	S262010	12975
9	S92009	11657	44	S442009	14672	79	S272010	13272
10	S102009	12796	45	S452009	12970	80	S282010	13368
11	S112009	10000	46	S462009	11684	81	S292010	13410
12	S122009	13819	47	S472009	12336	82	S302010	13710
13	S132009	11615	48	S482009	12100	83	S312010	14040
14	S142009	11022	49	S492009	12231	84	S322010	13516
15	S152009	14993	50	S502009	12456	85	S332010	12763
16	S162009	11300	51	S512009	13000	86	S342010	12865
17	S172009	13447	52	S522009	12780	87	S352010	13191
18	S182009	12523	53	S12010	13386	88	S362010	13433
19	S192009	10000	54	S22010	12322	89	S372010	13812
20	S202009	12400	55	S32010	13047	90	S382010	13082
21	S212009	13000	56	S42010	18143	91	S392010	13181
22	S222009	11054	57	S52010	12929	92	S402010	13826
23	S232009	12868	58	S62010	12415	93	S412010	14089
24	S242009	13085	59	S72010	12026	94	S422010	14459
25	S252009	12003	60	S82010	11551	95	S432010	14273
26	S262009	12644	61	S92010	12867	96	S442010	14962
27	S272009	13054	62	S102010	12853	97	S452010	12679
28	S282009	13121	63	S112010	10970	98	S462010	11867
29	S292009	13064	64	S122010	13983	99	S472010	12220
30	S302009	13096	65	S132010	11558	100	S482010	12089
31	S312009	13844	66	S142010	11542	101	S492010	12222
32	S322009	13097	67	S152010	14051	102	S502010	12456
33	S332009	12943	68	S162010	11368	103	S512010	12500
34	S342009	13084	69	S172010	13519	104	S522010	12000
35	S352009	13838	70	S182010	13312			

Secteur ouest (Données 2011)

Tableau 3.9 Les Volumes produits du forage ZF1 (2011)

forage ZF1					
Le temps(Semaine)	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	Le temps(Semaine)	DATE	VP=Qt (m3/semaine)
1	S12011	13226	27	S272011	11543
2	S22011	14471	28	S282011	13098
3	S32011	15600	29	S292011	12966
4	S42011	14663	30	S302011	12077
5	S5 2011	13512	31	S312011	13145
6	S62011	15350	32	S322011	13343
7	S72011	17988	33	S332011	13672
8	S82011	12811	34	S342011	13780
9	S92011	12635	35	S352011	13911
10	S102011	13588	36	S362011	14044
11	S112011	12809	37	S372011	13822
12	S122011	13496	38	S382011	12833
13	S132011	13082	39	S392011	13109
14	S142011	11140	40	S402011	13330
15	S152011	14629	41	S412011	13523
16	S162011	11919	42	S422011	14024
17	S172011	11748	43	S432011	12999
18	S182011	16940	44	S442011	13232
19	S192011	11988	45	S452011	13640
20	S202011	14608	46	S462011	14111
21	S212011	13734	47	S472011	14609
22	S222011	10922	48	S482011	14377
23	S232011	13367	49	S492011	15000
24	S242011	13088	50	S502011	12847
25	S252011	11416	51	S512011	12035
26	S262011	13201	52	S522011	12174

FORAGE ZF1

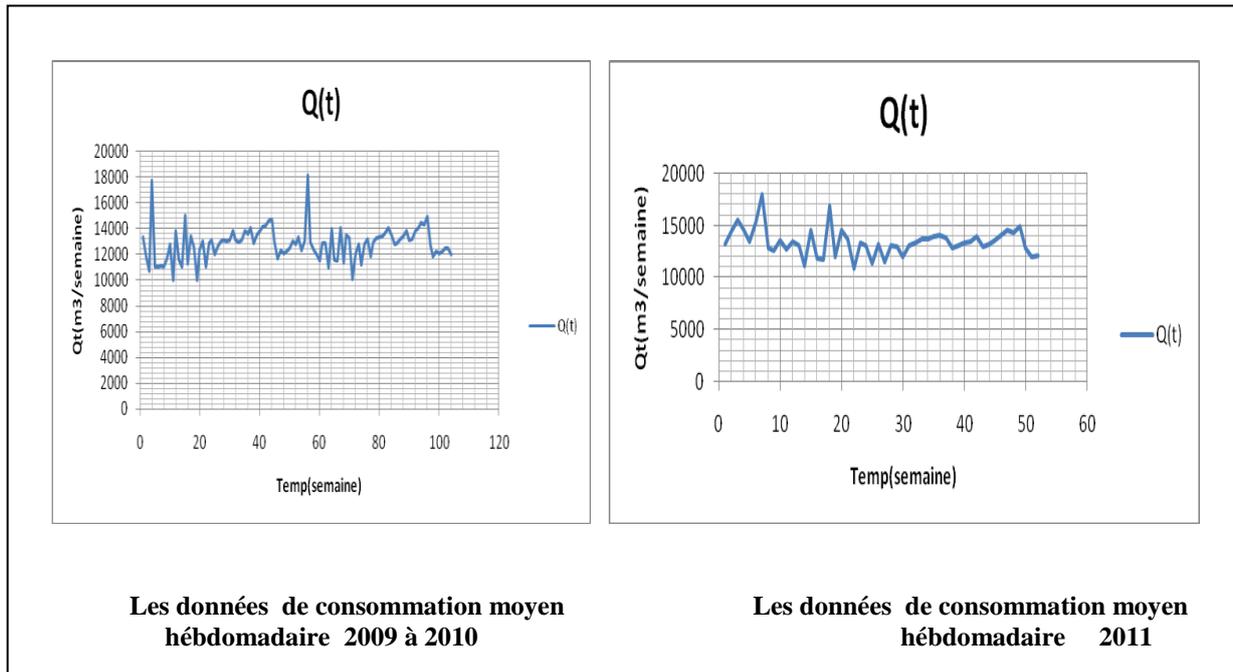


Figure 3.12. Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010
(données : ADE BISKRA)

En observant la consommation de l'eau du début de l'année 2009 à 2011 on constate, il y a un recule dans la demande de l'eau. Cette situation peut s'expliquer par plusieurs raisons : est peut être, l'arrêt de la pompe, défectuosité du compteur....

Cette série présente des phases cycliques avec des lentes variations suivies de très fortes variations. La courbes de tendance montre que la consommation tend à augmenter avec le temps. Dans le graphique ci-dessus illustre une chronique de tendance linéaire, ayant une variabilité saisonnière de période 4.

Tableau 3.10 Les types d'évolutions des séries chronologiques des données de production du forage ZFI (2009-2010)

forage ZF1							
Le temp (Semaine)	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	M4(t)	st	cvs	et	y'=at+b
1	S12009	13329		12 360,29	- 12 360,29		12 491,89
2	S22009	11825		12 341,49	- 12 341,49		12 491,89
3	S32009	10702	13 104,88	12 765,00	- 12 765,00	- 12 768,00	12 491,89
4	S42009	17709	12 720,25	12 644,07	- 12 644,07	- 12 648,07	12 491,89
5	S5 2009	11038	12 672,25	12 360,29	- 12 360,29	- 12 365,29	12 491,89
6	S62009	11039	11 892,88	12 341,49	- 12 341,49	- 12 347,49	12 491,89
7	S72009	11104	11 140,63	90,04	90,04	83,04	12 491,89
8	S82009	11072	11 437,63	663,54	663,54	- 671,54	12 491,89
9	S92009	11657	11 519,25	52,83	52,83	43,83	12 491,89
10	S102009	12796	11 724,63	- 282,64	282,64	272,64	12 491,89
11	S112009	10000	12 062,75	90,04	90,04	79,04	12 491,89
12	S122009	13819	11 835,75	663,54	663,54	- 675,54	12 491,89
13	S132009	11615	12 238,13	52,83	52,83	39,83	12 491,89
14	S142009	11022	12 547,38	- 282,64	282,64	268,64	12 491,89
15	S152009	14993	12 461,50	90,04	90,04	75,04	12 491,89
16	S162009	11300	12 878,13	663,54	663,54	- 679,54	12 491,89
17	S172009	13447	12 441,63	52,83	52,83	35,83	12 491,89
18	S182009	12523	11 955,00	- 282,64	282,64	264,64	12 491,89
19	S192009	10000	12 036,63	90,04	90,04	71,04	12 491,89
20	S202009	12400	11 797,13	663,54	663,54	- 683,54	12 491,89
21	S212009	13000	11 972,00	52,83	52,83	31,83	12 491,89
22	S222009	11054	12 416,13	- 282,64	282,64	260,64	12 491,89
23	S232009	12868	12 377,13	90,04	90,04	67,04	12 491,89
24	S242009	13085	12 451,25	663,54	663,54	- 687,54	12 491,89
25	S252009	12003	12 673,25	52,83	52,83	27,83	12 491,89
26	S262009	12644	12 701,00	- 282,64	282,64	256,64	12 491,89
27	S272009	13054	12 838,13	90,04	90,04	63,04	12 491,89
28	S282009	13121	13 027,25	663,54	663,54	- 691,54	12 491,89
29	S292009	13064	13 182,50	52,83	52,83	23,83	12 491,89
30	S302009	13096	13 278,25	- 282,64	282,64	252,64	12 491,89
31	S312009	13844	13 260,13	90,04	90,04	59,04	12 491,89
32	S322009	13097	13 243,50	663,54	- 663,54	- 695,54	12 491,89

33	S332009	12943	13 241,25	-	52,83	52,83	19,83	12 491,89
34	S342009	13084	13 299,00	-	282,64	282,64	248,64	12 491,89
35	S352009	13838	13 494,75	-	90,04	90,04	55,04	12 491,89
36	S362009	13565	13 602,38	-	663,54	663,54	699,54	12 491,89
37	S372009	14041	13 536,38	-	52,83	52,83	15,83	12 491,89
38	S382009	12847	13 529,50	-	282,64	282,64	244,64	12 491,89
39	S392009	13547	13 574,38	-	90,04	90,04	51,04	12 491,89
40	S402009	13801	13 758,88	-	663,54	663,54	703,54	12 491,89
41	S412009	14164	14 064,50	-	52,83	52,83	11,83	12 491,89
42	S422009	14200	14 309,88	-	282,64	282,64	240,64	12 491,89
43	S432009	14639	14 269,50	-	90,04	90,04	47,04	12 491,89
44	S442009	14672	13 805,75	-	663,54	663,54	707,54	12 491,89
45	S452009	12970	13 203,38	-	52,83	52,83	7,83	12 491,89
46	S462009	11684	12 594,00	-	282,64	282,64	236,64	12 491,89
47	S472009	12336	12 180,13	-	90,04	90,04	43,04	12 491,89
48	S482009	12100	12 184,25	-	663,54	663,54	711,54	12 491,89
49	S492009	12231	12 363,75	-	52,83	52,83	3,83	12 491,89
50	S502009	12456	12 531,75	-	282,64	282,64	232,64	12 491,89
51	S512009	13000	12 761,13	-	90,04	90,04	39,04	12 491,89
52	S522009	12780	12 888,75	-	663,54	663,54	715,54	12 491,89
53	S12010	13386	12 877,88	-	52,83	52,83	0,17	12 491,89
54	S22010	12322	13 554,13	-	282,64	282,64	228,64	12 491,89
55	S32010	13047	14 167,38	-	90,04	90,04	35,04	12 491,89
56	S42010	18143	14 121,88	-	663,54	663,54	719,54	12 491,89
57	S52010	12929	14 005,88	-	52,83	52,83	4,17	12 491,89
58	S62010	12415	13 054,25	-	282,64	282,64	224,64	12 491,89
59	S72010	12026	12 222,50	-	90,04	90,04	31,04	12 491,89
60	S82010	11551	12 269,50	-	663,54	663,54	723,54	12 491,89
61	S92010	12867	12 192,25	-	52,83	52,83	8,17	12 491,89
62	S102010	12853	12 364,25	-	282,64	282,64	220,64	12 491,89
63	S112010	10970	12 504,63	-	90,04	90,04	27,04	12 491,89
64	S122010	13983	12 177,13	-	663,54	663,54	727,54	12 491,89
65	S132010	11558	12 398,38	-	52,83	52,83	12,17	12 491,89
66	S142010	11542	12 456,63	-	282,64	282,64	216,64	12 491,89
67	S152010	14051	12 374,88	-	90,04	90,04	23,04	12 491,89
68	S162010	11368	12 841,25	-	663,54	663,54	731,54	12 491,89
69	S172010	13519	12 565,00	-	52,83	52,83	16,17	12 491,89
70	S182010	13312	12 151,38	-	282,64	282,64	212,64	12 491,89
71	S192010	10071	12 142,63	-	90,04	90,04	19,04	12 491,89

					-	663,54	-	735,54	12 491,89
						52,83	-	20,17	12 491,89
71	S192010	10071	12 142,63	90,04	-	282,64	-	208,64	12 491,89
72	S202010	12039	11 789,38	663,54	90,04	-	-	15,04	12 491,89
73	S212010	12778	11 867,63	52,83	-	663,54	-	739,54	12 491,89
77	S252010	11809	12 752,50	52,83	52,83	-	-	24,17	12 491,89
78	S262010	12975	12 834,88	-	282,64	282,64	-	204,64	12 491,89
79	S272010	13272	13 056,13	90,04	90,04	-	-	11,04	12 491,89
80	S282010	13368	13 348,13	663,54	663,54	-	-	743,54	12 491,89
81	S292010	13410	13 536,00	52,83	52,83	-	-	28,17	12 491,89
82	S302010	13710	13 650,50	-	282,64	282,64	-	200,64	12 491,89
83	S312010	14040	13 588,13	90,04	90,04	-	-	7,04	12 491,89
84	S322010	13516	13 401,63	663,54	663,54	-	-	747,54	12 491,89
85	S332010	12763	13 189,88	52,83	52,83	-	-	32,17	12 491,89
86	S342010	12865	13 073,38	-	282,64	282,64	-	196,64	12 491,89
87	S352010	13191	13 194,13	90,04	90,04	-	-	3,04	12 491,89
88	S362010	13433	13 352,38	663,54	663,54	-	-	751,54	12 491,89
89	S372010	13812	13 378,25	52,83	52,83	-	-	36,17	12 491,89
90	S382010	13082	13 426,13	-	282,64	282,64	-	192,64	12 491,89
91	S392010	13181	13 509,88	90,04	90,04	-	-	0,96	12 491,89
92	S402010	13826	13 716,63	663,54	663,54	-	-	755,54	12 491,89
93	S412010	14089	14 025,25	52,83	52,83	-	-	40,17	12 491,89
94	S422010	14459	14 303,75	-	282,64	282,64	-	188,64	12 491,89
95	S432010	14273	14 269,50	90,04	90,04	-	-	4,96	12 491,89
96	S442010	14962	13 769,25	663,54	663,54	-	-	759,54	12 491,89
97	S452010	12679	13 188,63	52,83	52,83	-	-	44,17	12 491,89
98	S462010	11867	12 572,88	-	282,64	282,64	-	184,64	12 491,89
99	S472010	12220	12 156,63	90,04	90,04	-	-	8,96	12 491,89
100	S482010	12089	12 173,13	663,54	663,54	-	-	763,54	12 491,89
101	S492010	12222	12 281,75	52,83	52,83	-	-	48,17	12 491,89
102	S502010	12456	12 305,63	-	282,64	282,64	-	180,64	12 491,89
103	S512010	12500	10 766,75	90,04	90,04	-	-	12,96	12 491,89
104	S522010	12000	7 682,00	663,54	663,54	-	-	767,54	12 491,89

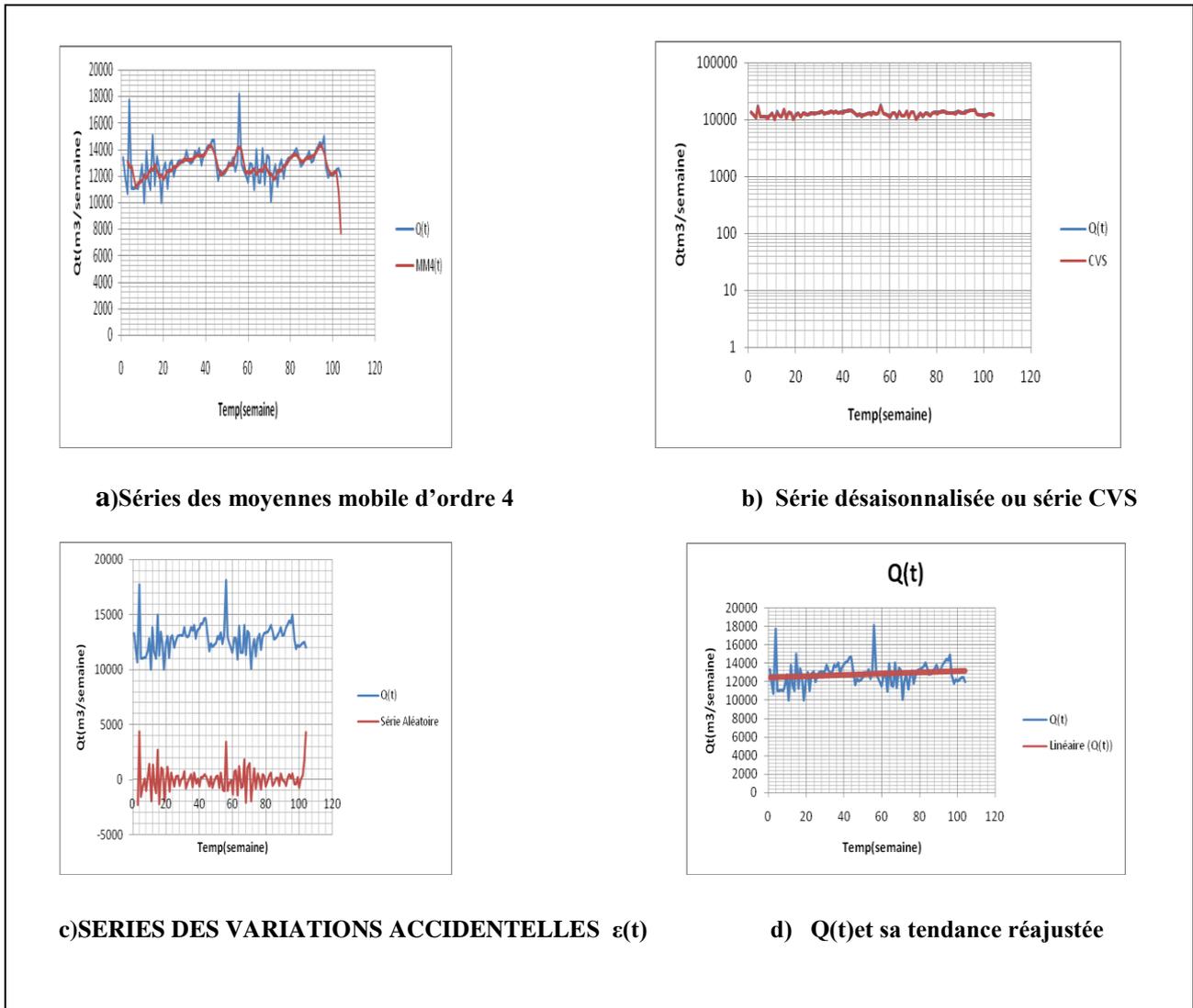


Figure 3.13. Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009-2010 (données : ADE BISKRA)

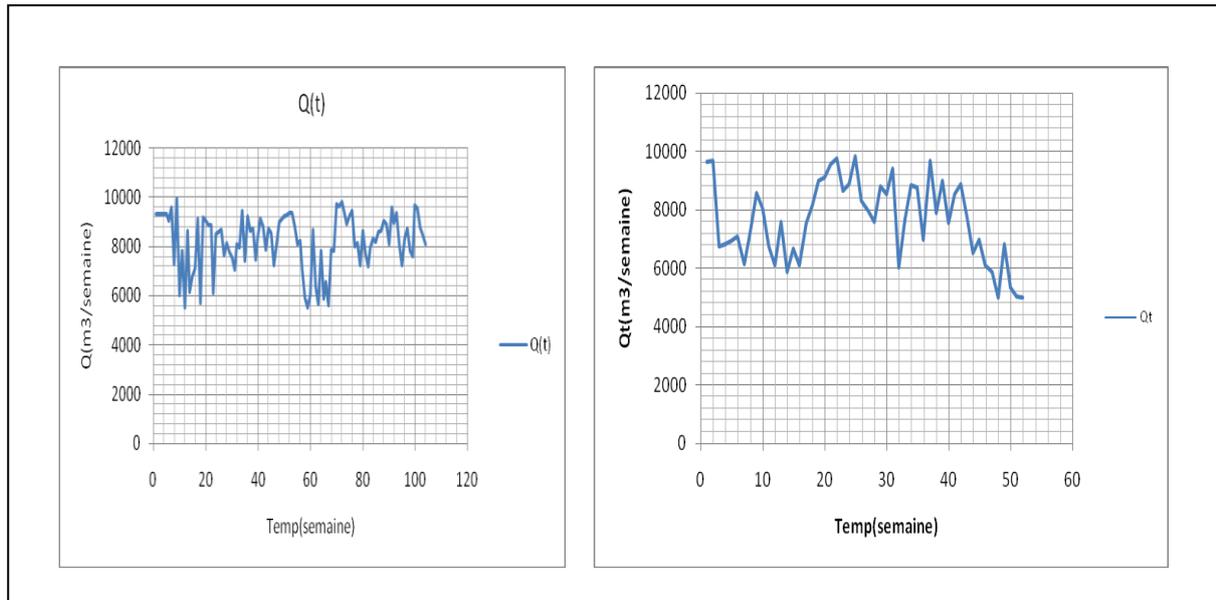
Cette série est soumise à des variations saisonnières de période 4 sur le graphique ci-dessus, la série croît au début et une stabilité pour l'observation (S72009). La tendance caractérisée par la moyenne mobile de longueur 4 est décroissante.

Cette série présente des phases cyclique avec des lente variation suivie de très forte croissance et une stabilité pour l'année 2010.



Figure 3.14. Forage le 1^{er} Novembre

Forage 1er novembre



Les données de consommation moyen
Hébdomadaire 2009 à 2010

Les données de consommation moyen
Hébdomadaire 2011

Figure 3.15. Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010
(données : ADE BISKRA)

Le graphique ci-dessus, nous permet d'observer les causes de l'évolution du volume d'eau potable d'une année à l'autre, cette évolution cyclique. On remarque que la série est soumise à des variations saisonnières de même période. La période est alors le nombre de variation saisonnières, la tendance caractérisée par la moyenne mobile, est diminuée

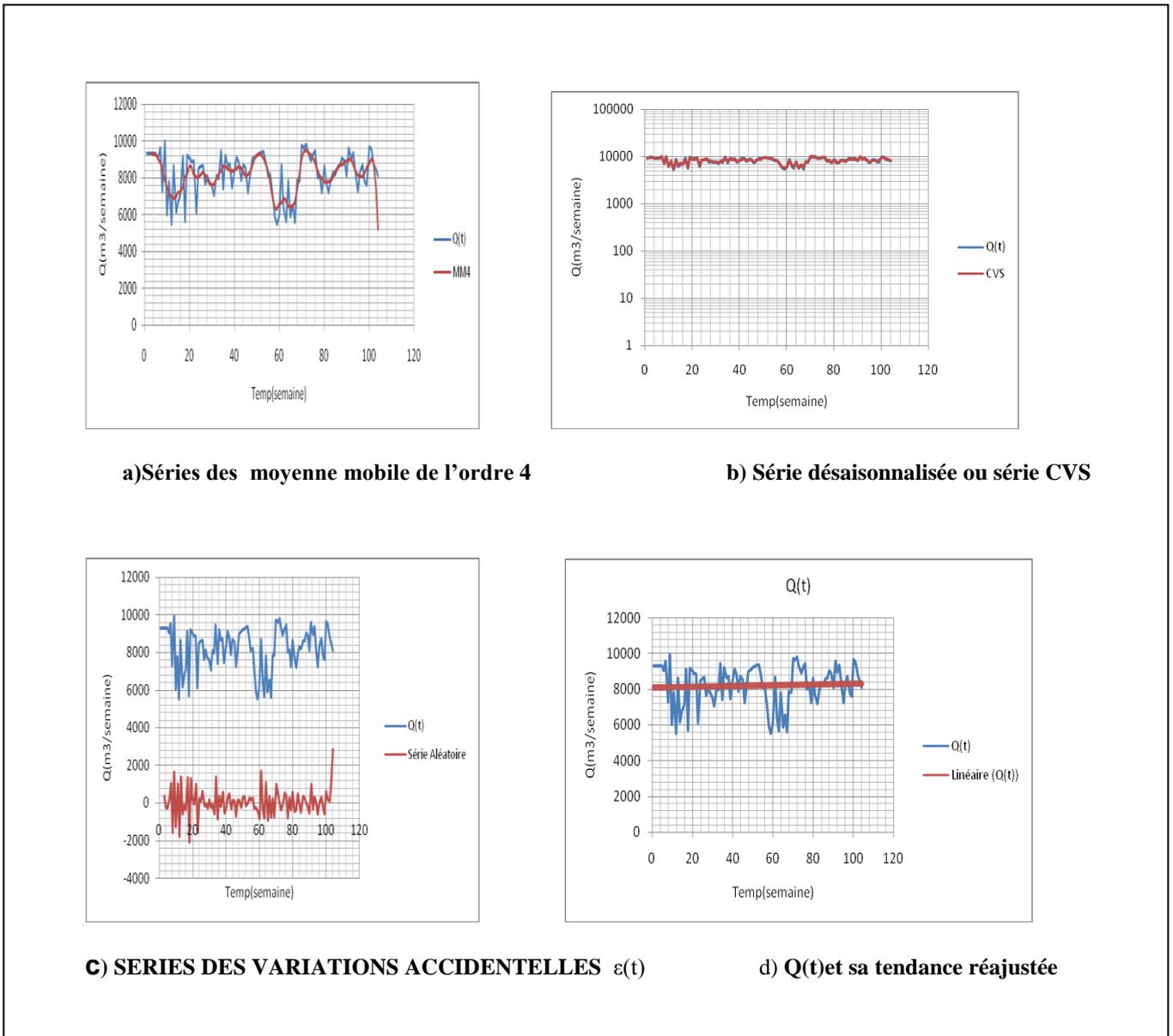


Figure 3.16. : Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2010 (données : ADE BISKRA)

Le graphique ci-dessus permet d'observer les causes de l'évolution du volume d'eau potable d'une année à l'autre. Ces évolutions correspondent à l'évolution des séries chronologiques. Cette évolution cyclique. L'analyse de données temporelles peut aussi se baser sur du lissage. Le lissage par la méthode de moyennes mobiles d'ordre 4 est illustré dans la figure 3.16 (a),

ANALYSE DESCRIPTIVE DE LA CONSOMMATION

Une première analyse des statistiques descriptives fait apparaître une consommation hebdomadaire. Une première analyse de ces graphiques aux dessous montre une forte volatilité de la demande hebdomadaire.

La tendance de la consommation pour la période (à la baisse ou à la hausse). Pour bien apprécier cette évolution hebdomadaire, nous avons représenté la variation hebdomadaire des volumes d'eau potable de l'année 2011. Cette dernière présente les impacts des composantes pour les séries chronologiques de la zone à l'étude. On constate que chaque série possède des composantes déterministe et aléatoire, L'annexe B présente les différentes propriétés pour les principales composantes des séries chronologiques.

Tableau 3.11 Les types d'évolutions des séries chronologiques des données de production du Forage FI (2011)

Forage F1 *							
Le temp (Semaine))	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	M4(t)	st	cvs	et	y'=at+b
1	S12011	1987		- 1,58	2 005,41		1758,03
2	S22011	2082		14,66	2 087,69		1756,75
3	S32011	1854	2 046,00	1 068,75	1 875,72	- 170,28	1755,46
4	S42011	2257	2 049,13	1 066,12	2 246,43	197,30	1754,18
5	S5 2011	1995	2 055,13	994,08	1 997,54	- 57,58	1752,89
6	S62011	2099	2 027,75	993,11	2 085,30	57,55	1751,61
7	S72011	1885	2 001,38	- 20,75	1 906,72	- 94,65	1750,32
8	S82011	2007	2 007,75	11,54	1 996,43	- 11,32	1749,04
9	S92011	2034	2 067,88	- 1,58	2 036,54	- 31,33	1747,75
10	S102011	2111	2 142,25	14,66	2 097,30	- 44,95	1746,47
11	S112011	2354	2 225,75	- 20,75	2 375,72	149,97	1745,18
12	S122011	2133	2 390,25	11,54	2 122,43	- 267,82	1743,90
13	S132011	2576	2 583,38	- 1,58	2 578,54	- 4,83	1742,61
14	S142011	2885	2 856,50	14,66	2 871,30	14,80	1741,33
15	S152011	3125	3 169,00	- 20,75	3 146,72	- 22,28	1740,04
16	S162011	3547	3 297,88	11,54	3 536,43	238,55	1738,76
17	S172011	3662	3 284,63	- 1,58	3 664,54	379,92	1737,47
18	S182011	2830	3 252,75	14,66	2 816,30	- 436,45	1736,19
19	S192011	3074	3 107,75	- 20,75	3 095,72	- 12,03	1734,90
20	S202011	3343	3 118,00	11,54	3 332,43	214,43	1733,62
21	S212011	2706	3 243,00	- 1,58	2 708,54	- 534,46	1732,33
22	S222011	3868	3 242,75	14,66	3 854,30	611,55	1731,05
23	S232011	3036	3 261,63	- 20,75	3 057,72	- 203,90	1729,76
24	S242011	3379	3 056,88	11,54	3 368,43	311,55	1728,48

25	S252011	2821	2 768,25	- 1,58	2 823,54	55,29	1727,19
26	S262011	2115	2 619,63	14,66	2 101,30	- 518,32	1725,91
27	S272011	2480	2 587,00	- 20,75	2 501,72	- 85,28	1724,62
28	S282011	2746	2 808,88	11,54	2 735,43	- 73,45	1723,34
29	S292011	3193	3 139,13	- 1,58	3 195,54	56,42	1722,05
30	S302011	3518	3 223,88	14,66	3 504,30	280,43	1720,77
31	S312011	3719	3 083,75	- 20,75	3 740,72	656,97	1719,48
32	S322011	2185	2 942,75	11,54	2 174,43	- 768,32	1718,20
33	S332011	2633	2 690,25	- 1,58	2 635,54	- 54,71	1716,91
34	S342011	2950	2 551,63	14,66	2 936,30	384,68	1715,63
35	S352011	2267	2 631,75	- 20,75	2 288,72	- 343,03	1714,34
36	S362011	2528	2 581,50	11,54	2 517,43	- 64,07	1713,06
37	S372011	2931	2 405,88	- 1,58	2 933,54	527,67	1711,77
38	S382011	2250	2 236,38	14,66	2 236,30	- 0,07	1710,49
39	S392011	1562	1 945,38	- 20,75	1 583,72	- 361,65	1709,20
40	S402011	1877	1 651,50	11,54	1 866,43	214,93	1707,92
41	S412011	1254	1 608,50	- 1,58	1 256,54	- 351,96	1706,63
42	S422011	1576	1 667,25	14,66	1 562,30	- 104,95	1705,35
43	S432011	1892	1 728,25	- 20,75	1 913,72	185,47	1704,06
44	S442011	2017	1 814,50	11,54	2 006,43	191,93	1702,78
45	S452011	1602	1 900,75	- 1,58	1 604,54	- 296,21	1701,49
46	S462011	1918	1 886,88	14,66	1 904,30	17,43	1700,21
47	S472011	2240	1 848,25	- 20,75	2 261,72	413,47	1698,92
48	S482011	1558	1 802,25	11,54	1 547,43	- 254,82	1697,64
49	S492011	1752	1 660,25	- 1,58	1 754,54	94,29	1696,35
50	S502011	1400	1 575,50	14,66	1 385,34	- 190,16	1695,07
51	S512011	1622	1 349,00	- 20,75	1 642,75	293,75	1693,78
52	S522011	1498	955,00	11,54	1 486,46	531,46	1692,50

Forage F1

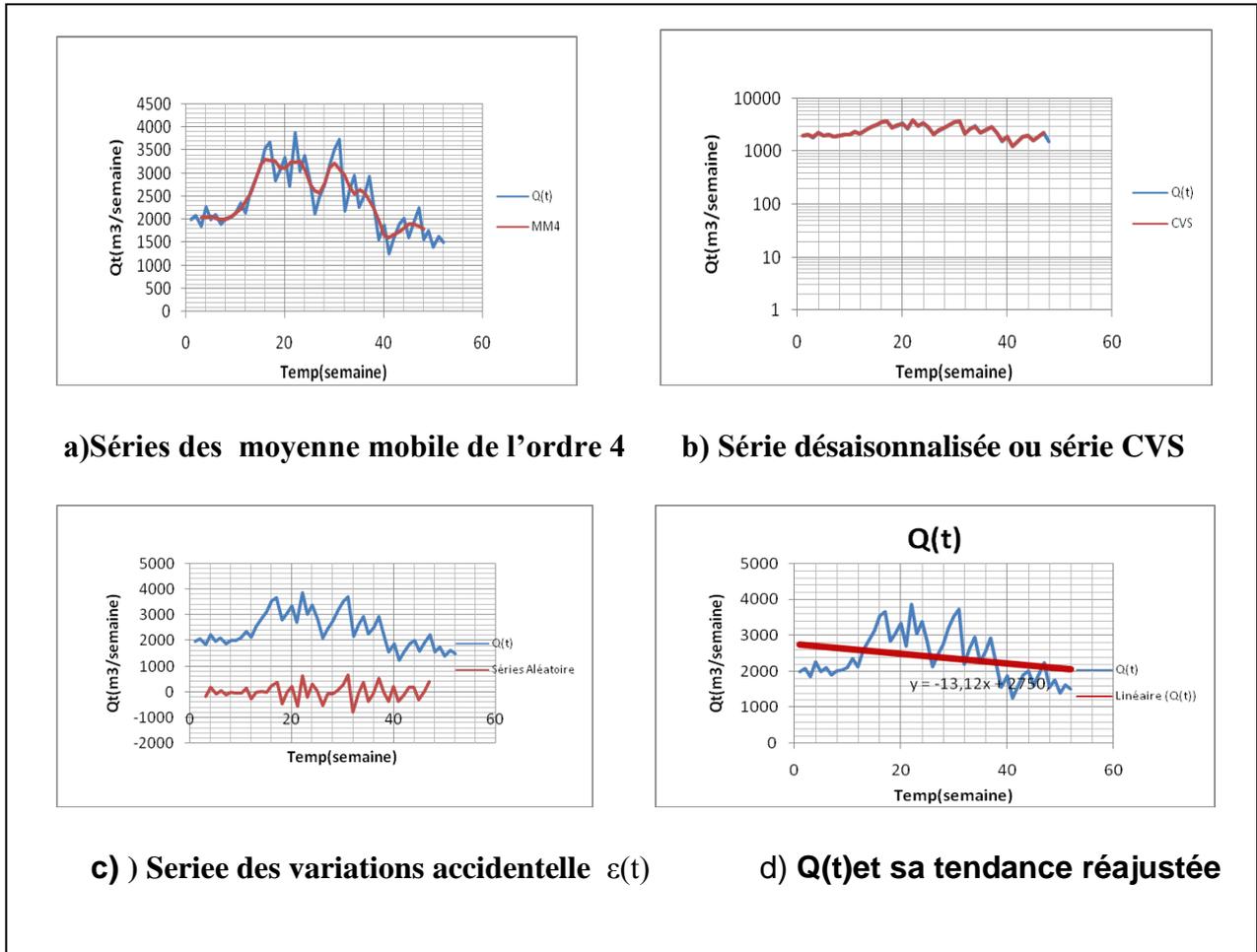


Figure 3.17. Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2011 (données : ADE BISKRA)

La figure (3.17) relative forage F1 présente l'évolution de la demande d'eau hebdomadaire est semblable au cours des années 2010 et 2011

Forage F4

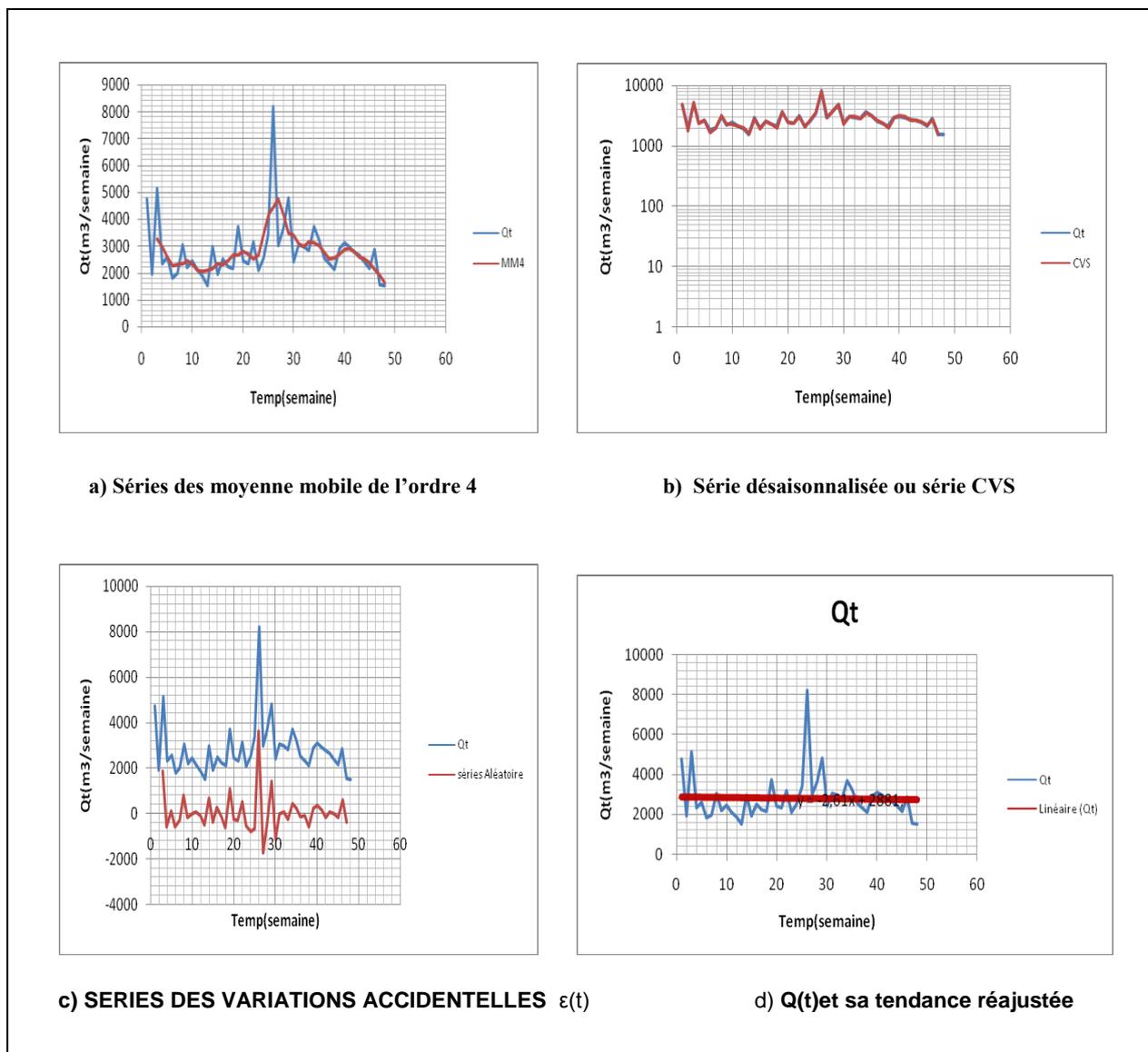


Figure 3.18 . Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2011 (données : ADE BISKRA)

Dans la figure 3.18, forage F4, on retrouve pour ces deux année 2010 et 2011, que les deux courbes sont relativement proche et très semblable, on notera une évolution de la demande de l'eau potable, l'étude détaillée des données montre qu'il s'agit d'une forte volatilité de la demande de l'eau potable.

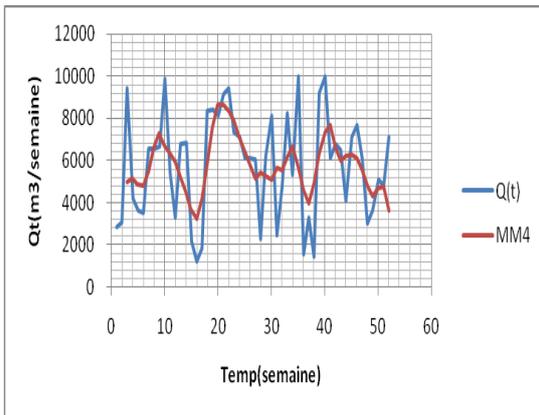
Tableau 3.12 Les types d'évolutions des séries chronologiques des données de production du forage Hakim Saadane (2011)

Forage Hakim Saadane

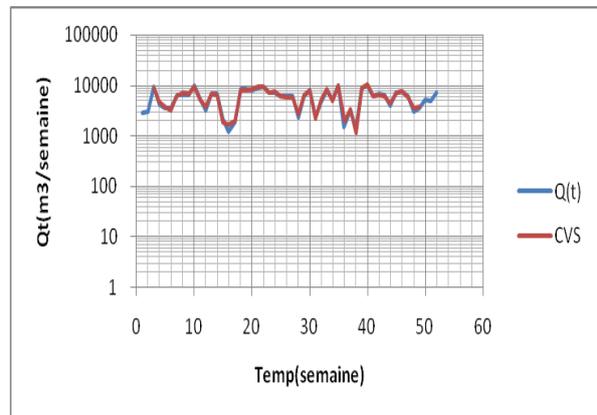
Le temp (Semaine))	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	M4(t)	st	cvs	et	y'=at+b
1	S12011	2847		- 56,33	2 959,22		13830,6235
2	S22011	3085		328,79	2 812,10		13799,083
3	S32011	4409	3736,75	3 025,26	4 261,90	525,15	13767,5425
4	S42011	4212	3892,125	2 996,75	4 464,49	572,37	13736,002
5	S5 2011	3635	4219,75	2 869,10	3 743,62	476,13	13704,4614
6	S62011	3540	4784	2 885,10	3 326,00	458,00	13672,9209
7	S72011	6575	5455	184,97	6 427,90	972,90	13641,3804
8	S82011	6560	6622,125	- 214,63	6 812,49	190,37	13609,8399
9	S92011	6655	7266,125	- 70,75	6 763,62	502,51	13578,2993
10	S102011	9857	6711,875	251,87	9 643,00	2 931,12	13546,7588
11	S112011	5410	6317,5	184,97	5 262,90	054,60	13515,2183
12	S122011	3291	5954,625	- 214,63	3 543,49	411,13	13483,6778
13	S132011	6769	5299	- 70,75	6 877,62	1 578,62	13452,1372
14	S142011	6840	5138,375	251,87	6 626,00	1 487,62	13420,5967
15	S152011	3182	5143,25	184,97	3 034,90	108,35	13389,0562
16	S162011	4234	5218	- 214,63	4 486,49	731,51	13357,5157
17	S172011	5865	6059,25	- 70,75	5 973,62	85,63	13325,9751
18	S182011	8342	7198,5	251,87	8 128,00	929,50	13294,4346
19	S192011	8410	8091	184,97	8 262,90	171,90	13262,8941
20	S202011	8120	8634,375	- 214,63	8 372,49	261,88	13231,3536
21	S212011	9119	8640,125	- 70,75	9 227,62	587,49	13199,813
22	S222011	9435	8383,875	251,87	9 221,00	837,12	13168,2725
23	S232011	7363	7884	184,97	7 215,90	668,10	13136,732
24	S242011	7117	7092,625	- 214,63	7 369,49	276,87	13105,1915
25	S252011	6123	6514	- 70,75	6 231,62	282,38	13073,6509
26	S262011	6100	6000,5	251,87	5 886,00	114,50	13042,1104
27	S272011	6069	5660,625	184,97	5 921,90	261,27	13010,5699
28	S282011	4303	5925,375	- 214,63	4 555,49	369,88	12979,0294

29	S292011	6218	6104,125	- 70,75	6 326,62	222,49	12947,4888
30	S302011	8123	6088,125	251,87	7 909,00	1 820,87	12915,9483
31	S312011	5476	6396,75	184,97	5 328,90	- 1 067,85	12884,4078
32	S322011	4768	6298	- 214,63	5 020,49	- 1 277,51	12852,8673
33	S332011	8222	6510,25	- 70,75	8 330,62	1 820,37	12821,3267
34	S342011	5329	7169,375	251,87	5 115,00	- 2 054,38	12789,7862
35	S352011	9968	6650,625	184,97	9 820,90	3 170,27	12758,2457
36	S362011	5549	5922,875	- 214,63	5 801,49	- 121,38	12726,7052
37	S372011	3291	5712,5	- 70,75	3 399,62	- 2 312,88	12695,1646
38	S382011	4438	6164,375	251,87	4 224,00	- 1 940,38	12663,6241
39	S392011	9176	7067,875	184,97	9 028,90	1 961,02	12632,0836
40	S402011	9956	7712,75	- 214,63	10 208,49	2 495,74	12600,5431
41	S412011	6112	7668,25	- 70,75	6 220,62	- 1 447,63	12569,0025
42	S422011	6776	6596,875	251,87	6 562,00	- 34,88	12537,462
43	S432011	6482	5987,875	184,97	6 334,90	347,02	12505,9215
44	S442011	4079	6225	- 214,63	4 331,49	- 1 893,51	12474,381
45	S452011	7117	6289,5	- 70,75	7 225,62	936,12	12442,8405
46	S462011	7668	6112,375	251,87	7 454,00	1 341,62	12411,2999
47	S472011	6106	5546,5	184,97	5 958,90	412,40	12379,7594
48	S482011	3038	4791,375	- 214,63	3 290,49	- 1 500,88	12348,2189
49	S492011	3631	4313,75	- 70,75	3 739,62	- 574,13	12316,6784
50	S502011	5113	4664,25	251,87	4 861,13	196,88	12285,1378
51	S512011	4840	4719,125	184,97	4 655,03	- 64,09	12253,5973
52	S522011	7108	3626,125	- 214,63	7 322,63	3 696,50	12222,0568

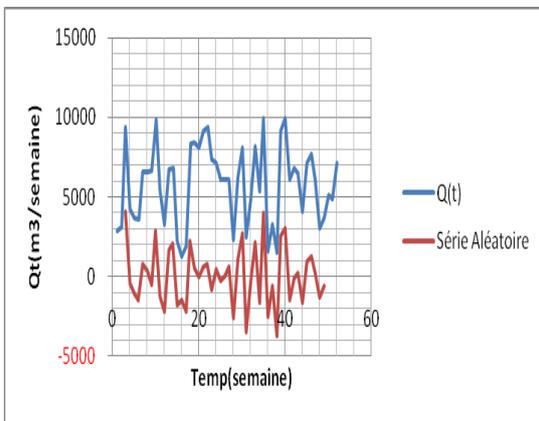
Forage Hakim Saadane



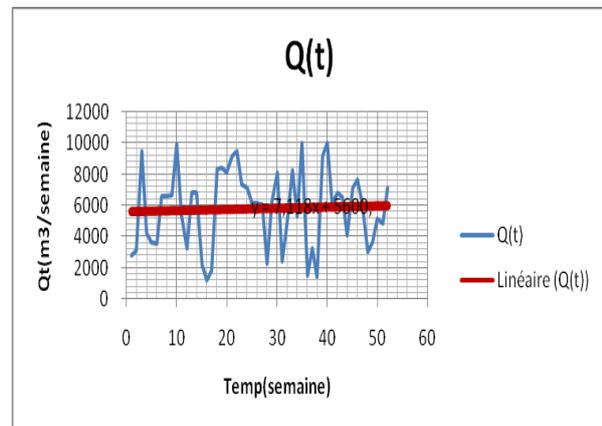
a) Séries des moyenne mobile de l'ordre 4



b) Série désaisonnalisée ou série CVS



c) SERIES DES VARIATIONS ACCIDENTELLES $\epsilon(t)$



d) $Q(t)$ et sa tendance réajustée

Figure 3.19. Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2011 (données : ADE BISKRA)

Forage Ras El Gueria -2

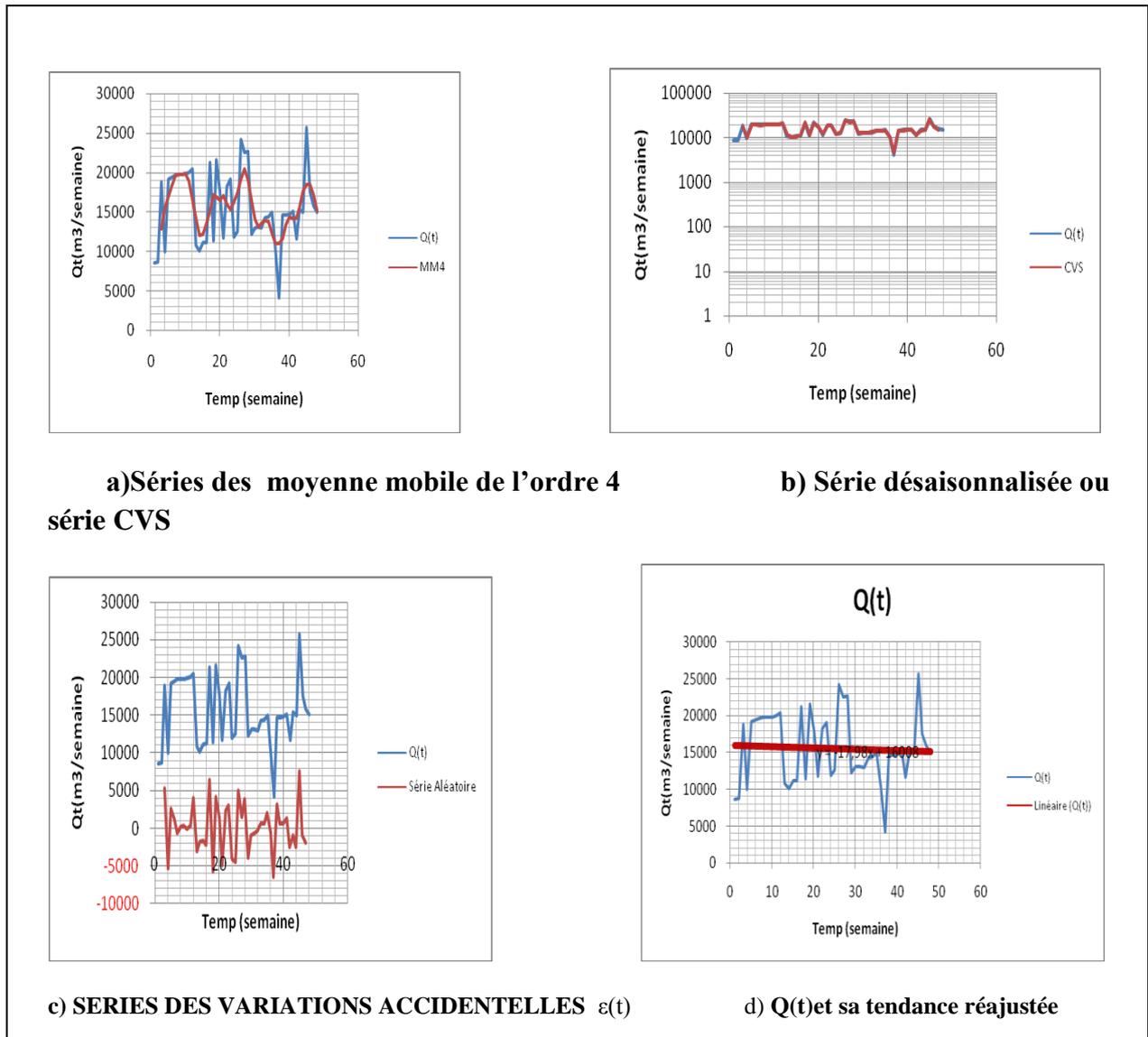


Figure 3.20. Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2011 (données : ADE BISKRA)

On retrouve les deux courbes, forage Hakim Saadane et Forage Ras el Gueria 2 pour ces deux années 2010 et 2011, les résultats des données ne sont pas proche et semblable, l'étude détaillée des données montre déterminer les causes possibles (mauvaises écriture de l'indexe, défectuosité du compteur, événements de consommation particuliers, l'arrêt de la pompe,.....).

Champ Captant Oued Z'mor

Tableau 3.13 Les types d'évolutions des séries chronologiques des données de production du forage ZFI (2011)

forage ZF1							
Le temp(Semaine)	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	M4(t)	st	cvs	et	y'=at+b
1	S12011	13226		- 100,83	13390,9916		12498,3092
2	S22011	14471		7,62	14527,5397		12504,732
3	S32011	15600	14 525,75	176,60	15487,5637	961,813702	12511,1549
4	S42011	14663	14 671,38	173,25	14553,905	-117,469952	12517,5777
5	S5 2011	13512	15 079,75	- 100,83	13676,9916	-1402,75841	12524,0006
6	S62011	15350	15 146,75	7,62	15406,5397	259,789663	12530,4234
7	S72011	17988	14 805,63	176,60	17875,5637	3069,9387	12536,8463
8	S82011	12811	14 475,75	173,25	12701,905	-1773,84495	12543,2691
9	S92011	12635	13 608,13	- 100,83	12799,9916	-808,133413	12549,692
10	S102011	13588	13 046,38	7,62	13644,5397	598,164663	12556,1148
11	S112011	12809	13 187,88	176,60	12696,5637	-491,311298	12562,5377
12	S122011	13496	12 937,75	173,25	13386,905	449,155048	12568,9605
13	S132011	13082	12 859,25	- 100,83	13246,9916	387,741587	12575,3834
14	S142011	11140	12 889,63	7,62	11196,5397	-1693,08534	12581,8062
15	S152011	14629	12 525,75	176,60	14516,5637	1990,8137	12588,2291
16	S162011	11919	13 084,00	173,25	11809,905	-1274,09495	12594,6519
17	S172011	11748	13 478,88	- 100,83	11912,9916	-1565,88341	12601,0747
18	S182011	16940	13 484,88	7,62	16996,5397	3511,66466	12607,4976
19	S192011	11988	14 069,25	176,60	11875,5637	-2193,6863	12613,9204
20	S202011	14608	13 565,25	173,25	14498,905	933,655048	12620,3433
21	S212011	13734	12 985,38	- 100,83	13898,9916	913,616587	12626,7661
22	S222011	10922	12 967,75	7,62	10978,5397	-1989,21034	12633,189
23	S232011	13367	12 488,00	176,60	13254,5637	766,563702	12639,6118
24	S242011	13088	12 483,13	173,25	12978,905	495,780048	12646,0347
25	S252011	11416	12 540,00	- 100,83	11580,9916	-959,008413	12652,4575
26	S262011	13201	12 313,25	7,62	13257,5397	944,289663	12658,8804
27	S272011	11543	12 508,25	176,60	11430,5637	-1077,6863	12665,3032
28	S282011	13098	12 561,50	173,25	12988,905	427,405048	12671,7261
29	S292011	12966	12 621,25	- 100,83	13130,9916	509,741587	12678,1489
30	S302011	12077	12 852,13	7,62	12133,5397	-718,585337	12684,5718
31	S312011	13145	12 971,00	176,60	13032,5637	61,5637019	12690,9946
32	S322011	13343	13 272,13	173,25	13233,905	-38,2199519	12697,4175
33	S332011	13672	13 580,75	- 100,83	13836,9916	256,241587	12703,8403

34	S342011	13780	13 764,13	7,62	13836,5397	72,4146635	12710,2632
35	S352011	13911	13 870,50	176,60	13798,5637	-71,9362981	12716,686
36	S362011	14044	13 770,88	173,25	13934,905	164,030048	12723,1089
37	S372011	13822	13 552,25	- 100,83	13986,9916	434,741587	12729,5317
38	S382011	12833	13 362,75	7,62	12889,5397	-473,210337	12735,9545
39	S392011	13109	13 236,13	176,60	12996,5637	-239,561298	12742,3774
40	S402011	13330	13 347,63	173,25	13220,905	-126,719952	12748,8002
41	S412011	13523	13 482,75	- 100,83	13687,9916	205,241587	12755,2231
42	S422011	14024	13 456,75	7,62	14080,5397	623,789663	12761,6459
43	S432011	12999	13 459,13	176,60	12886,5637	-572,561298	12768,0688
44	S442011	13232	13 484,63	173,25	13122,905	-361,719952	12774,4916
45	S452011	13640	13 696,75	- 100,83	13804,9916	108,241587	12780,9145
46	S462011	14111	14 041,13	7,62	14167,5397	126,414663	12787,3373
47	S472011	14609	14 354,25	176,60	14496,5637	142,313702	12793,7602
48	S482011	14377	14 366,25	173,25	14267,905	-98,3449519	12800,183
49	S492011	15000	13 886,50	- 100,83	15164,9916	1278,49159	12806,6059
50	S502011	12847	13 289,38	7,62	12839,3798	-449,995192	12813,0287
51	S512011	12035	11 139,00	176,60	11858,4038	719,403846	12819,4516
52	S522011	12174	7 658,13	173,25	12000,7452	4342,62019	12825,8744

Forage ZF1

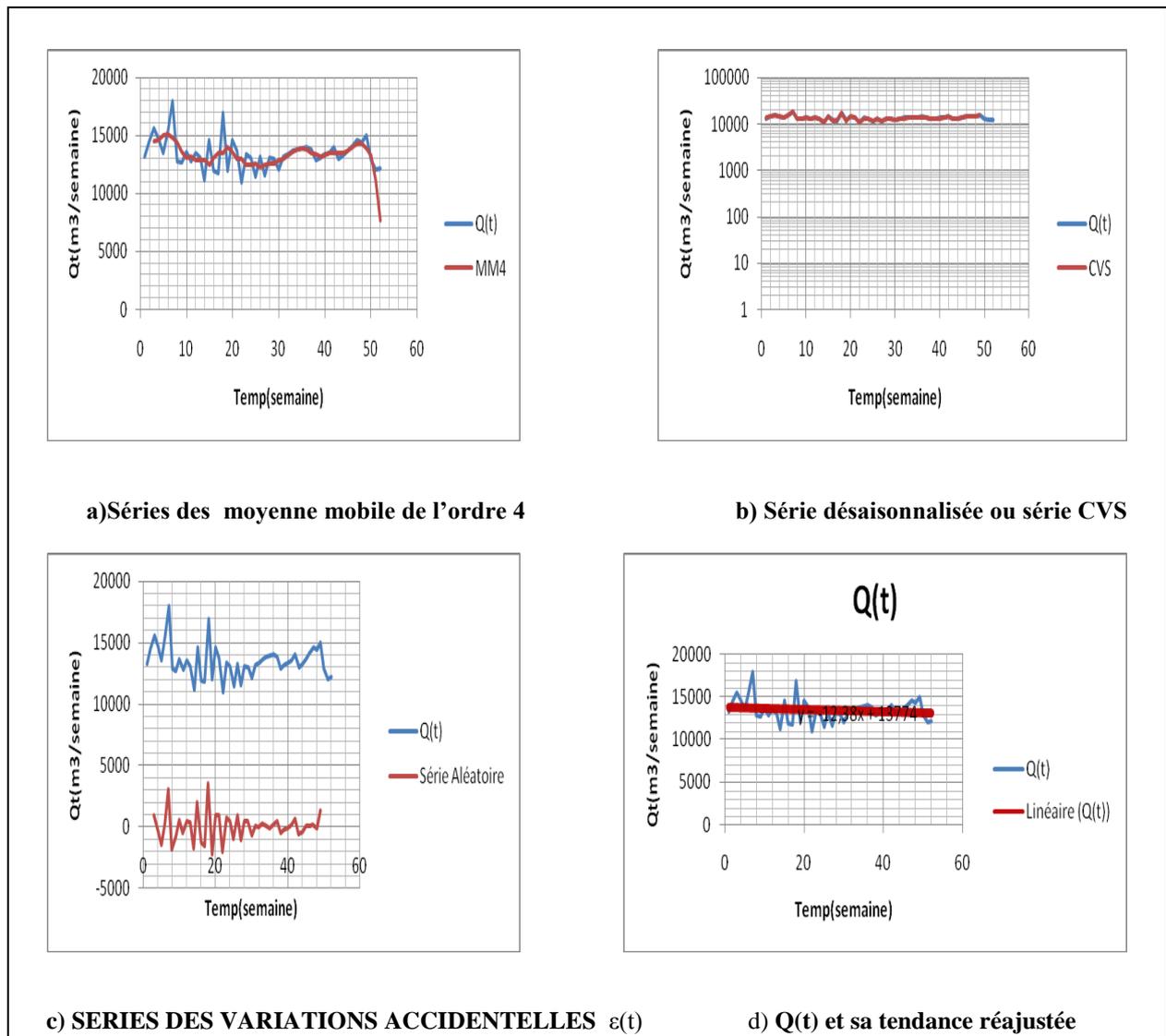


Figure 3.21. Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2011 (données : ADE BISKRA)

Forage 1er Novembre

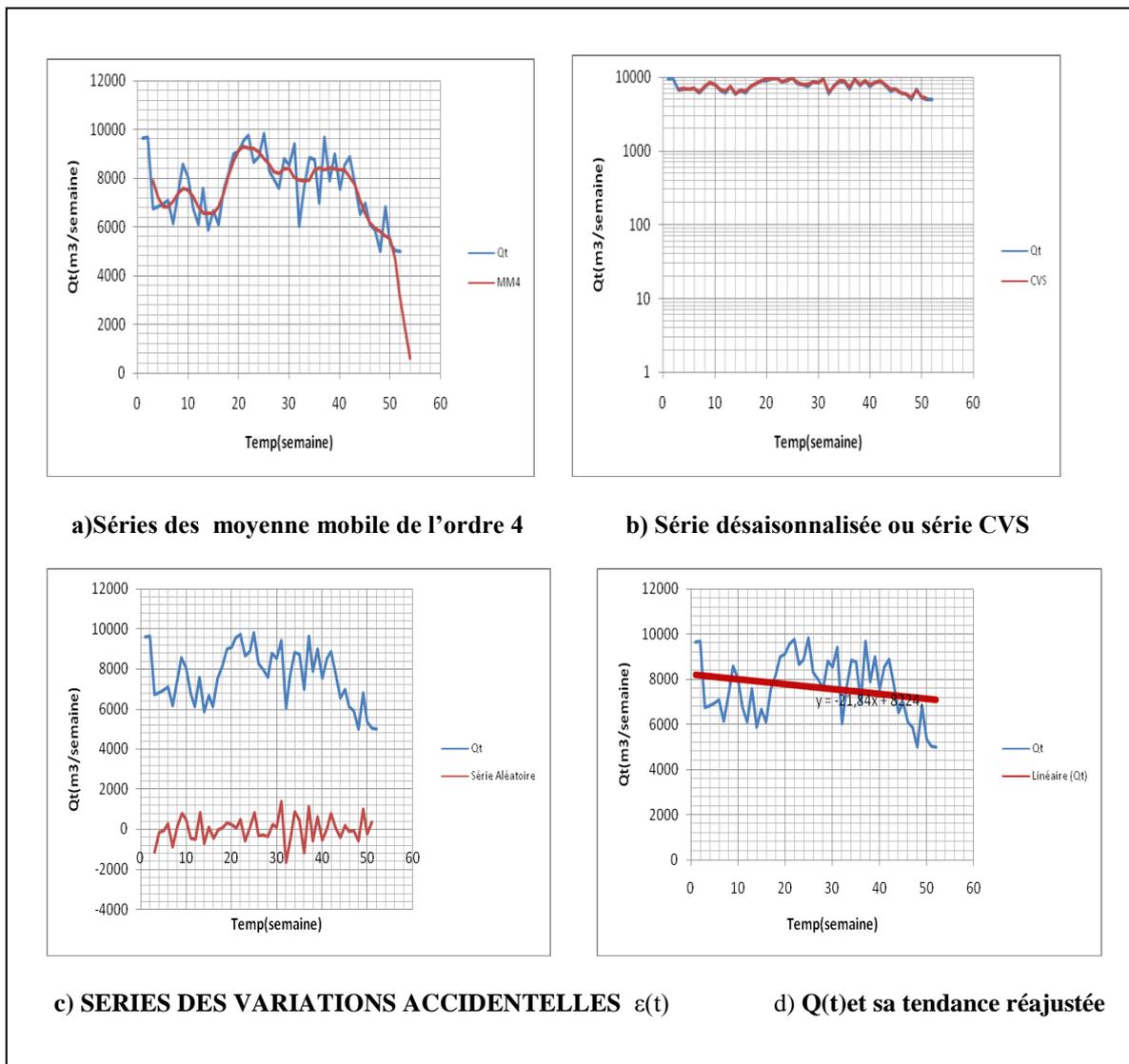


Figure 3.22 Evolution des volumes d'eau potable produit hebdomadaire à BISKRA, de 2009 à 2011 (données : ADE BISKRA)

Les deux courbes, forage ZF1 et Forage 1^{er} Novembre, l'évolution de la demande de l'eau hebdomadaire est semblable au cours des années 2010 et 2011. ((Voir l'annexe B)

CONCLUSION

Le chapitre précédent sera consacré à différentes composantes de la série chronologique, et l'évolution de données de production d'eau potable de 2009-2010 et la prévision des valeurs future de 2011. L'analyse des séries temporelles part des principes que les phénomènes observés suivent une régularité dans le temps, qui comprend à la fois une tendance et des effets saisonniers. Les séries chronologiques permet de reconnaître les variations saisonnières de période 4, la variation cyclique de volume produit hebdomadaire et tendances dans l'habitude de consommation et par une étude du résidu aléatoire.

Il s'agit un modèle pour but d'offrir une base de comparaison afin de valider l'occurrence d'un nouvel événement de la série.

Chapitre 4

Prévision par lissage exponentiel

Introduction :

Les développements de la pratique statistique ont permis de disposer d'un certain nombre double d'outils de calcul. Ce chapitre a pour finalité de passer en revue les méthodes de prévision extrapolatives fondées sur le principe du lissage exponentiel, en indiquant pour chacune d'elles les développements théoriques nécessaires à leur compréhension.

Les techniques de lissage exponentiel ont été introduites par Holt en 1957 ainsi que par Winters en 1960 mais surtout par Brown en 1962. Le lissage regroupe l'ensemble des techniques empiriques qui ont pour caractéristiques communes d'accorder un poids plus important aux valeurs récentes de la chronique.

4.1 Prévision par lissage exponentiel

Introduites par Holt en 1958 ainsi que par Winters en 1960 et popularisées par le livre de Brown en (1963), les méthodes de lissage constituent l'ensemble des techniques empiriques de prévision qui accordent plus ou moins d'importance aux valeurs du passe d'une série temporelle. Les deux modèles ci-dessous seront traités dans ce chapitre :

$$\begin{aligned} - \forall t \in \mathbb{Z}, Y(t) &= T(t) + S(t) \\ - \forall t \in \mathbb{Z}, Y(t) &= T(t) + S(t) + \varepsilon(t) \end{aligned} \quad (1)$$

$Y(t) = Q(t)$: représente le volume de production ou la quantité d'eau consommée ;

$T(t)$: représente la moyenne de production ou La tendance ;

$S(t)$: Les variations saisonnières ou la composante déterministe cyclique ;

$\varepsilon(t)$: Les variations accidentelles ou résiduelles

La composante stochastique ne sera pas nécessairement un bruit blanc. Les techniques seront bien évidemment différentes selon que nous serons en présence de saisonnalité ou non.[25]

4.2 Les lissages exponentiels**4.2.1 Le lissage exponentiel simple le modèle stationnaire**

Le lissage exponentiel simple permet d'effectuer des prévisions pour des séries chronologiques dont la tendance est constante et sans saisonnalité. Soit (Y) une telle série dont on a observé les T premiers instants Y_1, \dots, Y_T . Pour $h \in \mathbb{N}_t$

On cherche à prévoir la valeur Y_{T+h} , c'est-à-dire faire une prévision de la série à l'horizon h.

Étant donné un réel α tel que $0 < \alpha < 1$, on cherche une prévision \hat{y}_{T+h} sous la forme de la constante qui s'ajuste le mieux au sens des moindres carrés pondérés au voisinage de T, c'est-à-dire la solution du problème de minimisation où α est la constante de lissage.

Les formules de lissage simple sont donc les suivantes :

$$\hat{y}_t = S_t = \alpha Y_{t-1} + (1 - \alpha) \hat{y}_{t-1} \quad (08)$$

avec $\hat{y}_1 = y_1$ pour initialiser et la prévision calculée en n à l'horizon de h périodes est égale à : $\hat{y}_{n+h} = \hat{y}_n$; quel que soit h.

Tableau 4.1 Le lissage exponentiel simple

Forage F1 *							
Le temp (Semaine)	DATE	cvs	Série lissée St $st=\alpha y_t-1+(1-\alpha)st-1$	Le temp (Semaine)	DATE	cvs	Série lissée St $st=\alpha y_t-1+(1-\alpha)st-1$
1	S12011	2 005,41		27	S272011	2 501,72	2 349,62
2	S22011	2 087,69	2 005,41	28	S282011	2 735,43	2 364,06
3	S32011	1 875,72	2 059,41	29	S292011	3 195,54	2 655,08
4	S42011	2 246,43	1 948,60	30	S302011	3 504,30	3 037,35
5	S5 2011	1 997,54	2 118,98	31	S312011	3 740,72	3 398,15
6	S62011	2 085,30	2 083,11	32	S322011	2 174,43	3 659,44
7	S72011	1 906,72	2 055,13	33	S332011	2 635,54	2 712,93
8	S82011	1 996,43	1 968,12	34	S342011	2 936,30	2 477,01
9	S92011	2 036,54	1 965,59	35	S352011	2 288,72	2 832,90
10	S102011	2 097,30	2 022,75	36	S362011	2 517,43	2 511,37
11	S112011	2 375,72	2 076,41	37	S372011	2 933,54	2 438,80
12	S122011	2 122,43	2 280,00	38	S382011	2 236,30	2 790,48
13	S132011	2 578,54	2 209,51	39	S392011	1 583,72	2 476,02
14	S142011	2 871,30	2 421,73	40	S402011	1 866,43	1 808,08
15	S152011	3 146,72	2 770,65	41	S412011	1 256,54	1 769,23
16	S162011	3 536,43	3 052,03	42	S422011	1 562,30	1 466,23
17	S172011	3 664,54	3 402,45	43	S432011	1 913,72	1 457,18
18	S182011	2 816,30	3 620,50	44	S442011	2 006,43	1 792,90
19	S192011	3 095,72	3 107,94	45	S452011	1 604,54	1 974,56
20	S202011	3 332,43	2 999,66	46	S462011	1 904,30	1 742,72
21	S212011	2 708,54	3 251,05	47	S472011	2 261,72	1 801,24
22	S222011	3 854,30	2 923,04	48	S482011	1 547,43	2 138,84
23	S232011	3 057,72	3 460,38	49	S492011	1 754,54	1 793,01
24	S242011	3 368,43	3 331,59	50	S502011	1 385,34	1 683,34
25	S252011	2 823,54	3 261,61	51	S512011	1 642,75	1 512,27
26	S262011	2 101,30	3 010,88	52	S522011	1 486,46	1 554,25

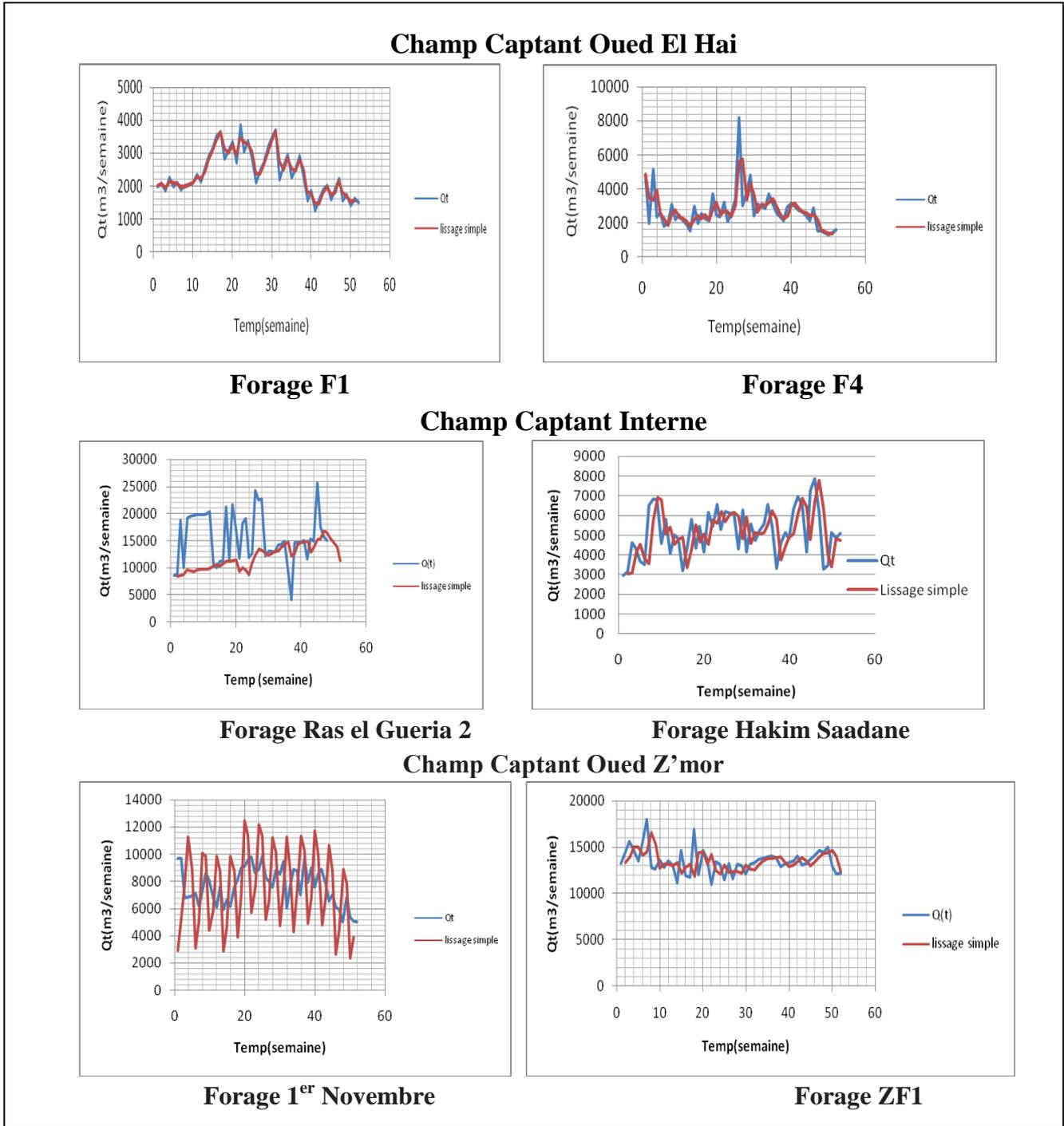


Figure 4.1. Le lissage exponentiel simple le modèle stationnaire

4.2.2 Le lissage exponentiel double

Le lissage exponentiel double généralise l'idée du lissage exponentiel simple au cas où la série peut être ajustée par une droite au voisinage de T . On cherche dans ce cas une prévision à l'horizon h ,

$\hat{Y}(h)$ de la forme $\hat{Y}_{T+h} = a_{0t} + a_{1t} h$ (9)

Les formules précédentes permettent de calculer une prévision pour des séries chronologiques stationnaires, sans tendance. Nous pouvons définir un lissage exponentiel double qui est utilisé en cas de série avec tendance :

Le modèle du lissage exponentiel double (LED) s'applique à une chronique du type :

$$Y_t = a_{0t} + a_{1t} t \quad (10)$$

Nous remarquons qu'il s'agit de la même spécification que pour une droite de tendance, la moyenne (\hat{a}_{0t}) et la tendance (pente de la droite \hat{a}) évoluent au cours du temps.

Comme son nom l'indique, la technique du LED consiste à effectuer un lissage de la série déjà lissée.

On démontre les formules suivantes :

$$S_t = a Y_t + (1-a) s_{t-1} \quad (11)$$

$$Sst = a S_t + (1-a) ss_{t-1} \quad (12) \text{ (d'où le terme de lissage double)}$$

$$a_{1t} = a / (1-a) * (st - sst) \quad (13)$$

$$a_{0t} = 2st - sst \quad (14)$$

Les Tableaux dans les annexes présentes le calcul d'une prévision par lissage exponentiel double avec $\alpha = 0.1, 0.2$

La série "Lissage brut" est donnée par

$$a_{0t} + a_{1t} \quad (15)$$

Tableau 4.2. Le lissage exponentiel double

Forage F1 *							
Le temps (Semaine))	DATE	Série lissée S (LES) $st=\alpha y_t-1+(1-\alpha)st-1$	Série Lissée SS(LED)	Le temps (Semaine))	DATE	Série lissée S(LES) $st=\alpha y_t-1+(1-\alpha)st-1$	Série Lissée SS(LED)
1	S12011			27	S272011	2349,61571	2576,96325
2	S22011	2005,41466	2005,41466	28	S282011	2364,05557	2359,09104
3	S32011	2059,40543	2040,843	29	S292011	2655,07897	2555,02296
4	S42011	1948,59962	1986,69548	30	S302011	3037,35337	2905,92459
5	S5 2011	2118,97735	2060,40022	31	S312011	3398,15023	3274,10558
6	S62011	2083,11286	2095,44334	32	S322011	3659,43999	3569,60663
7	S72011	2055,13168	2064,75181	33	S332011	2712,93238	3038,34875
8	S82011	1968,12009	1998,03532	34	S342011	2477,00957	2558,12159
9	S92011	1965,58724	1966,45805	35	S352011	2832,90069	2710,54267
10	S102011	2022,7525	2003,09866	36	S362011	2511,36578	2621,91188
11	S112011	2076,41448	2057,96509	37	S372011	2438,79801	2463,74735
12	S122011	2280,00008	2210,00583	38	S382011	2790,4809	2669,5697
13	S132011	2209,5132	2233,74711	39	S392011	2476,02053	2584,13435
14	S142011	2421,7286	2348,76737	40	S402011	1808,08482	2037,72609
15	S152011	2770,65115	2650,68898	41	S412011	1769,23241	1782,59015
16	S162011	3052,0315	2955,29084	42	S422011	1466,22735	1570,40274
17	S172011	3402,44501	3281,97024	43	S432011	1457,18165	1460,29163
18	S182011	3620,49745	3545,52939	44	S442011	1792,90214	1677,47893
19	S192011	3107,93545	3284,15808	45	S452011	1974,55582	1912,10193
20	S202011	2999,65627	3036,88346	46	S462011	1742,7154	1822,42386
21	S212011	3251,04755	3164,61736	47	S472011	1801,2445	1781,12176
22	S222011	2923,04065	3035,81187	48	S482011	2138,83929	2022,77169
23	S232011	3460,38339	3275,64096	49	S492011	1793,00843	1911,90766
24	S242011	3331,59309	3375,87216	50	S502011	1683,33666	1721,04263
25	S252011	3261,6058	3285,66795	51	S512011	1512,27298	1571,08594
26	S262011	3010,87986	3097,08131	52	S522011	1554,25249	1539,81962

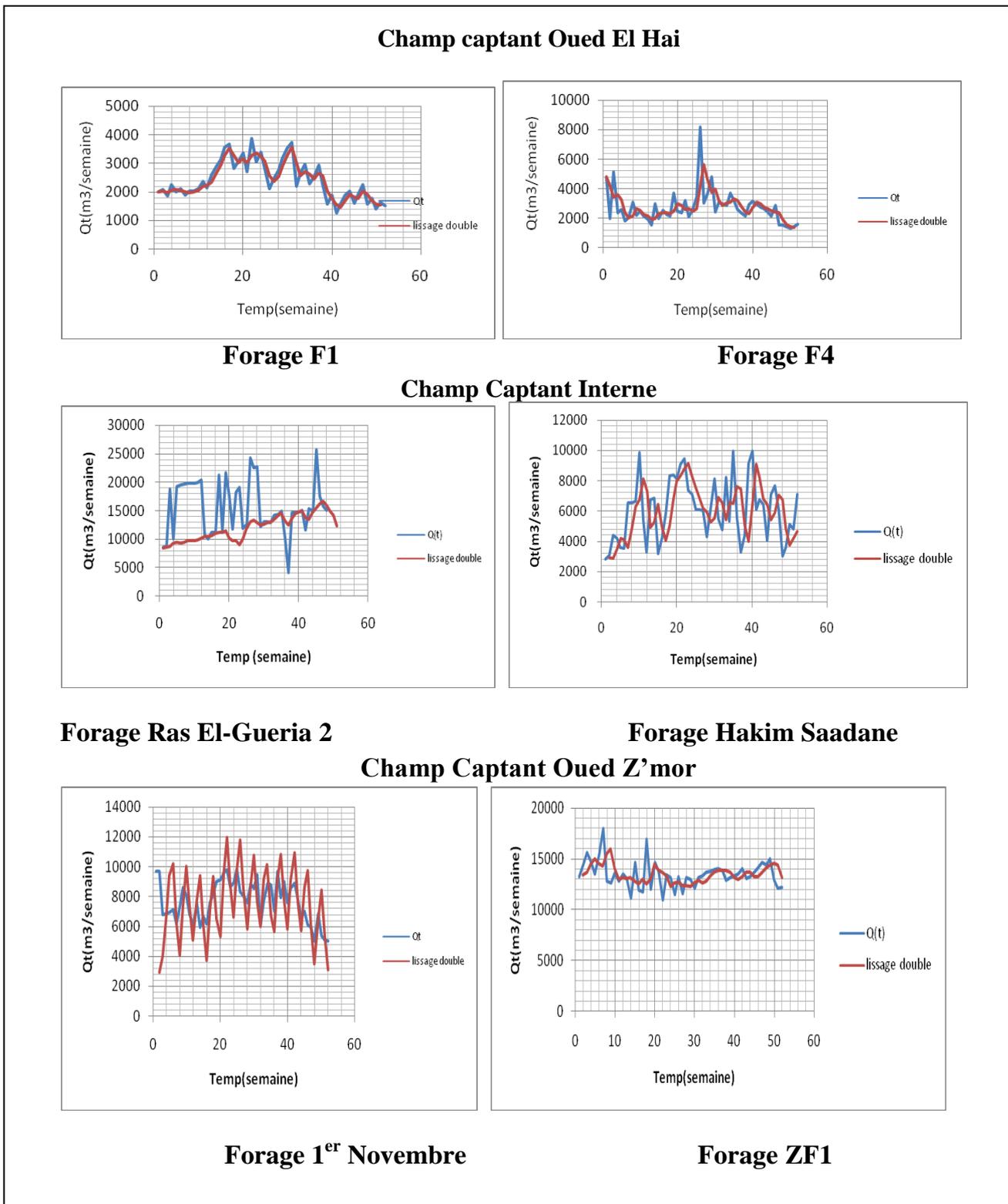


Figure 4.2. Le lissage exponentiel double

4.3 La méthode de Holt-Winters

La méthode de lissage exponentiel double permet de traiter des séries présentant une tendance linéaire mais sans saisonnalité. On peut également définir des lissages exponentiels généralisés sur le même principe que les techniques décrites dans les sections précédentes permettant de traiter des séries avec saisonnalité.

Une méthode un peu différente a été introduite par Holt et Winters. Il existe une version non saisonnière de cette méthode, c'est-à-dire adaptée aux séries sans saisonnalité pouvant être ajustées par une droite au voisinage de T (comme pour le lissage exponentiel double). La différence entre la méthode de Holt-Winters et le lissage exponentiel double porte sur les formules de mise à jour.

4.3.1. La méthode de Holt

Posant $\alpha = 1 - \gamma^2$ et $\beta = 1 - \gamma / (1 + \gamma)$, la mise à jour des coefficients du lissage exponentiel double s'écrit :

Série avec tendance, sans saisonnalité

Formule de prévision : A l'instant t, à l'horizon h

$$Y_t(h) = S_t + h \cdot T_t \quad (15)$$

$Y_t(h)$: Prévision de Y_{t+h} .

S_t : Niveau de la tendance

T_t : pente de la tendance

Formules de lissage

$$S_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) (S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (16)$$

$(S_{t-1} + T_{t-1}) = \hat{Y}_t$ = Prévision de Y_t en t-1

$$T_t = \beta (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (17)$$

Choix des valeurs initiales de T_0 et S_0

$$T_0 = Y_1; S_0 = Y_1 - Y_0$$

Choix des constantes de lissage α et β

$$\hat{Y}_t = S_{t-1} + T_{t-1} = \text{prévision de } Y_t \quad (18)$$

$$Y_t - \hat{Y}_t = \text{erreur de prévision}$$

Le choix de α et β est arbitraire dans l'intervalle $[0, 1]$; si on veut une prévision réactive, on les choisira proches de 1.

La méthode que nous venons de présenter est celle de Brown. Nous pouvons aussi utiliser le lissage de Holt qui comprend deux paramètres : l'un pour la moyenne lissée et l'autre pour la pente

Deux lissages distincts sont effectués :

- ✓ Le lissage de la moyenne avec un coefficient de lissage α , $\alpha \in [0 ; 1]$,
- ✓ Le lissage de la tendance avec un coefficient de lissage β , $\beta \in [0 ; 1]$.

Dans le cas particulier où $\alpha = \beta$ le modèle de Holt se ramène au lissage exponentiel double de Brown).

Tableau 4.3 Prévision la méthode de Holt

Le temp (Semaine))	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	(Lt) Lissage de la série moyenne $y_1=l_1$	(Tt) Lissage de la tendance $T_1=0$	prévision (méthode de Holt)
1	S12011	1987			
2	S22011	2082			
3	S32011	1854	1 974,33	0,00	
4	S42011	2257	1 832,46	-24,60	1 974,33
5	S5 2011	1995	2 085,37	23,52	1 807,86
6	S62011	2099	1 872,46	-17,48	2 108,89
7	S72011	1885	1 971,49	2,72	1 854,99
8	S82011	2007	1 819,24	-24,15	1 974,21
9	S92011	2034	1 922,23	-2,10	1 795,10
10	S102011	2111	1 914,12	-3,14	1 920,13
11	S112011	2354	1 962,94	5,87	1 910,98
12	S122011	2133	2 099,94	28,61	1 968,80
13	S132011	2576	1 946,50	-2,96	2 128,55
14	S142011	2885	2 244,89	49,29	1 943,54
15	S152011	3125	2 340,89	57,39	2 294,19
16	S162011	3547	2 454,43	67,13	2 398,28
17	S172011	3662	2 652,85	89,89	2 521,55
18	S182011	2830	2 675,99	78,32	2 742,75
19	S192011	3074	2 289,75	-2,24	2 754,31
20	S202011	3343	2 478,92	30,95	2 287,51
21	S212011	2706	2 576,26	42,47	2 509,87
22	S222011	3868	2 245,12	-22,32	2 618,73
23	S232011	3036	2 948,88	103,58	2 222,80
24	S242011	3379	2 385,33	-12,10	3 052,46
25	S252011	2821	2 633,21	32,98	2 373,23
26	S262011	2115	2 302,75	-30,04	2 666,19
27	S272011	2480	1 957,18	-84,75	2 272,71
28	S282011	2746	2 229,04	-22,91	1 872,43
29	S292011	3193	2 301,42	-6,39	2 206,13
30	S302011	3518	2 527,14	33,86	2 295,03
31	S312011	3719	2 639,57	47,48	2 560,99
32	S322011	2185	2 719,32	53,08	2 687,05
33	S332011	2633	1 985,85	-83,31	2 772,39
34	S342011	2950	2 307,64	-13,06	1 902,54
35	S352011	2267	2 388,81	3,27	2 294,58
36	S362011	2528	2 012,38	-62,57	2 392,08
37	S372011	2931	2 215,97	-16,41	1 949,81

38	S382011	2250	2 385,14	15,77	2 199,55
39	S392011	1562	1 993,43	-54,89	2 400,91
40	S402011	1877	1 619,32	-110,24	1 938,54
41	S412011	1254	1 881,10	-45,73	1 509,08
42	S422011	1576	1 411,80	-119,18	1 835,37
43	S432011	1892	1 695,74	-49,28	1 292,62
44	S442011	2017	1 811,71	-20,63	1 646,46
45	S452011	1602	1 856,67	-9,25	1 791,08
46	S462011	1918	1 596,02	-52,84	1 847,42
47	S472011	2240	1 843,97	-0,69	1 543,17
48	S482011	1558	1 968,46	21,02	1 843,28
49	S492011	1752	1 559,35	-53,57	1 989,48
50	S502011	1400	1 731,91	-14,36	1 505,79
51	S512011	1622	1 464,91	-58,16	1 717,55
52	S522011	1498	1 655,41	-15,05	1 406,75

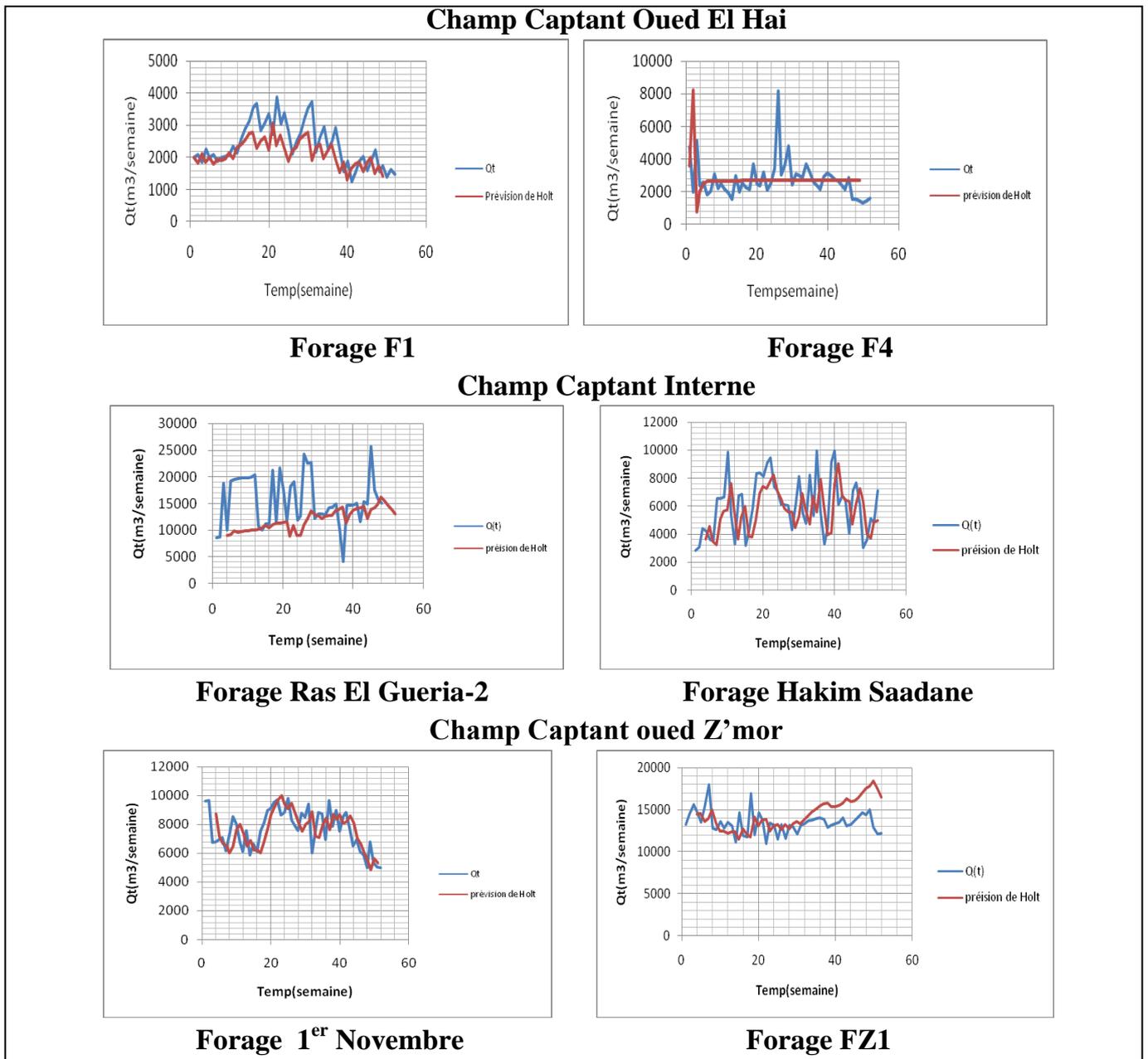


Figure 4.3. Prévision de Holt

4.3.2. Le modèle avec tendance et saisonnalité (modèle de Holt–Winters)

Le modèle de Holt–Winters présente l'avantage d'intégrer une composante saisonnière et donc de réaliser le calcul de la prévision en un seul traitement. C'est ce modèle multiplicatif qui est employé le plus couramment dans les progiciels de prévision des volumes d'eau potable. Trois lissages distincts sont effectués :

- le lissage de la moyenne avec un coefficient de lissage α , avec $\alpha \in [0 ; 1]$,
- le lissage de la tendance avec un coefficient de lissage β , avec $\beta \in [0 ; 1]$,
- le lissage de la saisonnalité avec un coefficient de lissage γ avec $\gamma \in [0 ; 1]$,

Série avec tendance et saisonnalité

$$\hat{Y}_t(h) = (S_t + h \times T_t) \times I_{t+h-s} \quad (19)$$

Formules de lissage

$$S_t = \alpha \times \left(\frac{Y_t}{I_{t-s}} \right) + (1-\alpha) \times (S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (20)$$

$$T_t = \beta \times (S_t - S_{t-1}) + (1-\beta) \times T_{t-1} \quad (21)$$

$$I_t = \gamma \times \left(\frac{Y_t}{S_t} \right) + (1-\gamma) \times I_{t-s} \quad (22)$$

S_t : estimation du niveau moyen désaisonnalisé pour la période t

T_t : estimation de la pente pour la période t

I_t : estimation de l'indice saisonnier à la période t

Pour les valeurs initiales des paramètres, on utilise les mêmes valeurs pour T_0 et S_0 que précédemment.

Tableau 4.4 Prévision la méthode de Winters

Forage F1

Le temp (Semaine))	DATE	VP=Qt (m3/semaine)	(Lt) Lissage de la série moyenne $y_1=I_1$	(Tt) Lissage de la tendance $T_1=0$	prévision (méthode de Holt)	(It) Lissage de la saisonnalité $I_1=Vp/moy$	Prévision (Méthode de Winnters)
1	S12011	1987				1,01	
2	S22011	2082				1,05	
3	S32011	1854	1 974,33	0,00		1,01	
4	S42011	2257	1 832,46	-24,60	1 974,33	1,14	1 997,54
5	S5 2011	1995	2 085,37	23,52	1 807,86	1,03	4 343,25
6	S62011	2099	1 872,46	-17,48	2 108,89	1,08	4 020,55
7	S72011	1885	1 971,49	2,72	1 854,99	1,01	4 317,99
8	S82011	2007	1 819,24	-24,15	1 974,21	1,06	3 861,40
9	S92011	2034	1 922,23	-2,10	1 795,10	1,06	4 037,69
10	S102011	2111	1 914,12	-3,14	1 920,13	1,09	3 943,04
11	S112011	2354	1 962,94	5,87	1 910,98	1,15	4 161,95
12	S122011	2133	2 099,94	28,61	1 968,80	1,07	4 463,83
13	S132011	2576	1 946,50	-2,96	2 128,55	1,22	4 362,05
14	S142011	2885	2 244,89	49,29	1 943,54	1,26	4 970,29
15	S152011	3125	2 340,89	57,39	2 294,19	1,30	5 269,59
16	S162011	3547	2 454,43	67,13	2 398,28	1,39	6 040,69
17	S172011	3662	2 652,85	89,89	2 521,55	1,38	6 728,71
18	S182011	2830	2 675,99	78,32	2 742,75	1,19	7 155,97
19	S192011	3074	2 289,75	-2,24	2 754,31	1,28	6 458,27
20	S202011	3343	2 478,92	30,95	2 287,51	1,32	6 458,05
21	S212011	2706	2 576,26	42,47	2 509,87	1,16	6 293,64
22	S222011	3868	2 245,12	-22,32	2 618,73	1,49	5 909,09
23	S232011	3036	2 948,88	103,58	2 222,80	1,22	7 253,54
24	S242011	3379	2 385,33	-12,10	3 052,46	1,34	6 310,01
25	S252011	2821	2 633,21	32,98	2 373,23	1,18	7 262,16
26	S262011	2115	2 302,75	-30,04	2 666,19	1,03	5 909,30
27	S272011	2480	1 957,18	-84,75	2 272,71	1,17	5 100,80
28	S282011	2746	2 229,04	-22,91	1 872,43	1,21	4 939,84
29	S292011	3193	2 301,42	-6,39	2 206,13	1,31	4 944,22
30	S302011	3518	2 527,14	33,86	2 295,03	1,36	5 915,37
31	S312011	3719	2 639,57	47,48	2 560,99	1,39	6 554,15
32	S322011	2185	2 719,32	53,08	2 687,05	1,04	7 220,48
33	S332011	2633	1 985,85	-83,31	2 772,39	1,21	5 649,03
34	S342011	2950	2 307,64	-13,06	1 902,54	1,25	5 757,09

35	S352011	2267	2 388,81	3,27	2 294,58	1,07	5 263,22
36	S362011	2528	2 012,38	-62,57	2 392,08	1,18	5 026,54
37	S372011	2931	2 215,97	-16,41	1 949,81	1,26	5 200,45
38	S382011	2250	2 385,14	15,77	2 199,55	1,08	5 265,93
39	S392011	1562	1 993,43	-54,89	2 400,91	0,90	4 931,80
40	S402011	1877	1 619,32	-110,24	1 938,54	1,05	3 973,06
41	S412011	1254	1 881,10	-45,73	1 509,08	0,83	3 749,62
42	S422011	1576	1 411,80	-119,18	1 835,37	1,00	2 801,81
43	S432011	1892	1 695,74	-49,28	1 292,62	1,07	3 236,41
44	S442011	2017	1 811,71	-20,63	1 646,46	1,09	3 187,40
45	S452011	1602	1 856,67	-9,25	1 791,08	0,96	3 783,37
46	S462011	1918	1 596,02	-52,84	1 847,42	1,10	3 495,45
47	S472011	2240	1 843,97	-0,69	1 543,17	1,17	3 792,11
48	S482011	1558	1 968,46	21,02	1 843,28	0,95	3 955,93
49	S492011	1752	1 559,35	-53,57	1 989,48	1,05	3 609,08
50	S502011	1400	1 731,91	-14,36	1 505,79	0,91	3 728,46
51	S512011	1622	1 464,91	-58,16	1 717,55	1,03	2 940,91
52	S522011	1498	1 655,41	-15,05	1 406,75	0,95	3 262,50

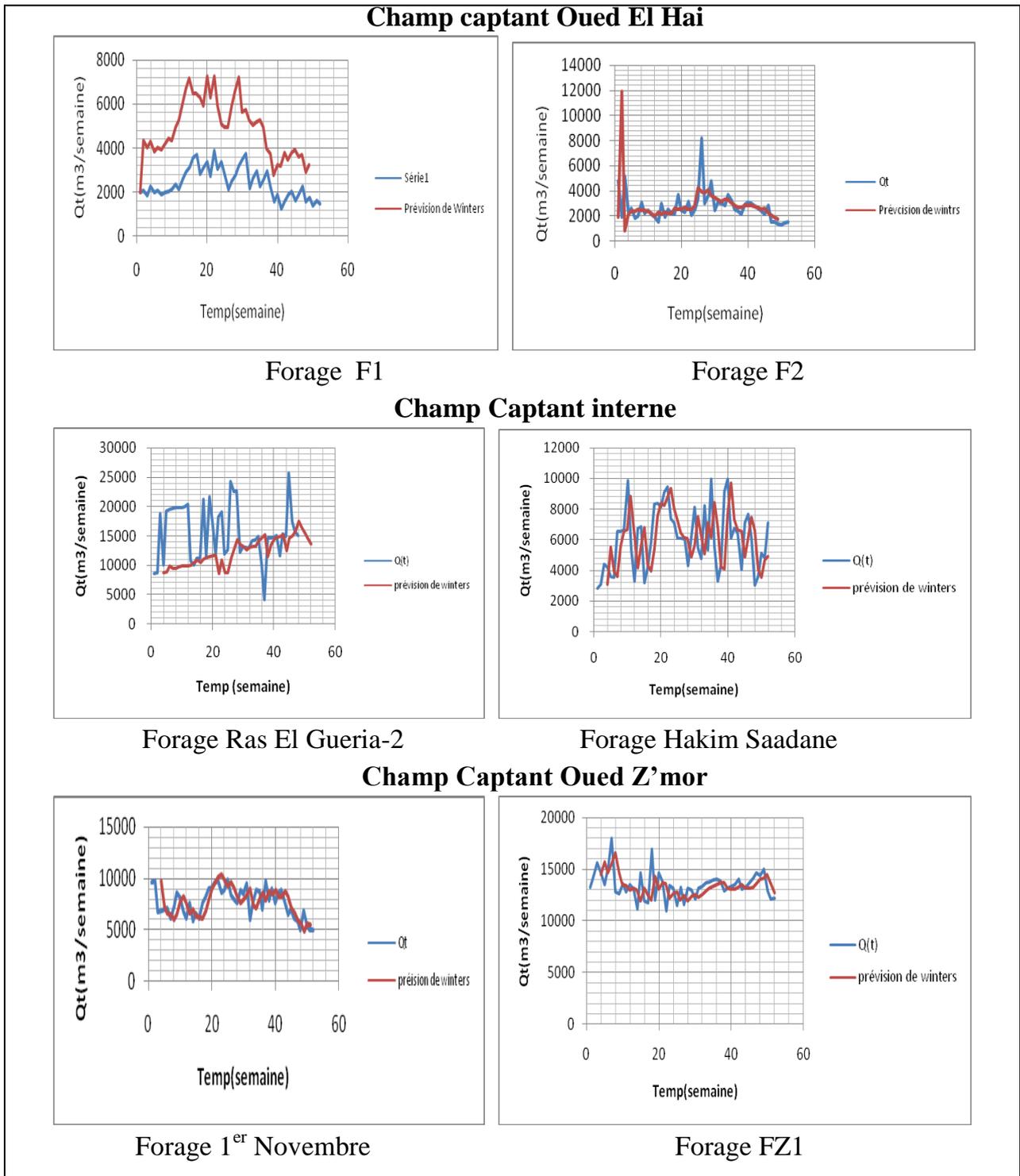


Figure 4.1. Prévision de Winters

Choix des constantes de lissage α , β et γ

$$\hat{Y}_t = (S_{t-1} + T_{t-1}) \times I_{t-s}$$

= prévision de Y_t calculée à l'instant $t-1$

$$Y_t - \hat{Y}_t = \text{erreur de prévision}$$

$$\text{On recherche } \alpha, \beta, \gamma \text{ minimisant } \sum (Y_t - \hat{Y}_t)^2$$

4.3.3 Rôle de la constante de lissage

Nous avons observé précédemment les conséquences de deux choix extrêmes : $\alpha = 0$ et $\alpha = 1$.

Un compromis doit donc être trouvé entre stabilité, c'est-à-dire effacement des variations purement aléatoires, et rapidité de réponse pour repérer des changements de tendance. Le paramètre α , appelé la constante de lissage, joue un rôle très important :

- lorsque α est proche de 0, la pondération s'étale sur un grand nombre de termes du passé, la mémoire du phénomène étudié est forte et la prévision est peu réactive aux dernières observations ;
- lorsque α est proche de 1, les observations les plus récentes ont un poids prépondérant sur les termes anciens, la mémoire du phénomène est faible et le lissage est très réactif aux dernières observations.

4.4. Comment choisir le coefficient de lissage ?

4.4.1. Principes généraux

Pour débiter le processus de lissage, il convient de choisir une valeur pour la constante α (par exemple $\alpha = 0,3$). Ce choix est très important car il conditionne la prévision future à travers le degré de pondération que l'on affecte au passé récent et au passé lointain.

Diverses procédures d'estimation de α ont été établies ; la plus classique consiste à retenir une valeur qui minimise l'écart entre la prévision et la réalisation sur la partie connue de la chronique. Une autre approche consiste à élaborer des procédures de régulation et de contrôle qui permettent de modifier la constante du lissage. Ainsi, en cas de divergence systématique de la prévision, α s'ajuste automatiquement en vue de s'adapter à ce changement de structure.

4.4.2. Valeur de α qui minimise la somme des carrés des erreurs de prévision

C'est la technique de calcul la plus couramment employée, son principe est simple : pour un intervalle donné de valeurs de α ($\alpha_1 ; \alpha_2$) avec un « pas » assez fin (0,05 par exemple), les prévisions sont simulées et la somme des carrés des erreurs de prévision est alors calculée.

Nous retenons la valeur de α qui rend minimum la somme des carrés des écarts. Cette technique peut être

Généralisée pour la détermination des trois coefficients (α , β , γ). L'utilisation du « **SOLVEUR** » sur les tableurs permet sans trop de difficultés de résoudre ce problème.

La démarche peut être illustrée de la manière suivante :

On cherche la valeur du coefficient de lissage qui minimise la somme des carrés des erreurs de prévision passée.

A titre d'illustration, recherche des coefficients de lissage optimaux dans un modèle de Holt-Winters

Conclusion

La prévision en eau à une échelle plus fine (au pas de temps mensuel ou journalier par exemple) pourrait constituer un outil d'aide à la décision en temps réel et servir pour l'exploitant à la définition de la conduite optimale des ouvrages hydrauliques (battements des réservoirs, pompages ...) de manière à minimiser les coûts de production sur le pas de temps suivant. Un tel outil pourrait prendre en compte d'autres types de paramètres explicatifs de la demande en

eau tels que: les conditions climatiques (températures, pluviométrie et humidité) et les variations saisonnières de certaines activités: professionnelles (fins de semaine), scolaires (départs en vacances), touristiques ou industrielles. La mise en œuvre d'un tel outil nécessite un parc de mesure et une informatisation relativement développés pour la collecte et le dépouillement des données de base de l'outil d'aide à la décision en temps réel.

Chapitre 5

Validation des modèles de consommation

Introduction

Le modèle présenté au chapitre précédent peut être utilisé pour générer un estimateur de la consommation hebdomadaire à venir, les différentes composantes déterministes extraites des données de production d'eau potable se veulent un reflet des tendances et des cycles passés. Leurs reconstitution peut donc permettre la validation de données. La figure N 22 résume les étapes de prévision.

L'objectif de toute méthodologie prévisionnelle est de décomposer la série, que l'on cherche à prévoir, en composantes fondamentales afin de les isoler, puis de les extrapoler indépendamment les unes des autres. La prévision finale est obtenue en réagrégeant tous ces phénomènes.

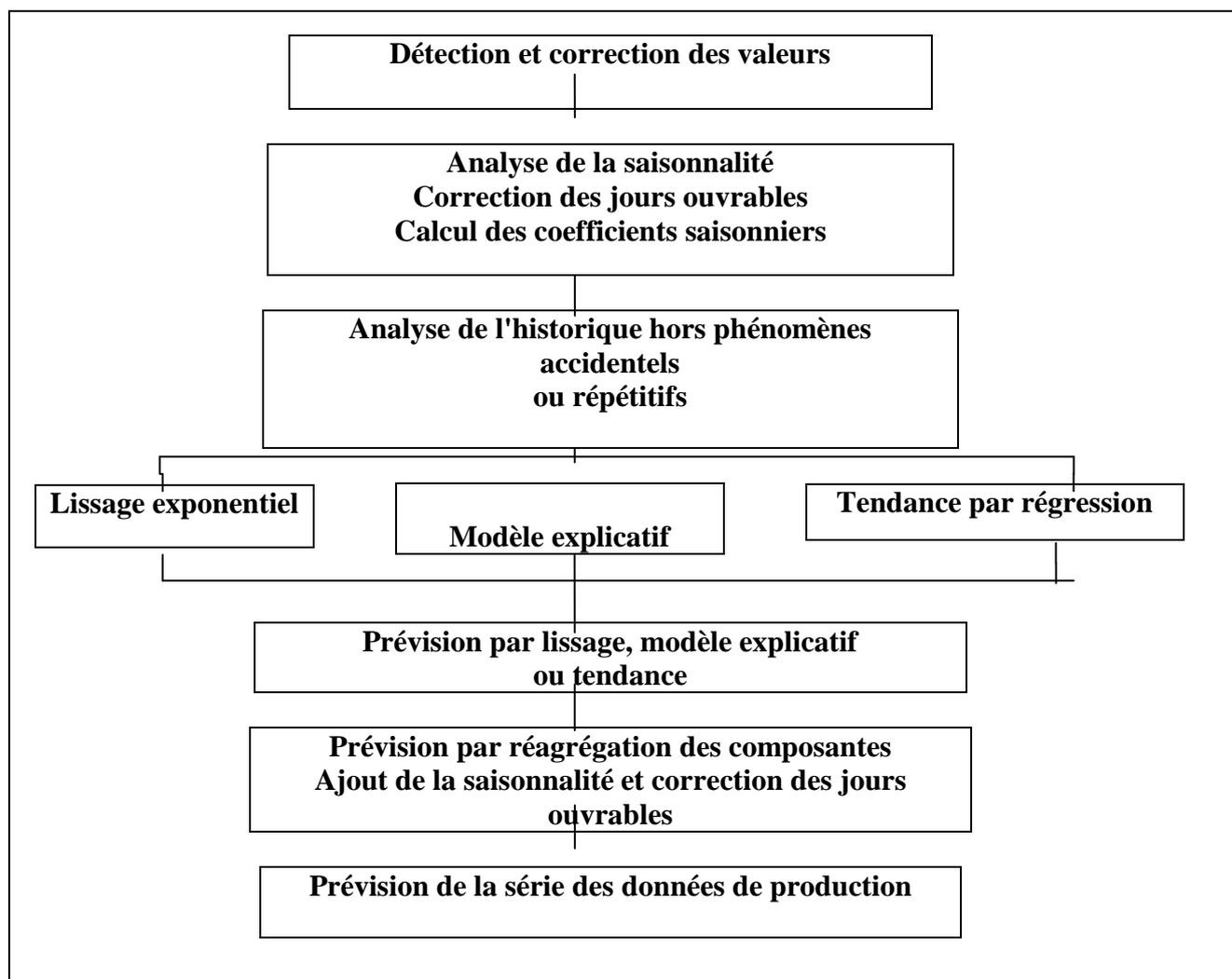


Figure 5.1 les étapes classiques de la prévision. [24]

00

Le modèle présenté au chapitre précédent peut être utilisé pour générer un estimateur de la consommation hebdomadaire à venir, les différentes composantes déterministes extraites des données de production d'eau potable se veulent un reflet des tendances et des cycles passés. Leurs reconstitution peut donc permettre la validation de données. La figure 5.1

5.1. MODELES ET METHODES D'ESTIMATIONS.

Pour estimer la fonction de demande en eau potable pour la wilaya de Biskra, nous avons fait Appel à des données spécifiques aux consommateurs (L'indice de compteur hebdomadaire, Volume produit, Volume perdu, nombre d'heures d'eau par jour), à des données relatives à eau (qualité de l'eau, présence d'autres ressources d'approvisionnement, qualité du service...),

La méthode de Holt-Winters est présentée les différents indices, paramètres, intrants périodiques et variables prévisionnelles .Puis, nous présentons l'équation (20) à(22) d'estimation des trois composantes structurelles de ce modèle, soit le niveau moyen désaisonnalisé S_t , la pente T_t et l'indice saisonnier I_t . Enfin l'équation (19) formalise la prévision faite h périodes.

notre modèle se présentera ainsi :

$$\boxed{\hat{Y}_t(h) = (S_t + h \times T_t) \times I_{t+h-s}} \quad (19)$$

$\hat{Y}_t(h)$: Prévision pour la période h

t : Période du temps

h : nombre de période à l'avance pour lesquelles une prévision doit être obtenue

S_t : le niveau moyen désaisonnalisé

T_t : la pente

I_t : l'indice saisonnier

5.2. Résultats et Analyse

Les résultats de l'analyse des séries temporelles des données de production de la ville de Biskra apparaissant sur les figures suivants .cette dernière présente les impacts des composantes pour les séries chronologiques de la zone à l'étude . La partie suivante présente une comparaison des résultats obtenus en utilisant la méthode Holt-Winters, qui permet d'ajuster les indices saisonniers à chacun des périodes en fonction de sa position dans la saison.

Tableau 5.1. Les méthodes de la prévision par lissage exponentiel

(Forage F1 données 2011)

DATE	VP=Qt (m3/semaine)	Série lissée S $s_t = \alpha y_t - 1 + (1 - \alpha)s_{t-1}$	Prévision (Lissage)	Série Lissée SS	prévision (méthode de Holt)	Prévision Méthode de Winnters
S12011	1987					
S22011	2082	2 005,41	1 999,72	2 005,41		
S32011	1854	2 059,41	2 091,67	2 040,84		
S42011	2257	1 948,60	1 848,36	1 986,70	1 974,33	1 997,54
S5 2011	1995	2 118,98	2 286,81	2 060,40	1 807,86	4 343,25
S62011	2099	2 083,11	2 060,94	2 095,44	2 108,89	4 020,55
S72011	1885	2 055,13	2 005,43	2 064,75	1 854,99	4 317,99
S82011	2007	1 968,12	1 891,68	1 998,04	1 974,21	3 861,40
S92011	2034	1 965,59	1 960,51	1 966,46	1 795,10	4 037,69
S102011	2111	2 022,75	2 093,61	2 003,10	1 920,13	3 943,04
S112011	2354	2 076,41	2 108,35	2 057,97	1 910,98	4 161,95
S122011	2133	2 280,00	2 494,16	2 210,01	1 968,80	4 463,83
S132011	2576	2 209,51	2 136,48	2 233,75	2 128,55	4 362,05
S142011	2885	2 421,73	2 647,64	2 348,77	1 943,54	4 970,29
S152011	3125	2 770,65	3 097,85	2 650,69	2 294,19	5 269,59
S162011	3547	3 052,03	3 343,98	2 955,29	2 398,28	6 040,69
S172011	3662	3 402,45	3 750,31	3 281,97	2 521,55	6 728,71
S182011	2830	3 620,50	3 852,25	3 545,53	2 742,75	7 155,97
S192011	3074	3 107,94	2 573,65	3 284,16	2 754,31	6 458,27
S202011	3343	2 999,66	2 901,95	3 036,88	2 287,51	6 458,05
S212011	2706	3 251,05	3 499,89	3 164,62	2 509,87	6 293,64
S222011	3868	2 923,04	2 608,73	3 035,81	2 618,73	5 909,09
S232011	3036	3 460,38	3 976,00	3 275,64	2 222,80	7 253,54
S242011	3379	3 331,59	3 213,37	3 375,87	3 052,46	6 310,01
S252011	2821	3 261,61	3 189,07	3 285,67	2 373,23	7 262,16
S262011	2115	3 010,88	2 773,85	3 097,08	2 666,19	5 909,30
S272011	2480	2 349,62	1 666,63	2 576,96	2 272,71	5 100,80
S282011	2746	2 364,06	2 389,07	2 359,09	1 872,43	4 939,84
S292011	3193	2 655,08	2 943,56	2 555,02	2 206,13	4 944,22
S302011	3518	3 037,35	3 433,32	2 905,92	2 295,03	5 915,37
S312011	3719	3 398,15	3 737,22	3 274,11	2 560,99	6 554,15
S322011	2185	3 659,44	3 931,30	3 569,61	2 687,05	7 220,48

S332011	2633	2 712,93	1 763,88	3 038,35	2 772,39	5 649,03
S342011	2950	2 477,01	2 254,78	2 558,12	1 902,54	5 757,09
S352011	2267	2 832,90	3 167,07	2 710,54	2 294,58	5 263,22
S362011	2528	2 511,37	2 200,40	2 621,91	2 392,08	5 026,54
S372011	2931	2 438,80	2 363,69	2 463,75	1 949,81	5 200,45
S382011	2250	2 790,48	3 155,86	2 669,57	2 199,55	5 265,93
S392011	1562	2 476,02	2 139,84	2 584,13	2 400,91	4 931,80
S402011	1877	1 808,08	1 150,72	2 037,73	1 938,54	3 973,06
S412011	1254	1 769,23	1 727,84	1 782,59	1 509,08	3 749,62
S422011	1576	1 466,23	1 176,92	1 570,40	1 835,37	2 801,81
S432011	1892	1 457,18	1 426,41	1 460,29	1 292,62	3 236,41
S442011	2017	1 792,90	2 139,19	1 677,48	1 646,46	3 187,40
S452011	1602	1 974,56	2 153,67	1 912,10	1 791,08	3 783,37
S462011	1918	1 742,72	1 524,57	1 822,42	1 847,42	3 495,45
S472011	2240	1 801,24	1 838,05	1 781,12	1 543,17	3 792,11
S482011	1558	2 138,84	2 487,00	2 022,77	1 843,28	3 955,93
S492011	1752	1 793,01	1 444,63	1 911,91	1 989,48	3 609,08
S502011	1400	1 683,34	1 588,33	1 721,04	1 505,79	3 728,46
S512011	1622	1 512,27	1 320,45	1 571,09	1 717,55	2 940,91
S522011	1498	1 554,25	1 607,77	1 539,82	1 406,75	3 262,50

Champ captant Oued el Hai

Forage F1 *

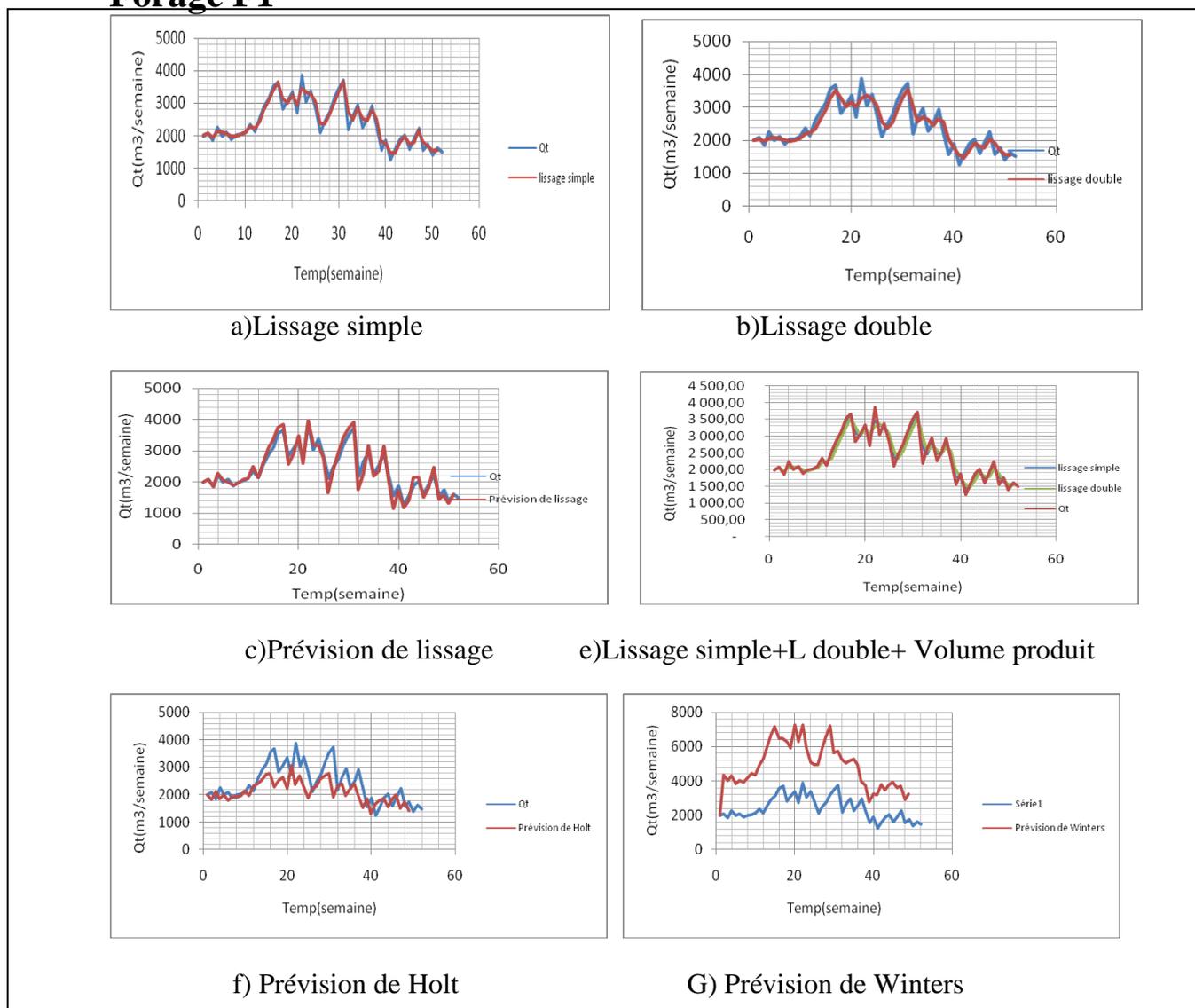


Figure 5.2. Prédiction par lissage exponentiel 2011 avec

$$\alpha = 0,65619255, \beta = 0,17339757, \gamma = 0,58731888$$

La figure 5.2 illustre une comparaison de demande de l'eau potable observée de l'année 2011 et la prévision hebdomadaire obtenues par lissage exponentiel et en utilisant la méthode de Holt-Winters de calcul indices saisonniers initiaux proposée

Tableau 5.2. Les méthodes de la prévision par lissage exponentiel

(Forage F1 données 2012)

DATE	VP=Qt (m3/semaine)	Série lissée S $s_t = \alpha y_t - 1 + (1 - \alpha)s_{t-1}$	Prévision (Lissage) $\hat{y} = s_t + es_2$	Série Lissée SS	prévision (méthode de Holt)	Prévision (Méthode de Winnters)
S12012	3180					
S22012	3181	3 198,41	3 335,80	3 198,41		
S32012	3184	3 191,66	42 430,50	3 194,52		
S42012	4377	3 075,38	1 828 252,92	3 124,64	3 181,67	3 182,27
S5 2012	3168	3 819,40	318 561,94	3 504,22	3 183,42	8 048,79
S62012	3176	3 753,17	280 957,03	3 781,23	3 882,29	6 700,61
S72012	3116	3 240,11	102 172,22	3 457,45	3 086,89	7 007,03
S82012	3480	3 053,12	229 866,21	3 132,33	3 235,60	6 167,55
S92012	2737	3 273,59	202 371,92	3 180,19	3 156,83	6 807,78
S102012	2966	3 124,76	14 808,70	3 187,81	3 396,59	5 781,77
S112012	2297	2 936,48	691 693,11	3 016,24	2 915,77	6 168,29
S122012	2147	2 492,11	89 953,48	2 680,36	3 171,59	4 861,07
S132012	3148	2 158,33	1 168 671,45	2 299,73	2 691,28	4 675,01
S142012	3126	2 796,96	146 976,52	2 526,42	2 681,69	5 704,66
S152012	3433	3 202,81	4 783,39	3 030,89	3 418,61	5 840,85
S162012	2897	3 214,65	75 189,15	3 209,64	3 147,27	6 904,99
S172012	3064	3 071,85	9 883,56	3 132,35	3 402,16	5 963,91
S182012	3176	3 066,27	28 796,53	3 068,63	3 026,61	6 315,07
S192012	3995	3 196,05	373 495,37	3 141,07	3 221,16	6 152,98
S202012	3147	3 559,76	135 608,13	3 405,68	3 229,63	7 500,93
S212012	2757	3 454,02	371 463,58	3 498,81	3 714,68	6 530,71
S222012	3048	2 995,22	13 696,59	3 189,58	3 132,43	6 150,06
S232012	4301	2 992,22	1 253 701,46	2 993,49	3 011,70	6 010,49
S242012	3018	3 681,91	381 330,67	3 389,74	3 232,78	7 659,50
S252012	3053	3 509,30	137 402,95	3 582,42	3 916,66	6 471,09
S262012	2933	3 111,18	19 370,48	3 279,84	3 075,17	6 762,68
S272012	3848	3 051,33	370 579,76	3 076,69	3 244,42	5 830,44
S282012	2854	3 372,09	223 067,34	3 236,21	3 121,49	7 265,25
S292012	2870	3 222,87	72 122,39	3 286,08	3 734,78	6 001,73
S302012	2938	2 936,23	5 686,10	3 057,66	3 020,79	6 270,16
S312012	4190	2 976,69	1 049 265,79	2 959,55	3 166,43	5 740,45
S322012	2877	3 571,33	419 538,23	3 319,42	3 166,11	7 641,77

S332012	2840	3 381,01	206 442,60	3 461,63	3 956,75	6 186,20
S342012	2801	2 928,68	8 859,68	3 120,30	3 047,76	6 397,83
S352012	4119	2 885,02	1 091 891,76	2 903,52	3 171,99	5 547,07
S362012	2851	3 472,37	330 651,46	3 223,55	3 110,33	7 517,91
S372012	2815	3 335,94	188 718,23	3 393,74	3 992,64	6 081,90
S382012	2765	2 903,26	10 575,15	3 086,56	3 062,34	6 355,92
S392012	3678	2 853,68	404 676,53	2 874,68	3 188,29	5 482,04
S402012	2776	3 202,94	145 757,40	3 054,98	3 118,64	6 875,27
S412012	2700	3 105,90	102 654,77	3 147,01	3 747,09	5 793,41
S422012	3058	2 805,21	94 896,61	2 932,59	3 052,70	5 933,42
S432012	3300	2 973,84	21 397,56	2 902,40	3 133,71	5 847,50
S442012	2681	3 109,19	146 610,95	3 051,85	3 350,39	6 311,03
S452012	2675	2 891,01	18 673,35	2 983,44	3 435,52	5 682,82
S462012	2717	2 750,55	3 043,63	2 810,05	3 039,47	5 616,65
S472012	3416	2 766,70	213 326,99	2 759,86	3 126,17	5 354,33
S482012	2682	3 031,59	94 472,21	2 919,38	3 129,00	6 416,17
S492012	2179	2 939,48	454 879,33	2 978,50	3 599,51	5 570,27
S502012	2696	2 462,92	81 748,96	2 664,80	3 029,06	4 980,61
S512012	3674	2 542,31	884 433,06	2 508,68	2 791,86	5 249,31
S522012	1498	3169,23015	2640636,903	2903,6505	3252,35703	6420,365

Forage F1 *

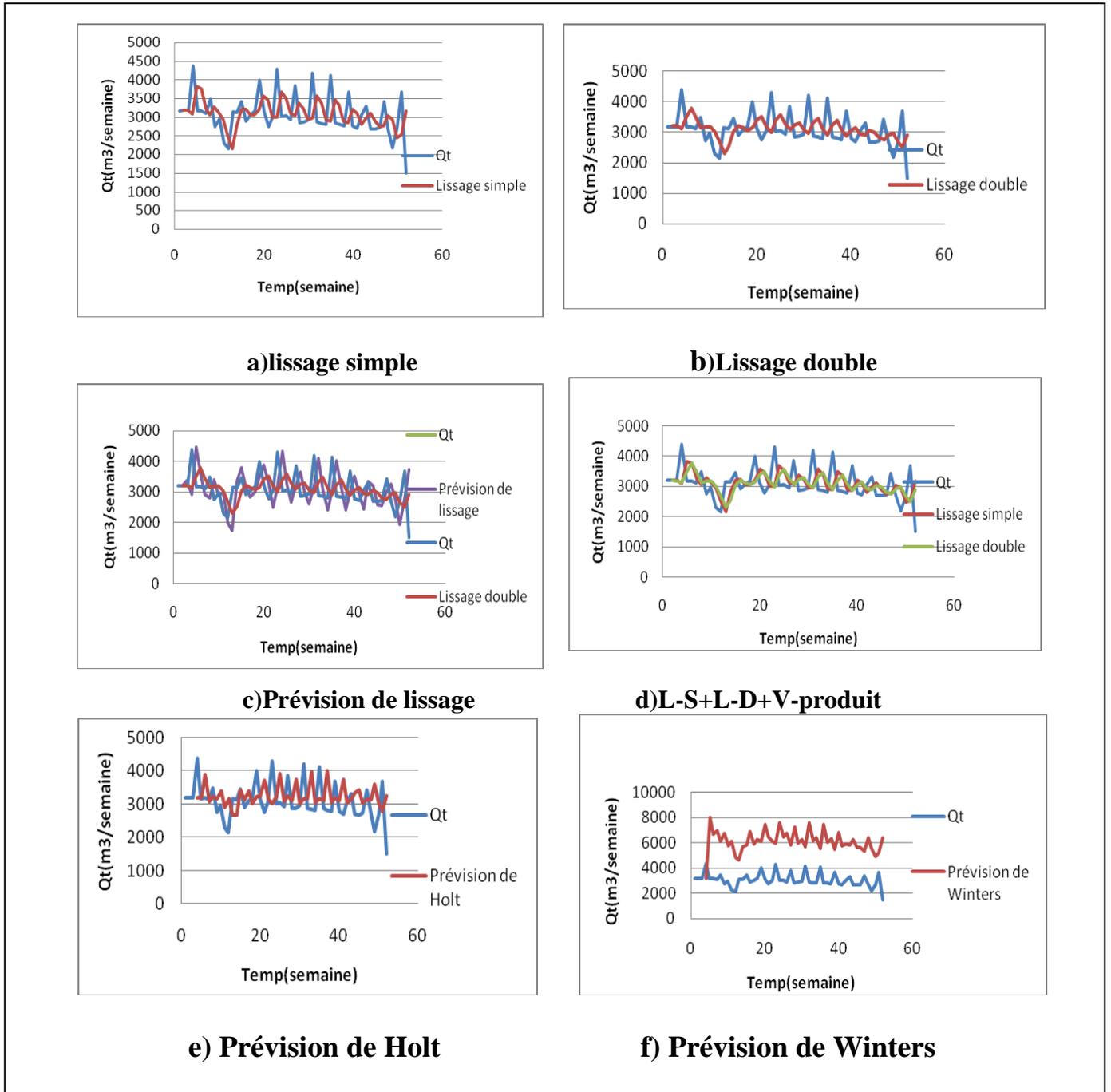
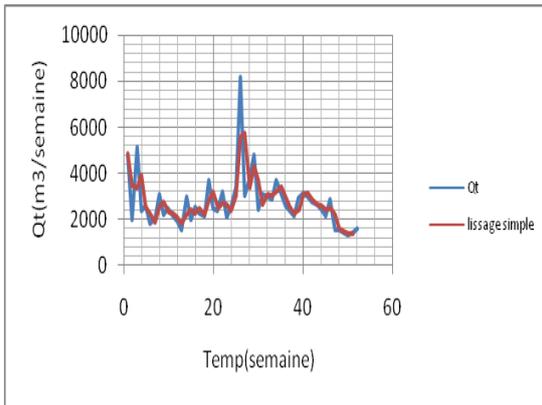


Figure 5.3. Prédiction par lissage exponentiel 2012 avec

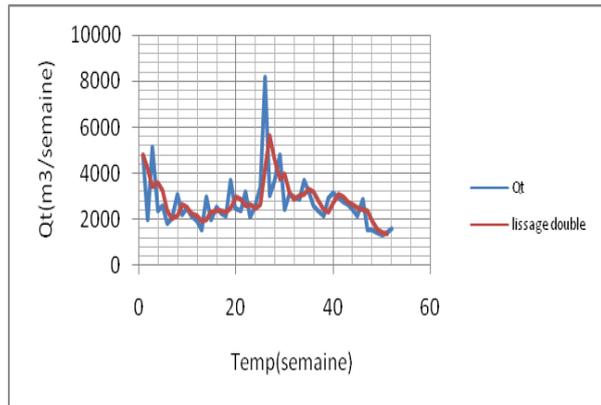
$$\alpha= 0,57637495, \beta= 0,01653058, \gamma= 0,70535556$$

La figure 5.3 présente les prévisions hebdomadaire obtenues à l'aide de la méthode Holt-Winters, en comparant la série temporelle et la prévision hebdomadaire est semblable au cours de l'année 2012.

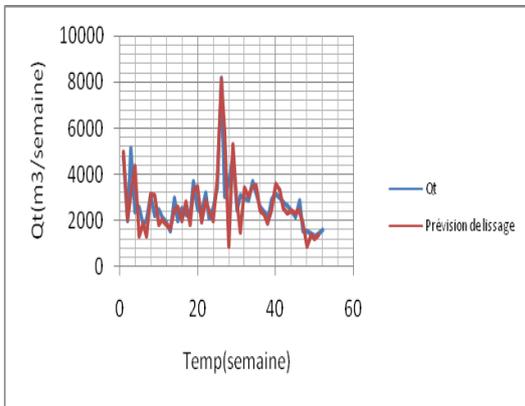
Forage F4



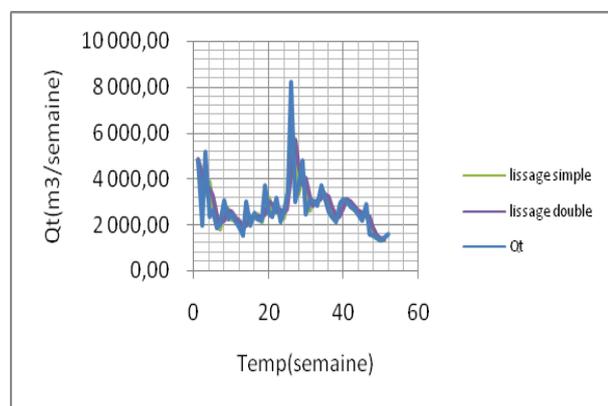
a) Lissage simple



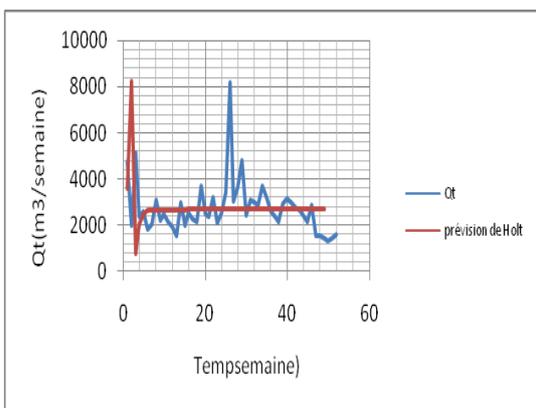
b) Lissage double



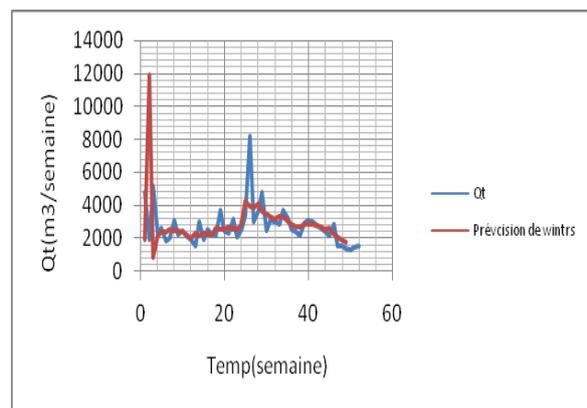
c) Prédiction de lissage



e) Lissage simple+L double+ Volume produit



f) Prédiction de Holt



G) Prédiction de Winters

Figure 5.4. Prédiction par lissage exponentiel 2011 avec

$$\alpha=0,46020936, \beta=0,74401333, \gamma=0,27493682$$

Forage F4

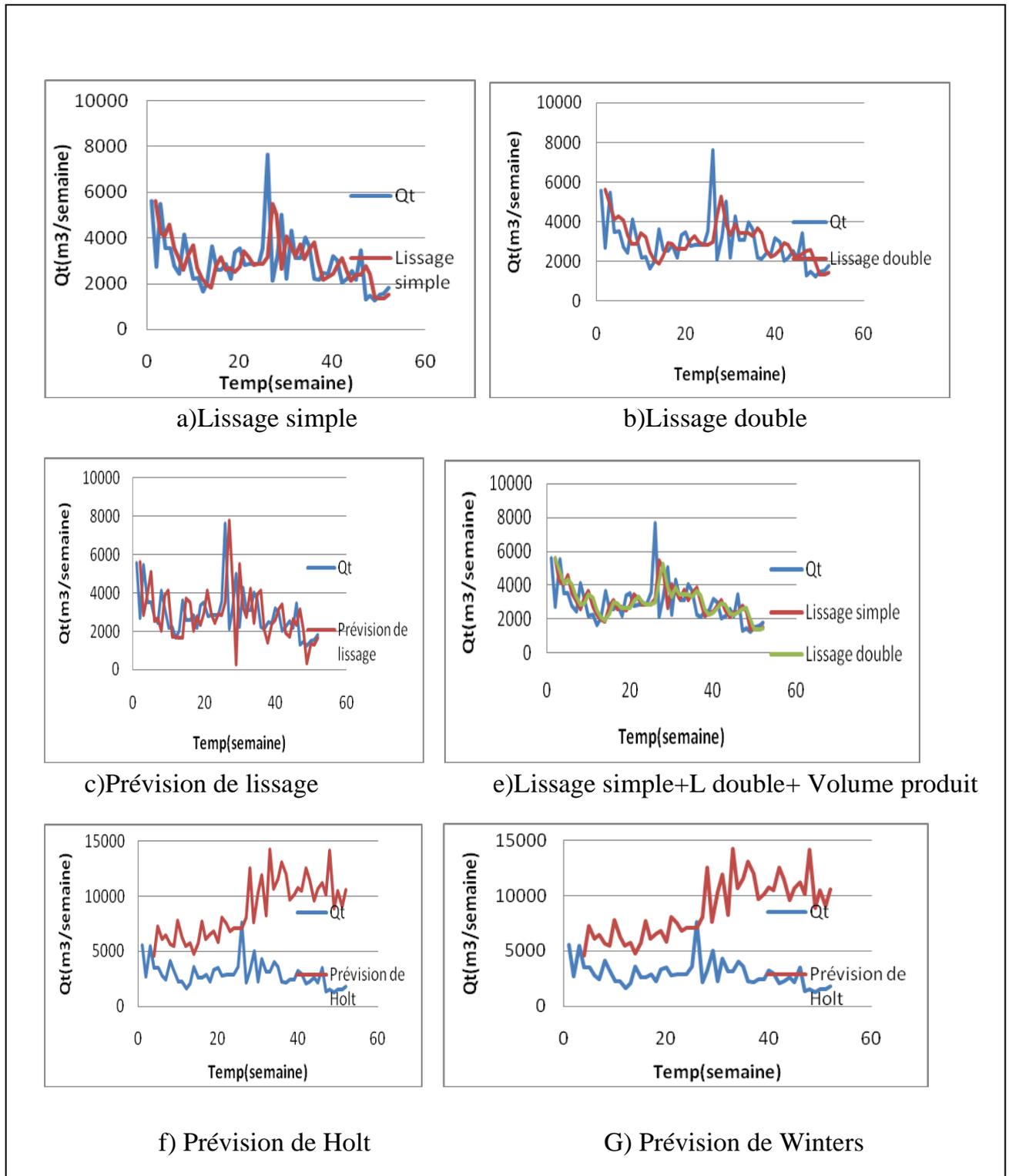


Figure 5.5. Prédiction par lissage exponentiel 2012 avec

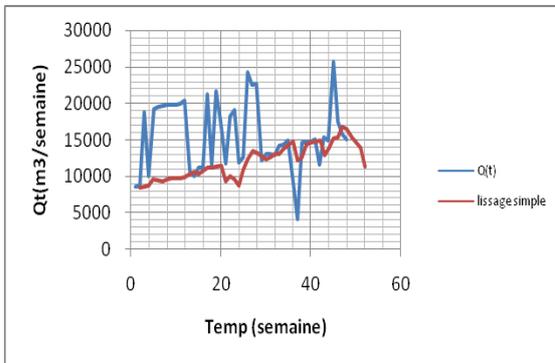
$$\alpha = 0,47530131, \beta = 0,20025071, \gamma = 0,89384877$$

**Tableau 5.3. Les méthodes de la prévision par lissage exponentiel
(Forage Ras El Gueria 02 données 2011)**

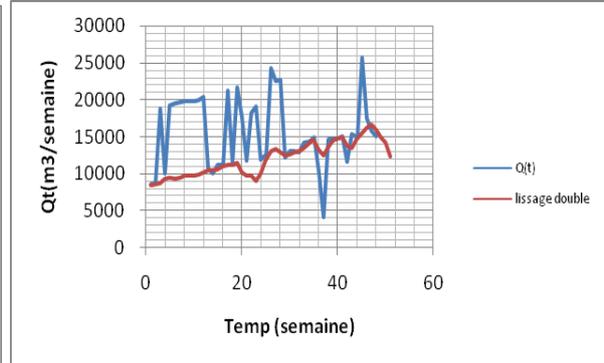
DATE	VP=Qt (m3/semaine)	Série lissée $st = \alpha y_t - 1 + (1 - \alpha)st - 1$	Prévision (Lissage) $\hat{y} = st + es_2$	Série Lissée SS	prévision (méthode de Holt)	Prévision (Méthode de Winnters)
S12011	8597					
S22011	8705	8 485,77	66 488,01	8 485,77		
S32011	8831	8 631,29	41 748,88	8 573,69		
S42011	10001	8 778,97	1 776 047,28	8 720,52	9 033,50	8 705,00
S5 2011	9211	9 595,78	255 625,31	9 272,50	9 128,51	8 923,88
S62011	9456	9 498,95	9 954,54	9 537,28	9 945,12	9 867,08
S72011	9688	9 328,06	126 432,08	9 395,70	9 615,50	9 479,64
S82011	9744	9 594,02	75 817,59	9 488,76	9 668,00	9 536,98
S92011	9797	9 779,68	18 599,83	9 706,20	9 846,24	9 739,85
S102011	9855	9 751,31	25 451,46	9 762,54	9 935,02	9 838,67
S112011	9988	9 801,08	38 427,44	9 781,38	9 990,68	9 899,19
S122011	10446	9 933,20	394 527,80	9 880,91	10 039,37	9 951,89
S132011	10843	10 322,58	177 758,26	10 168,47	10 141,48	10 066,84
S142011	10109	10 661,16	292 144,98	10 527,15	10 499,12	10 480,00
S152011	11155	10 368,54	601 319,48	10 484,35	10 890,21	10 932,84
S162011	11205	10 738,85	339 648,62	10 592,29	10 465,29	10 428,94
S172011	11234	11 243,06	25 712,82	11 043,50	11 065,62	11 130,23
S182011	11419	11 197,80	70 150,35	11 215,72	11 279,73	11 375,22
S192011	11645	11 314,81	108 944,61	11 268,50	11 347,17	11 446,89
S202011	7698	11 553,39	14 059 321,89	11 458,97	11 479,14	11 595,65
S212011	11734	9 318,00	5 321 264,70	10 202,73	11 663,31	11 806,64
S222011	8232	10 111,90	3 463 380,04	9 797,69	8 868,78	8 607,74
S232011	9132	9 587,06	233 120,55	9 794,79	10 867,12	10 947,79
S242011	11890	8 773,63	10 401 158,98	9 095,57	8 960,43	8 758,85
S252011	12587	10 856,28	2 633 602,03	10 032,00	8 959,95	8 770,35
S262011	14191	12 286,42	3 722 472,49	11 720,40	11 044,62	11 233,35
S272011	12575	13 525,20	950 407,13	13 034,91	12 170,67	12 584,48
S282011	12711	13 212,42	168 501,29	13 336,21	13 621,51	14 355,52
S292011	12230	12 715,02	368 232,65	12 911,88	12 905,96	13 452,99
S302011	13038	12 395,65	453 228,26	12 522,05	12 694,00	13 180,18
S312011	13118	12 687,24	183 281,29	12 571,83	12 247,18	12 629,94

S322011	12991	13 084,18	13 285,26	12 927,07	12 640,83	13 101,35
S332011	14241	13 099,11	1 075 351,21	13 093,20	12 807,06	13 295,67
S342011	14382	13 721,55	478 916,73	13 475,20	12 750,34	13 219,38
S352011	14950	14 295,23	420 119,31	14 068,18	13 586,93	14 236,62
S362011	10253	14 723,03	19 047 678,78	14 553,71	13 928,96	14 645,49
S372011	14176	12 169,84	3 602 925,87	13 180,35	14 397,60	15 211,93
S382011	14599	12 598,63	4 100 999,50	12 428,92	11 280,87	11 467,18
S392011	14683	14 400,62	84 442,34	13 687,42	12 936,33	13 479,41
S402011	14768	14 647,59	66 523,83	14 549,84	13 762,41	14 491,51
S412011	15063	14 792,21	40 252,27	14 734,97	14 071,40	14 864,41
S422011	11649	14 921,53	10 583 404,53	14 870,34	14 204,20	15 018,86
S432011	15329	12 969,23	5 498 099,98	13 741,92	14 422,47	15 280,02
S442011	14971	13 870,36	1 473 130,24	13 513,71	12 125,22	12 491,43
S452011	15689	15 170,54	181 007,08	14 655,95	13 900,16	14 676,05
S462011	17546	15 380,11	4 800 517,84	15 297,17	14 213,84	15 058,81
S472011	15844	16 780,06	926 502,26	16 225,99	14 790,93	15 770,32
S482011	15011	16 515,46	1 968 416,18	16 620,19	16 218,75	17 564,16
S492011	14532	15 398,54	1 071 415,88	15 840,60	15 486,13	16 620,26
S502011	13545	14 666,74	1 337 144,03	14 956,37	14 623,72	15 535,70
S512011	10050	13 854,81	15 009 334,19	14 176,16	13 980,81	14 741,15
S522011	9884	11 381,24	2 084 240,73	12 360,23	13 084,43	13 652,11

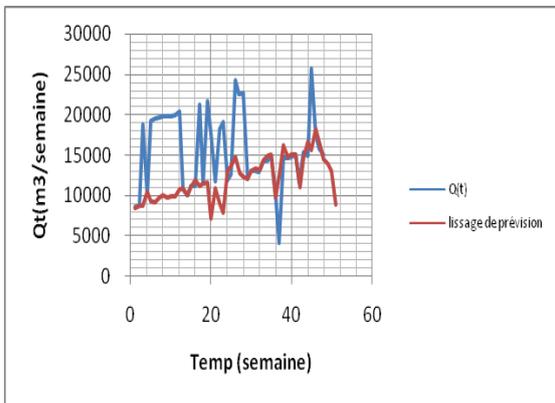
**Champ captant Injection directe
Forage Ras-El-Geriah N°2**



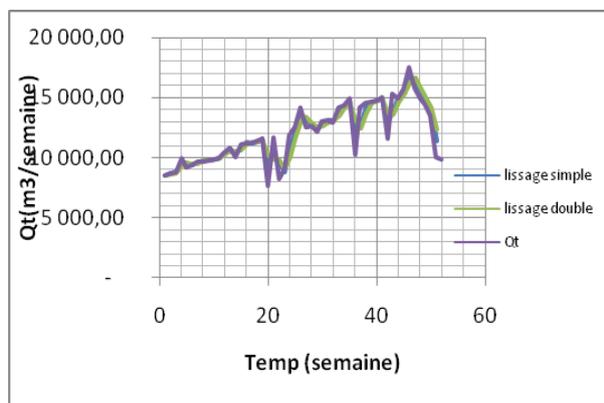
a) Lissage simple



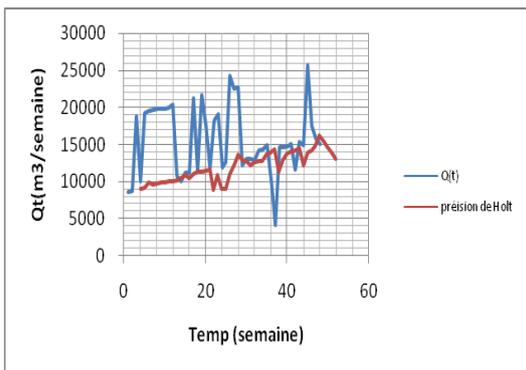
b) Lissage double



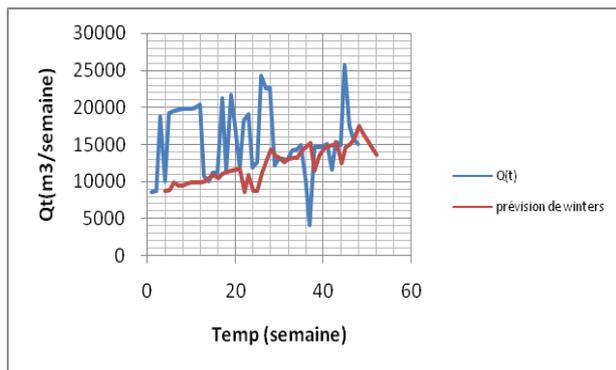
c) Prédiction de lissage



e) Lissage simple+L double+ Volume produit



f) Prédiction de Holt



G) Prédiction de Winters

Figure 5.6.: Prédiction par lissage exponentiel 2011 avec $\alpha=0,60421726, \beta=0,20258167, \gamma=0,12149723$

**Tableau 5.4. Les méthodes de la prévision par lissage exponentiel
(Forage Ras El Gueria 02 données 2012)**

DATE	VP=Qt (m3/semaine)	Série lissée $st = \alpha y_t - 1 + (1 - \alpha)st - 1$	Prévision (Lissage) $\hat{y} = st + es_2$	Série Lissée SS	prévision méthode de Holt	Prévision Méthode de Winnters
S12012	5180					
S22012	6304	4945,28966	2812685	4945,29		
S32012	5579	5746,04252	200471,6	5327,955		
S42012	5479	6413,71085	2043036	6065,109	5635,5	6304
S5 2012	5687	5613,52203	117015,7	6031,316	5295,844	5242,75
S62012	5881	5126,69634	1098455	5380,877	5390,977	5407,407
S72012	6651	5706,2937	2391163	5403,675	5518,145	5624,547
S82012	16754	6687,6987	91503102	6175,289	5643,963	5838,966
S92012	6999	11552,8121	24708411	9012,646	6060,891	6566,538
S102012	8059	11632,0305	10613883	11590,67	11030,49	18270,04
S112012	7600	7439,91762	584840	9628,698	7940,398	10494,3
S122012	8659	8291,74922	26160,67	7846,992	7136,555	8745,115
S132012	19052	8179,85289	1,09E+08	8238,276	6723,547	7901,685
S142012	9391	13165,3845	11967222	10562,35	7094,819	8622,756
S152012	6998	14369,5514	45871175	13740,83	11655,25	20033,82
S162012	18569	8699,52663	87778389	11659,95	8869,992	12615,82
S172012	12335	12601,3419	477893,4	10564,13	6973,717	8467,378
S182012	9180	15129,6508	31742779	13809,57	11325,03	19266,03
S192012	12336	10761,6476	4737640	13042,26	9565,361	14420,17
S202012	6711	11140,2904	24318169	10942,59	7931,059	10543,49
S212012	25087	9721,69376	2,23E+08	10462,37	8664,492	12193,81
S222012	12813	15032,3116	3634123	12259,54	6711,865	8032,777
S232012	10090	19155,8473	71693349	17002,87	14088,84	28688,02
S242012	11654	11963,8258	669281,4	15718,91	10570,32	17645,82

S252012	14780	10911,183	11934367	11460,79	8405,521	12061,29
S262012	12041	12687,6206	121389,6	11760,11	8254,929	11709,57
S272012	22273	13405,4463	89643928	13030,66	9374,354	14462,24
S282012	14568	17382,779	11011279	15306,14	8636,887	12607
S292012	13350	18664,7005	32857086	17995,39	12119,8	22277,03
S302012	8754	13525,7038	19858619	16208,87	10240,19	16739,14
S312012	9665	11088,0205	688803	12360,78	9278,31	14182,23
S322012	25470	9641,44671	2,35E+08	10396,73	7446,136	9921,078
S332012	8542	17291,6917	84023186	13297,36	7210,32	9467,122
S342012	13547	16920,1874	9357686	17114,16	13453,68	27413,32
S352012	4988	10868,1597	27893213	14028,04	9018,966	14176,02
S362012	13254	9908,91006	8099180	10409,75	8800,428	13621,34
S372012	5214	9011,94398	17764492	9480,267	5850,008	7117,289
S382012	12540	8951,59708	15260504	8983,105	8208,511	12597,38
S392012	15447	8649,32233	54731119	8807,146	5635,27	6932,607
S402012	8975	14381,2979	34909670	11388,53	7749,848	11863,06
S412012	14568	12427,9282	2985606	13447,82	8913,212	14984,15
S422012	14897	11187,5539	16222817	11835,18	7084,444	10312,33
S432012	6542	14659,5863	56531980	12846,77	8496,013	13988,35
S442012	12354	11356,3979	258044,1	13081,05	8799,671	14814,31
S452012	6998	9393,22308	7911139	10418,23	6264,483	8568,943
S462012	10254	9334,2307	1538736	9365,032	7527,635	11684,44
S472012	10080	8488,34512	4810902	8929,998	5886,162	7887,266
S482012	3718	10622,9454	54857547	9508,431	6613,15	9630,72
S492012	15546	7113,49518	63467870	8945,844	6657,753	9788,608
S502012	12006	8886,01244	11476663	7960,548	4391,093	5094,239
S512012	9987	13738,1657	10265756	11204,77	8818,942	16645,52
S522012	9254	11442,7567	7520028	12641,23	7653,315	13138,11

Forage Ras-El-Geriah N°2

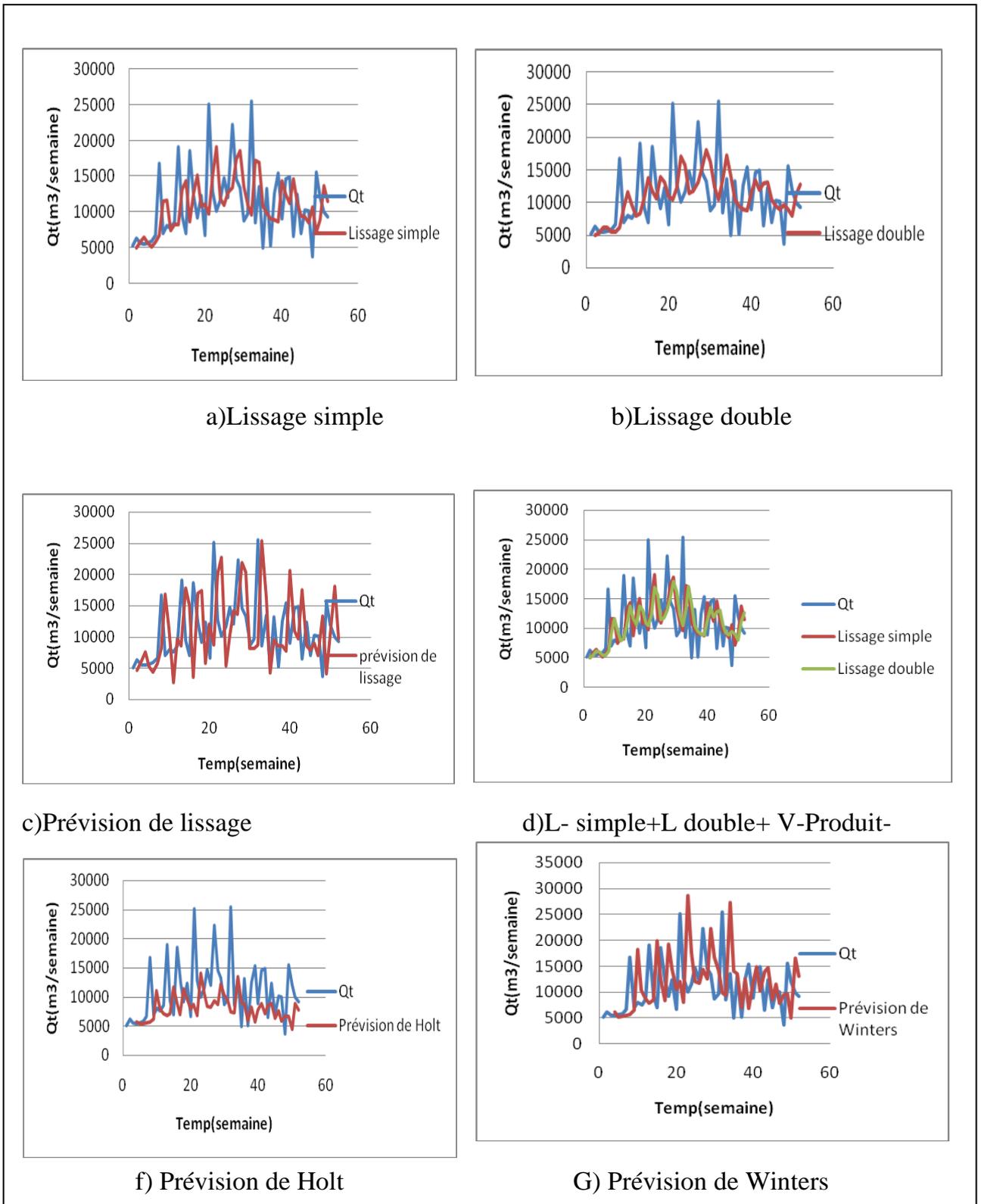
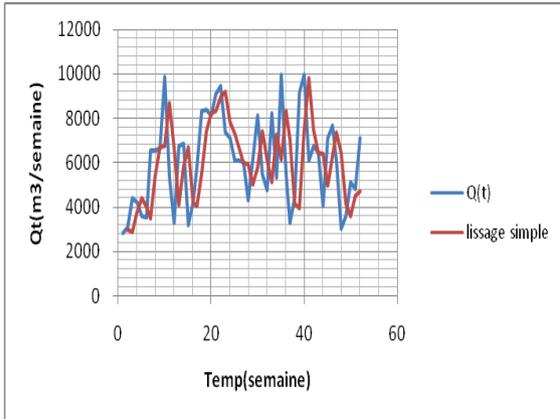
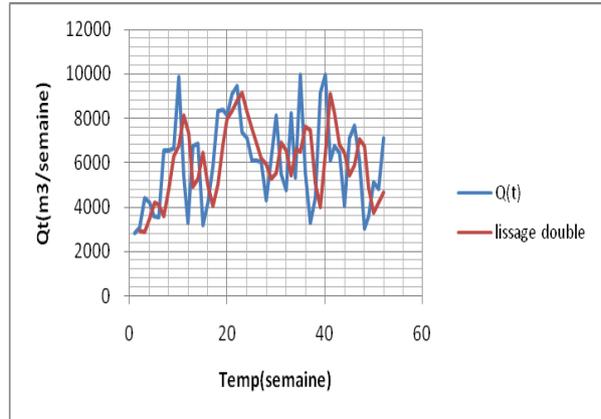


Figure 5.7. Prévission par lissage exponentiel 2012 avec $\alpha = 0,47788138, \beta = 0,09664105, \gamma = 0,33698313$

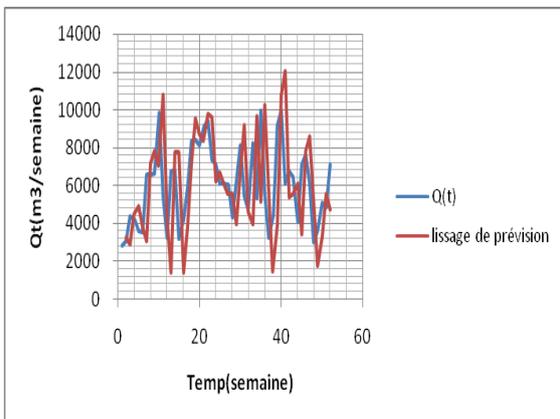
Forage Hakim Saadane



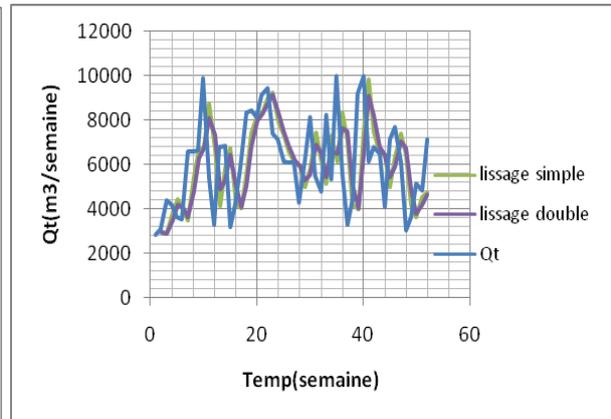
a) Lissage simple



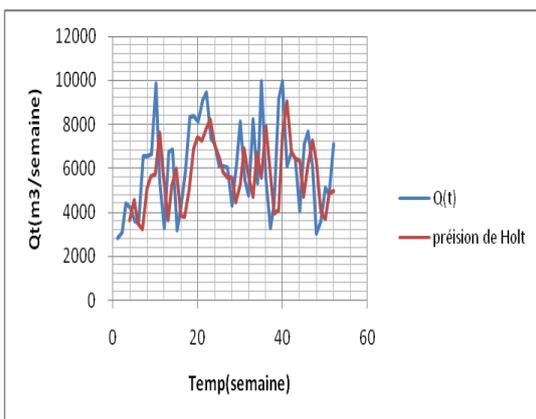
b) Lissage double



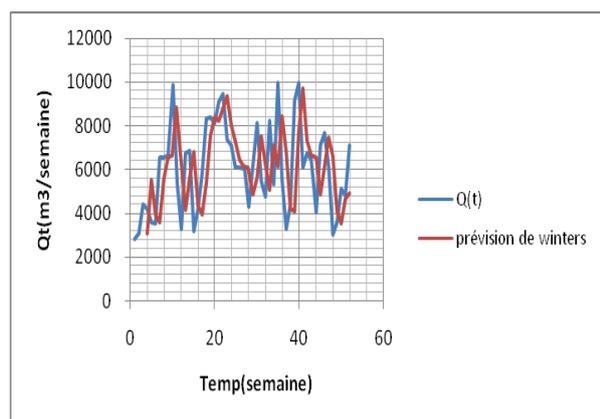
c) Prédiction de lissage



e) Lissage simple+L double+ Volume produit



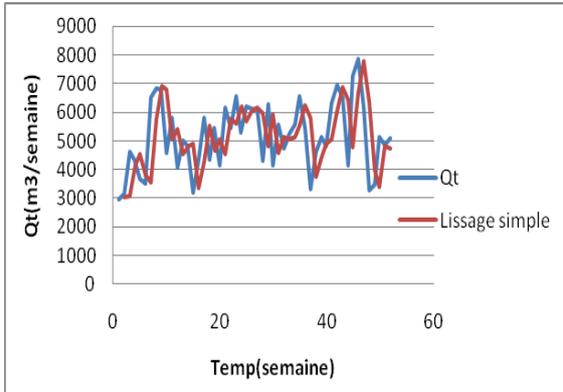
f) Prédiction de Holt



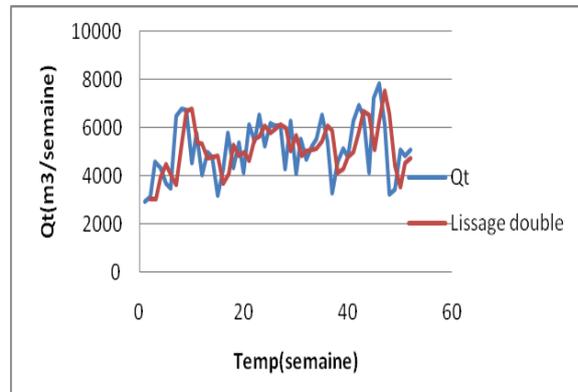
G) Prédiction de Winters

Figure 5.8. Prédiction par lissage exponentiel 2011 avec $\alpha=0,68149709, \beta=0,0033548, \gamma=0,26075884$

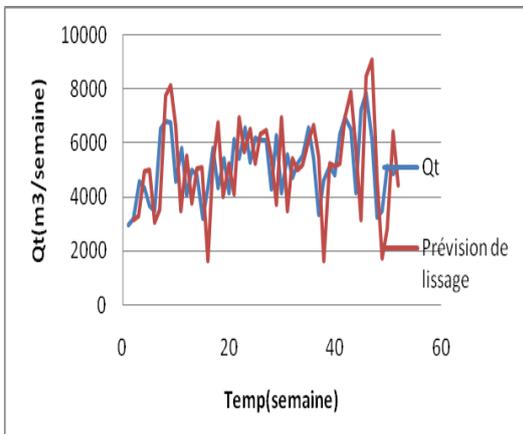
Forage Hakim Saadane



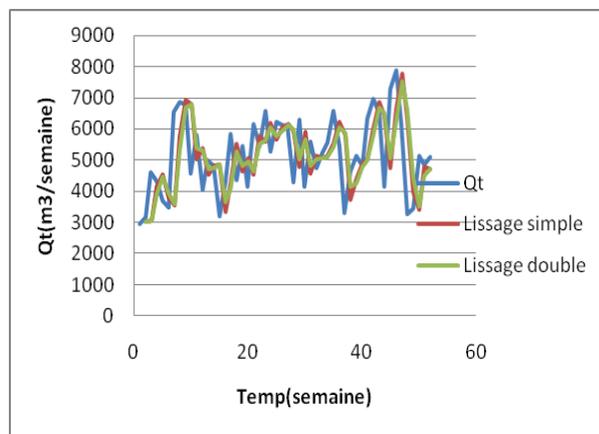
a) Lissage simple



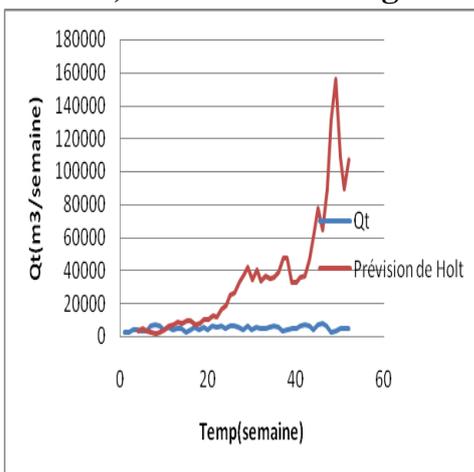
b) Lissage double



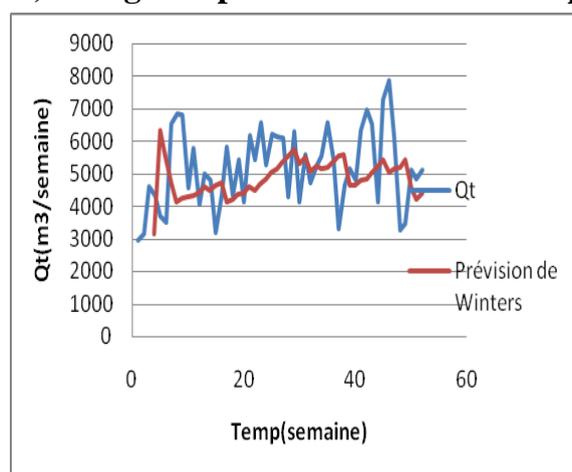
c) Prédiction de lissage



e) Lissage simple+L double+ Volume produit



e) Prédiction de Holt



f) Prédiction de Winters

Figure 5.9. Prédiction par lissage exponentiel 2012 avec $\alpha= 0,80307404, \beta= 0,05020928, \gamma= -0,5560442$

Champ captant Oued el Z'mor

Forage 1^{er} Novembre

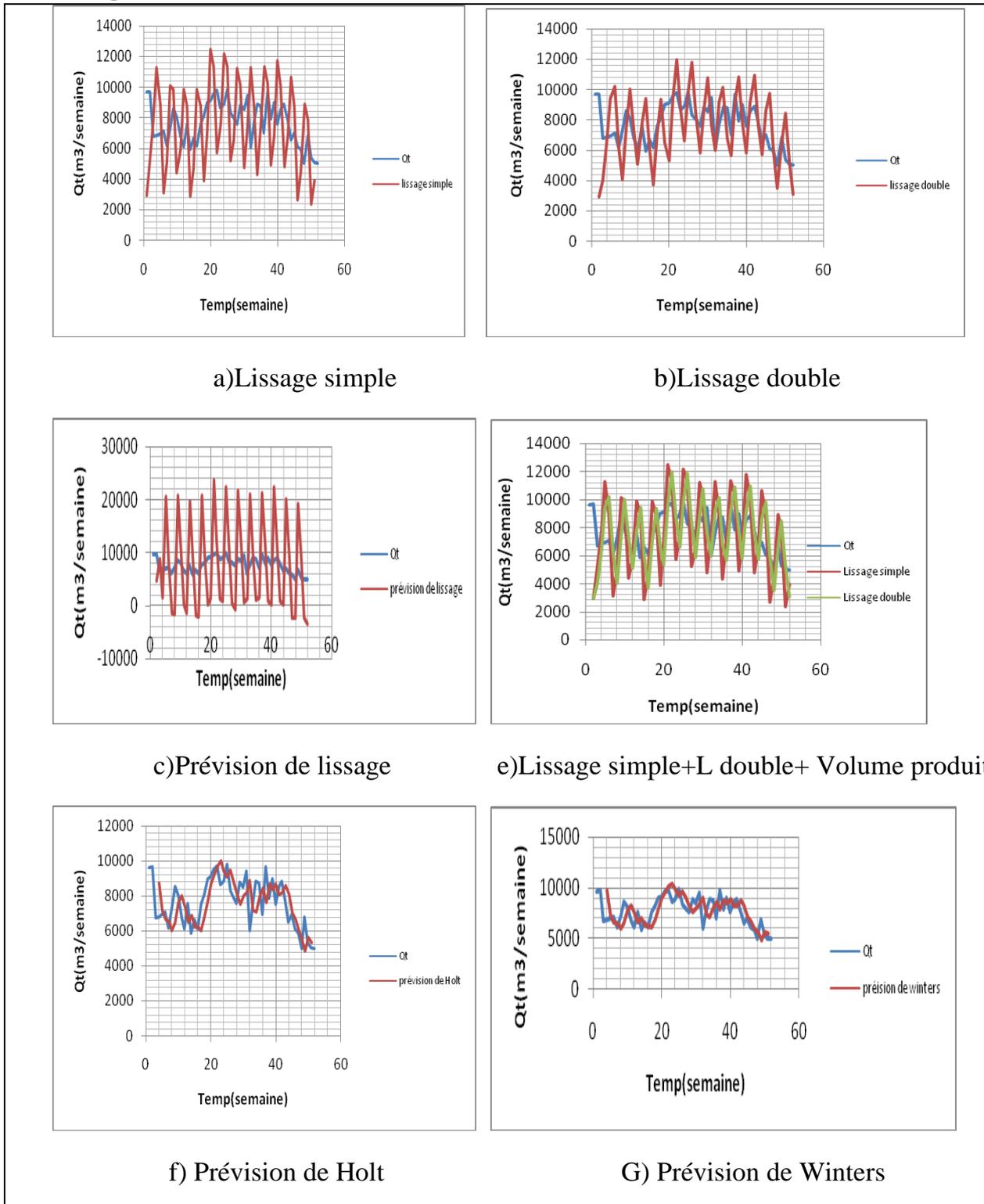
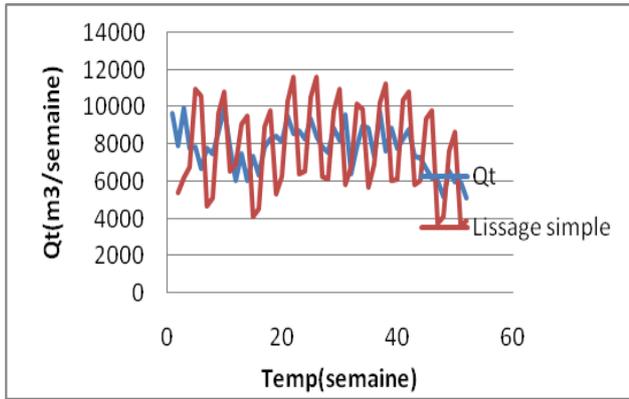
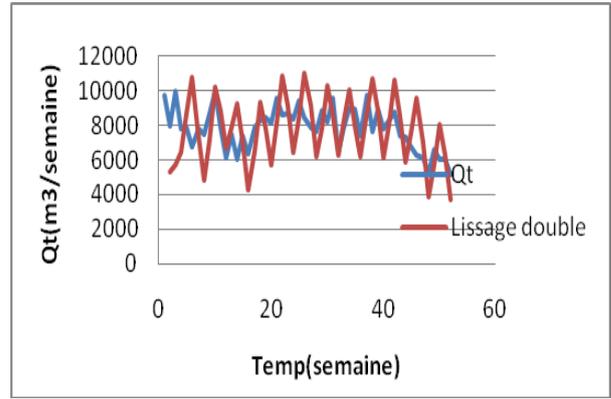


Figure 5.10. Prédiction par lissage exponentiel 2011 avec $\alpha=0,46628361, \beta=0,33176472, \gamma=0,13065281$

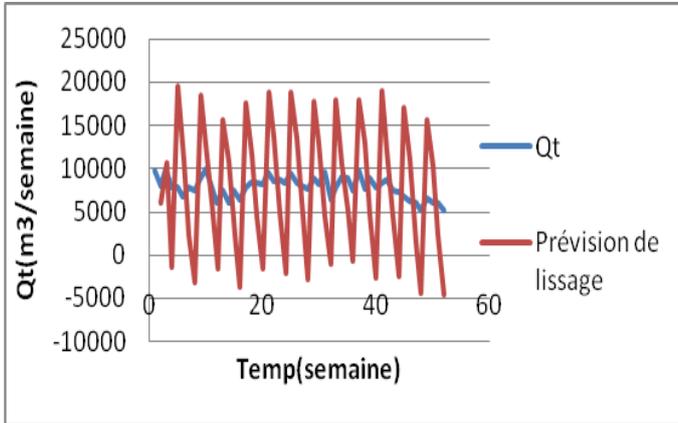
Forage 1^{er} Novembre



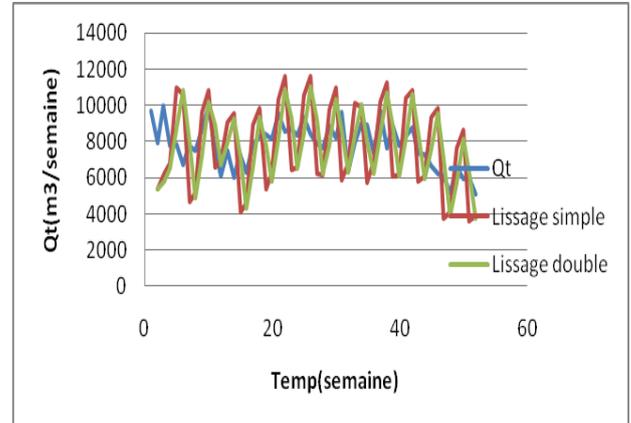
a) Lissage simple



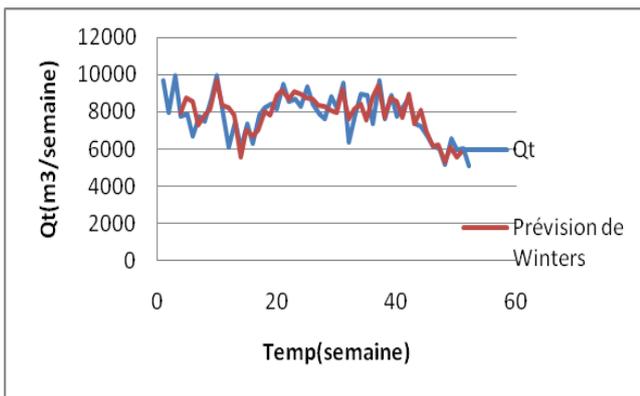
b) Lissage double



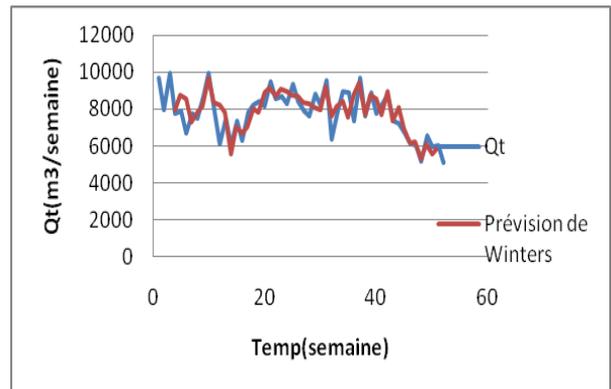
c) Prédiction de lissage



e) Lissage simple+L double+ Volume produit



f) Prédiction de Holt



G) Prédiction de Winters

Figure 5.11. Prédiction par lissage exponentiel 2012 avec $\alpha= 0,45536652, \beta= 1,3294641, \gamma= 0,19973624$

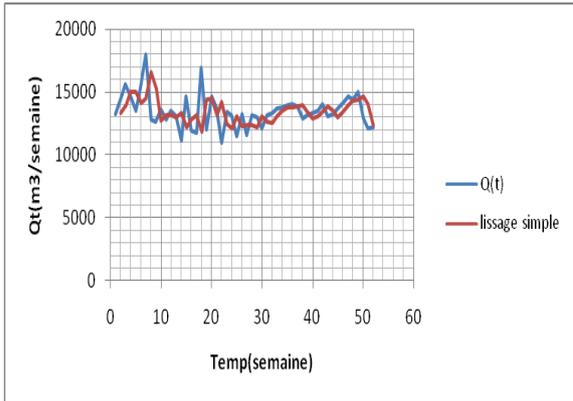
Tableau 5.5. Les méthodes de la prévision par lissage exponentiel

(Forage ZF1 données 2011)

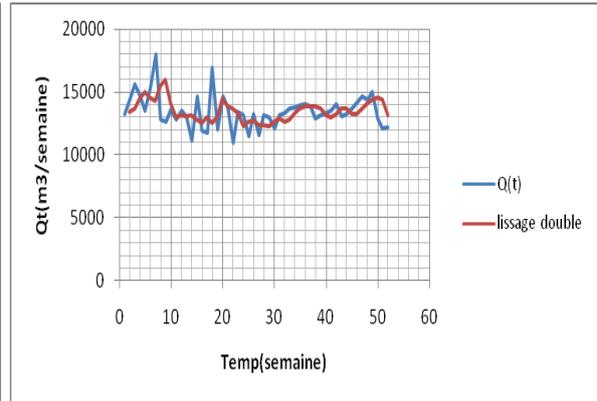
DATE	VP=xt	Série lissée $st=\alpha y_{t-1}+(1-\alpha)s_{t-1}$	Prévision (Lissage) $\hat{y}=st+es2$	Série Lissée SS	prévision (méthode de Holt)	Prévision (Méthode de Winnters)
S12011	13226					
S22011	14471	13 390,99	1 306 269,07	13 390,99		
S32011	15600	13 949,55	2 380 959,47	13 665,50		
S42011	14663	14 999,35	212 974,18	14 465,48	14 490,00	14 471,00
S5 2011	13512	15 028,71	1 840 824,59	15 013,78	14 585,26	15 702,56
S62011	15350	14 122,94	1 663 032,28	14 583,57	13 577,87	14 610,06
S72011	17988	14 526,99	11 230 835,69	14 321,51	13 911,17	15 504,03
S82011	12811	16 619,96	15 363 822,25	15 555,59	15 010,84	16 592,36
S92011	12635	15 332,94	6 428 625,67	15 987,44	13 320,14	14 602,73
S102011	13588	12 750,11	813 648,54	14 063,59	12 421,33	13 505,65
S112011	12809	13 215,05	281 524,15	12 978,61	12 442,15	13 417,30
S122011	13496	13 178,65	56 756,46	13 197,16	12 146,26	12 990,75
S132011	13082	13 035,84	57 833,72	13 108,46	12 361,66	13 112,66
S142011	11140	13 318,14	4 512 400,56	13 174,58	12 330,57	12 972,37
S152011	14629	12 239,29	5 200 513,58	12 787,93	11 450,69	11 947,86
S162011	11919	12 828,18	1 048 702,82	12 528,70	12 699,98	13 142,67
S172011	11748	13 186,36	1 633 382,27	13 004,21	12 100,55	12 419,60
S182011	16940	11 860,57	26 395 206,44	12 534,79	11 758,01	11 969,03
S192011	11988	14 411,33	6 441 987,92	13 114,15	14 156,70	14 292,53
S202011	14608	14 479,81	14 863,65	14 444,98	13 024,43	13 041,51
S212011	13734	13 164,82	552 907,22	13 833,55	13 789,12	13 693,93
S222011	10922	14 204,07	10 415 051,27	13 675,57	13 804,96	13 597,18
S232011	13367	12 463,72	638 690,21	13 348,77	12 455,20	12 167,08
S242011	13088	12 097,10	790 550,80	12 283,54	13 048,88	12 642,45
S252011	11416	13 119,09	2 377 326,74	12 599,37	13 266,75	12 748,08
S262011	13201	12 291,89	945 732,00	12 712,56	12 571,73	11 981,12
S272011	11543	12 404,94	960 841,13	12 347,45	13 192,24	12 469,32
S282011	13098	12 359,66	408 935,85	12 382,69	12 698,08	11 903,77
S292011	12966	12 196,42	886 556,06	12 279,44	13 316,77	12 381,34
S302011	12077	13 058,73	868 118,63	12 620,21	13 620,97	12 560,27
S312011	13145	12 640,79	166 520,65	12 853,33	13 356,45	12 215,30
S322011	13343	12 575,37	446 902,10	12 608,64	13 853,18	12 565,65
S332011	13672	13 131,51	511 535,54	12 848,69	14 274,96	12 841,99
S342011	13780	13 530,30	107 622,11	13 327,50	14 732,70	13 145,05
S352011	13911	13 836,77	15 258,25	13 680,91	15 089,63	13 353,05
S362011	14044	13 817,88	27 630,67	13 827,48	15 409,23	13 523,99

S372011	13822	13 865,57	28 730,33	13 841,32	15 712,53	13 677,05
S382011	12833	13 960,50	1 159 852,60	13 912,23	15 807,16	13 646,53
S392011	13109	13 447,64	216 468,71	13 708,45	15 353,03	13 145,73
S402011	13330	12 942,14	90 932,40	13 199,21	15 340,76	13 027,46
S412011	13523	13 106,82	351 451,27	13 023,07	15 526,10	13 076,68
S422011	14024	13 450,46	411 084,20	13 275,70	15 798,93	13 197,29
S432011	12999	13 880,91	1 001 614,27	13 662,01	16 301,69	13 505,54
S442011	13232	13 493,75	150 651,37	13 690,64	16 015,12	13 159,27
S452011	13640	13 002,72	657 452,70	13 252,43	16 072,90	13 098,39
S462011	14111	13 458,12	517 443,27	13 226,53	16 416,47	13 268,62
S472011	14609	13 983,17	278 071,80	13 716,16	16 949,84	13 587,31
S482011	14377	14 329,24	18 029,93	14 153,25	17 602,50	13 994,73
S492011	15000	14 384,19	624 819,08	14 356,24	17 867,03	14 088,50
S502011	12847	14 708,78	3 507 508,99	14 543,71	18 468,03	14 442,92
S512011	12035	14 022,06	4 693 250,76	14 371,29	17 489,78	13 565,67
S522011	12174	12 357,27	139 113,23	13 203,89	16 536,63	12 721,14

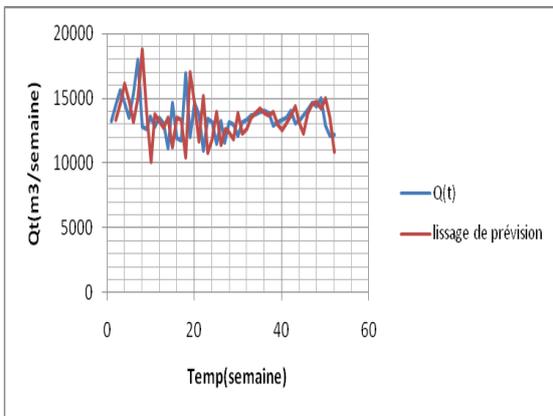
Forage ZF1



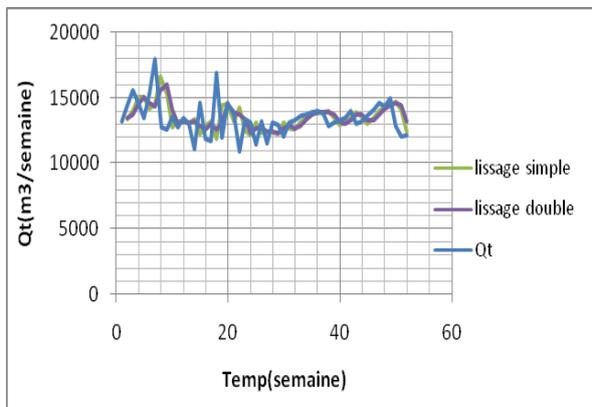
a) Lissage simple



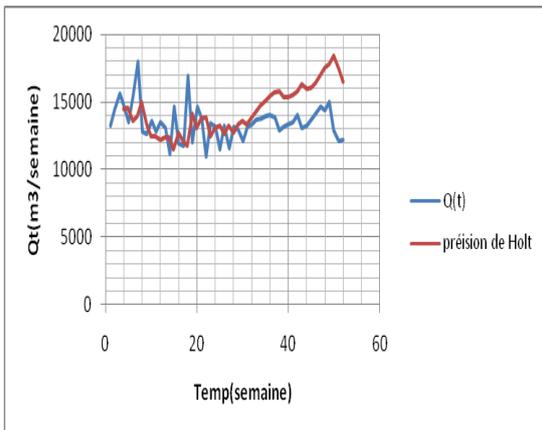
b) Lissage double



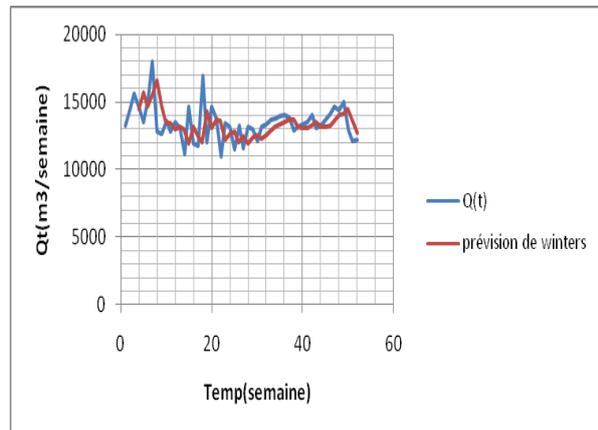
c) Prédiction de lissage



e) Lissage simple+L double+ Volume produit



f) Prédiction de Holt



G) Prédiction de Winters

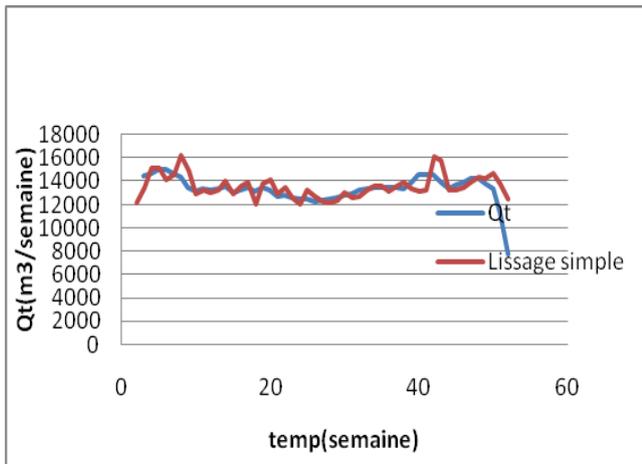
Figure 5.12 : Prédiction par lissage exponentiel 2011 avec $\alpha=0,49145571, \beta=0,0082044, \gamma=0,04756668$

Tableau 5.6. Les méthodes de la prévision par lissage exponentiel**(Forage ZF1 données 2012)**

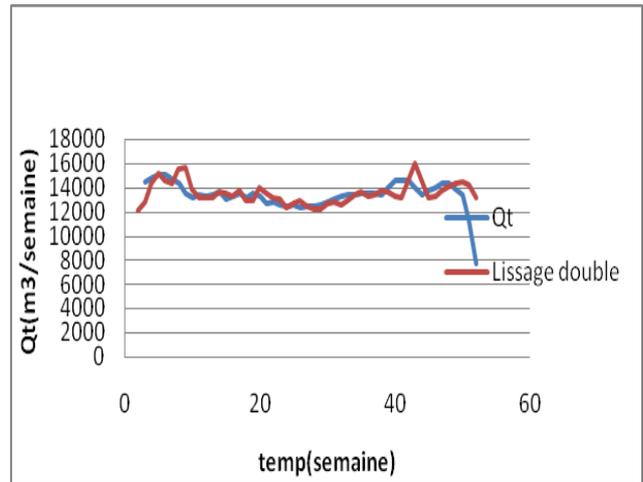
DATE	VP=xt	Série lissée $s_t = \alpha y_{t-1} + (1-\alpha)s_{t-1}$	Série Lissée SS	Prévision (Lissage)	prévision (méthode de Holt)	Prévision (Méthode de Winnters)
S12012	12081					
S22012	14758	12 076,85	12 076,85	12 008,15		
S32012	15453	13 499,61	12 812,98	14 921,93		
S42012	14788	15 150,97	14 354,02	16 841,09	14 270,00	14 758,00
S5 2012	13482	15 089,09	15 118,95	15 083,81	14 286,90	15 471,31
S62012	15684	14 064,29	14 558,86	13 023,25	13 216,39	13 944,38
S72012	16874	14 602,40	14 342,71	15 284,29	14 175,29	14 666,39
S82012	12983	16 233,15	15 446,15	17 653,56	15 418,56	16 596,45
S92012	12752	14 900,25	15 543,52	13 610,84	13 464,37	14 635,14
S102012	13733	12 942,49	13 887,32	11 007,82	12 453,24	12 646,46
S112012	12473	13 226,64	13 089,51	13 654,56	13 073,38	13 338,57
S122012	13925	12 995,55	13 107,08	12 554,12	12 576,78	13 051,30
S132012	13912	13 263,70	13 134,29	13 575,34	13 064,29	13 205,91
S142012	12088	13 997,29	13 643,26	14 753,95	13 469,14	14 044,97
S152012	14989	12 935,34	13 447,84	12 017,17	12 373,98	12 831,13
S162012	12752	13 503,44	13 229,27	13 861,19	13 583,21	13 608,35
S172012	11149	13 871,03	13 693,63	14 282,10	13 083,84	13 880,86
S182012	16221	12 001,63	12 903,81	10 155,31	11 581,06	11 704,23
S192012	12401	13 740,31	12 901,21	15 622,76	14 180,61	13 932,57
S202012	13158	14 159,02	13 956,95	14 367,39	13 272,06	14 285,69
S212012	13557	12 832,11	13 472,48	11 548,69	12 659,71	12 579,93
S222012	11748	13 443,45	13 148,42	14 077,88	13 229,78	13 495,95
S232012	12392	12 588,10	13 000,90	11 876,53	12 229,36	12 507,19
S242012	13883	11 995,67	12 281,58	11 192,90	12 159,99	11 995,07
S252012	11342	13 202,88	12 620,28	14 453,57	13 271,48	13 340,99
S262012	13037	12 647,31	12 915,43	12 114,82	12 110,83	12 460,98
S272012	11425	12 186,06	12 408,66	11 868,59	12 433,15	12 122,21
S282012	13048	12 117,43	12 150,55	11 838,46	12 013,10	12 224,84
S292012	12800	12 304,18	12 214,05	12 534,41	12 480,40	12 214,67
S302012	12428	12 998,70	12 663,52	13 716,30	12 825,70	13 048,75
S312012	12949	12 574,60	12 779,27	12 294,28	12 467,55	12 542,27
S322012	13306	12 612,03	12 593,97	12 439,13	12 699,93	12 706,42
S332012	13732	13 173,15	12 902,36	13 777,76	13 046,37	13 196,28

S342012	13375	13 605,42	13 396,81	14 060,78	13 352,87	13 570,32
S352012	13010	13 514,36	13 558,31	13 567,08	13 239,29	13 547,20
S362012	13961	13 100,62	13 300,29	12 476,54	12 931,56	13 133,45
S372012	13710	13 541,49	13 328,72	14 025,84	13 404,05	13 537,46
S382012	13121	13 910,15	13 732,23	14 301,89	13 502,14	13 883,79
S392012	13190	13 372,33	13 631,88	12 978,28	13 068,54	13 339,36
S402012	13152	13 071,17	13 216,51	12 559,67	12 981,18	13 122,80
S412012	18716	13 209,78	13 142,89	13 391,88	12 995,76	13 175,34
S422012	13145	16 109,81	14 710,24	19 032,91	16 178,42	16 383,46
S432012	13367	15 800,66	15 949,85	15 635,29	14 318,48	15 702,96
S442012	12954	13 174,33	14 441,81	10 337,67	13 077,43	12 983,07
S452012	13681	13 192,76	13 183,87	13 254,67	13 058,29	13 185,84
S462012	14211	13 409,16	13 304,72	13 648,64	13 341,96	13 333,25
S472012	14541	13 922,29	13 674,65	14 579,20	13 852,24	14 052,24
S4820112	13949	14 296,21	14 115,76	14 459,79	14 132,40	14 430,28
S49212	15187	14 274,14	14 284,79	14 295,56	13 857,62	14 212,80
S502012	12641	14 668,55	14 478,21	15 111,27	14 410,55	14 619,96
S512012	12569	13 823,72	14 231,44	13 147,91	13 274,22	13 771,18
S522012	12120	12 492,98	13 135,20	10 977,13	12 597,22	12 444,07

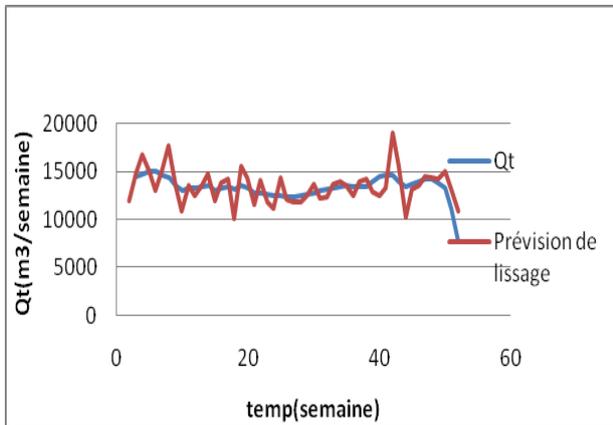
Forage ZF1



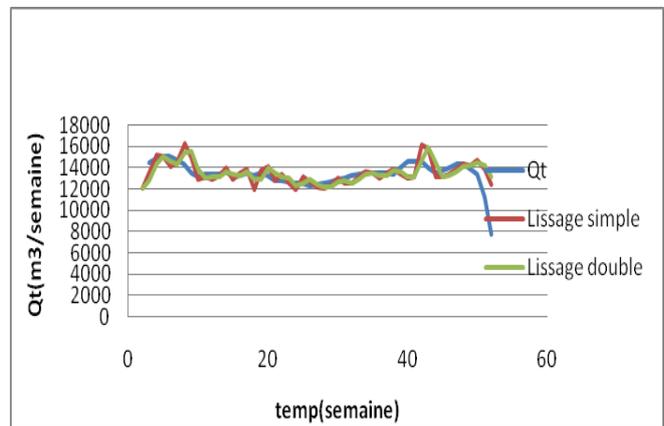
a) Lissage simple



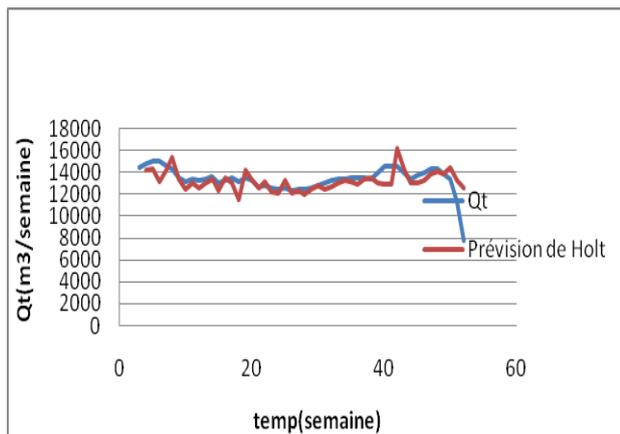
b) Lissage double



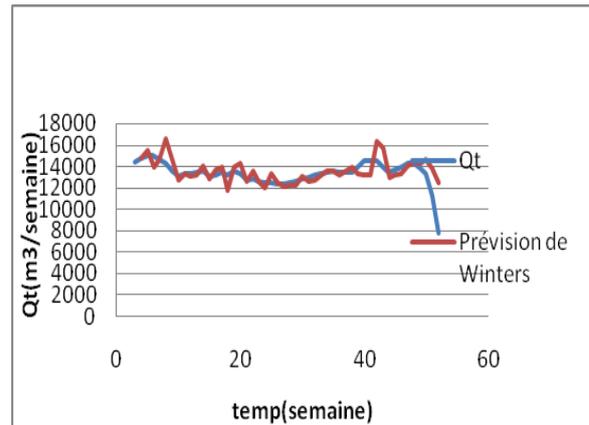
c) prévision de lissage



d) L-S+L-D+V-Produit



e) Prévision de Holt



f) Prévision de Winters

Figure 5.13. Prédiction par lissage exponentiel 2012 avec $\alpha= 0,51739613, \beta= 0,5816809, \gamma= 0,00186116$

5.3. Interprétation des résultats

L'objectif de cette étude est l'analyse des séries temporelles des données de production d'eau potable de Biskra, à identifier le différent comportement de la demande. Les séries temporelles utilisées pour tester la méthode de Holt-Winters permettant d'élaborer des prévisions hebdomadaire de séries chronologiques. Les séries générées comportent quatre années de demandes hebdomadaires. Les deux premières années 2009-2010 ont servi à construire le modèle de prévision alors que les deux dernières années 2011-2012 ont permis de le tester.

Afin de faire la lumière sur l'impact réel du nombre d'années utilisées pour la constitution du modèle des prévisions et de l'analyse caractérisé par les indices spéciaux.

Concernant les résultats, ils sont exprimés par des graphes de prévision par lissage exponentiel 2011-2012. À partir de ces graphes, on peut déduire :

- Champ captant oued el Hai, La figure 5.2 et 5.3 (Forage F1 2011-2012) montre le résultat de la comparaison entre la demande de l'eau (volume produit) et la prévision hebdomadaire est semblable au cours de l'année 2012, les deux courbes sont relativement proches. On notera que les modèles de prévision caractérisés par des indices spéciaux α , β , γ .

- Champ captant injection directe, En comparant la série temporelle et la prévision hebdomadaire à la figure 5.6 et 5.7 montre la méthode de Holt-Winters améliorée la précision de la prévision, on peut comprendre la méthode d'ajustement des indices saisonniers (CVS)

Pour calculer des prévisions et qui permet de bâtir le modèle de prévision. La figure 5.9 (Forage Hakim Saadane) on constate également que l'indice γ est généralement plus faible une série de production hors de l'ordinaire (mauvaise lecture des indices, erreurs de transcription, défectuosité du compteur, événements de consommation particuliers....), ces événements seront clairement identifiés par le modèle.

- Champ captant oued Z'mor, On observe à la figure 5.12 et 5.13 que les constantes de lissage à améliorer la réactivité de la prévision et les différentes valeurs des constantes de lissage définies dans un intervalle [0 1]. Les constantes de lissage ont aussi été obtenues à

L'aide d'une application développée grâce à Microsoft Excel.

Conclusion

La prévision en eau à une échelle plus fine (au pas de temps journalier par exemple) pourrait constituer un outil d'aide à la décision en temps réel et servir pour l'exploitant à la définition de la conduite optimale des ouvrages hydrauliques (battements des réservoirs, pompages ...) de manière à minimiser les coûts de production sur le pas de temps suivant. Un tel outil pourrait prendre en compte d'autres types de paramètres explicatifs de la demande en eau tels que: les conditions climatiques (températures, pluviométrie et humidité) et les variations saisonnières de certaines activités: professionnelles (fins de semaine), scolaires (départs en vacances), touristiques ou industrielles. La mise en œuvre d'un tel outil nécessite un parc de mesure et une informatisation relativement développés pour la collecte et le dépouillement des données de base de l'outil d'aide à la décision en temps réel.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les données journalières de production d'eau potable peuvent être analysées pour en extraire des moyennes de production annuelle, mensuelle, etc. Cette approche classique n'utilise cependant pas toute l'information disponible. L'approche suggérée dans notre étude considère des séries annuelles de données de production comme une série stochastique qui contient une composante déterministe et une composante aléatoire (souvent appelé bruit). L'analyse spectrale permet d'identifier, par l'utilisation de la prévision par lissage exponentiel, la composante déterministe contenue dans le signal. Il est ensuite possible de reconstituer ce cycle à partir des principales composantes harmoniques. Parmi celles-ci, on retrouve principalement un cycle annuel et hebdomadaire. Cette composante déterministe dans les habitudes de consommation est utilisée pour générer un modèle auto-adaptatif de la demande en eau. Ce modèle peut être utilisé pour la validation des valeurs de production saisies quotidiennement à l'aide d'un intervalle de confiance déterminé par une analyse statistique de la composante aléatoire du signal. Le modèle peut être intégré facilement à tout système d'acquisition et de traitement de données.

Avant de procéder aux analyses et aux interprétations dans le chapitre deux nous avons étudié L'Analyse et l'évolution des séries chronologiques de consommation d'eau potable dans la zone d'étude ou la prise de décision doit reposer sur des prévisions.

L'analyse par les séries chronologiques permet de reconnaître les variations cycliques et les tendances dans les habitudes de consommation objet du troisième chapitre consacré aux différents concepts mathématiques nécessaires à l'analyse des séries temporelles. On y retrouvera les principes généraux de l'analyse des séries et les diverses technique d'identification des paramètres du modèle, pour la reconnaissance et l'étude de ces paramètres. Le modèle retenu pour d'écrire le volume hebdomadaire d'eau potable.

La mise en œuvre d'un tel outil nécessite une informatisation relativement développés pour la collecte et le dépouillement des données de base de l'outil d'aide à la décision en temps réel.

Prévoir le comportement futur d'une série chronologique nécessite l'utilisation de plusieurs méthodes de prévision, puisque la prise de décision doit en effet toujours reposer sur des prévisions pour une gestion optimale des ressources.

Conclusion générale

Notre étude a porté sur l'analyse des séries temporelles représentant l'évaluation de la production (consommation) d'eau potable de la ville de Biskra à partir des forages repartis sur plusieurs champs captant.

Les données hebdomadaires proviennent de l'organisme public charge de la gestion de l'eau de consommation « L'algérienne des eaux (ADE)-Unité de Biskra ».

Les données couvrent la période allant de 2009 à 2012.

La série 2009-2010 soit 104 semaines ont servis à l'établissement du modèle par l'identification des différents composante de la série temporelle à savoir la tendance, la composante saisonnier et la composante résiduelle.

Par contre la série de l'année 2011 a été utilisé pour l'étape de calage du modèle afin de juger la fiabilité du modèle tandis que la série 2012 a servi à l'étape de validation du modèle.

L'objectif de l'analyse et la modélisation de la série temporelle observée est d'expliquer les variations dans la série et de prédire son évolution future déterminant un lisseur approprié de la série de données brutes.

Le problème de lissage a été traité de façon non paramétrique, en utilisant la méthode de moyenne mobile et des lisseurs exponentiels.

Pour ce qui est de l'estimation des paramètres, on a utilisé la méthode d'optimisation basée sur la méthode des moindres carrés et les calculs ont été réalisés via le solveur Excel.

Les résultats indiquent que la qualité de prévision est acceptable à part quelques forages.

On notera : les forages dont les meilleures prévisions (forage ZF1 champ captant oued Z'mor et forage Hakim Saadane injection direct), les forages des mauvaises résultats (forage 1^{er} novembre injection direct).

D'une façon générale, il est correct de dire que les prévisions de la méthode de Winters sont moins bonnes, et ceci s'explique peut être par la forme de la composante saisonnière malgré que les méthodes de lissage exponentiel sont faciles à mettre en œuvre.

Cependant le choix des paramètres de lissage n'est pas toujours facile à faire et pour les séries avec tendance et/ou saisonnalité on suggère une autre approche pour le traitement de la saisonnalité, et cela en appliquant le lissage exponentiel sur la série corrigée des variations saisonnières (CVS) pour calculer des prévisions désaisonnalisées et en restituer ensuite la saisonnalité ou bien l'utilisation du modèle ARIMA

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- [1] **AMIOT, E (1990)**. Introduction aux probabilités et à la statistique, Québec, Gaëtan Morin éditeur, 478 p.
- [2] **ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 62**, Existing Sewer Evaluation and Réhabilitation, Etats-Unis, 2e édition, p. 68 – 78
- [3] **Belle, W, R, Hiller, S. C., (1983)** Modeling Time Series With Calendar Variation. Journal of the American statistical Assosiation, pp. 526-534.
- [4] **Benalia. A et Sebei. H et Ennabli. N (1994)** Estimation des périodicités et de la tendance des températures moyennes mensuelles en Tunisie.
- [5] **BENNETT, R. J. (1979)**, spatial time series, London, Pion Limited, 674 p.
- [6] **BENNIS, S. (1 987)** Technique de prévision *des crues* par l'analyse des séries temporelles, Thèse de doctorat, Faculté de génie, Université de Sherbrooke, 195 p.
- [7] **Bernard, G (1992)**. Méthodes statistiques, Dunod, Paris, (3^e édition), p 345 -378.
BISWAS, A K. (1 976) Systems approach to water management, Étatsunis, McGraw-Hill, 413 p.
- [8] **BLOOMFIELD, P. (1976)** Fourier analysis of time series: an introduction, New-York, John Wiley & Sons. 258 p.
- [9] **BOX, G. E. P., JENKINS, G. M. (1 976)** *Time series analysis forecasting and control*, Oakland, Holden-day, 575 p.
- [10] **BROOKS, D. B., PETERS, R. (1 988)** La gestion de la demande d'eau : les options qui s'offrent aux Canadiens, Ottawa, Ministère des approvisionnements et services, 93 p.
- [11] **Consultation publique** sur la gestion de l'eau au Québec, Portrait régional de l'eau : Estrie (**mars 1999**) Bureau des audiences publiques sur l'environnement. 25 p.
- [12] **Charrentier. A.** cours de séries temporelles, Théorie et applications, introduction à la théorie des processus en temps discret, modèle ARIMA et METHODE BOX-JENKINS.
- [13] **COTE, B., LEMIEUX, P. F., FORTIER, P. (novembre 1997)** Développement d'un Outil de diagnostic d'isessionnel pour la gestion des réseaux d'assainissement et de distribution d'eau pour les municipalités de taille moyenne, I N FRA 97, Montréal, 16 p.
- [14] **Cote, B., SIGOUIN, N. (novembre - décembre 1997)** Pratique québécoise en *matière* de gestion et de réhabilitation des infrastructures souterraines, La revue Municipale des travaux publics, vol. 15, nO 11 - 12, p. 10 – 15
- [15] **Daudin. J. J et Duby . C Roubin. S (Mai 1996)** ; Analyse de séries chronologiques.

Références bibliographiques

- [16] **DEMARD, H. (1 970)** Consommation d'eau de résidences unifamiliales et caractéristiques socio-économiques, Sherbrooke, Mémoire de maîtrise, Faculté des sciences appliquées, Université de Sherbrooke, 127 p.
- [17] **DEMARD, HI (novembre 1976)** La demande en eau des résidences : Le mythe des 100 gallons, Eau du Québec, Québec, vol.9, n04, p. 16 – 21
- [18] **DEMARD, H, MASCOLO, D. (décembre 1973)** Demande en eau : Cas des résidences unifamiliales, T.S.M. - L'eau, Québec, 68e année - n012, p. 527 – 534
- [19] **DEMARD, H, FORTIN, J.P., GRENON, A- (avril 1976)** La demande en eau du milieu urbain : Cas de ramassage des pelouses, Partie 1, Eau du Québec, Québec, vol.9, n02, p. 27 – 29
- [20] **DEMARD, HI FORTIN, J.P., GRENON, A- (août 1976)** La demande en eau du milieu urbain : Cas de l'arrosage des pelouses, Partie 2, Eau du Québec, Québec, vol.9, n03, p. 13 – 15
- [21] **DOMINIQUE, G. (1977)** Séminaire méditerranéens Lyonnaise des eaux, Paris, France, Prévision des demandes en eau en Zone urbaine.
- [22] **GEERTS, H. (novembre 1 996)** How much treated water ends up in the sewer ?, Environmental Science & Engineering, p. 75 - 77.
- [23] **J EN KI NS, G. M., WATTS, D. G . (1 968)** Spectral Analysis and its Applications, Oakland, Holden-day, 525 p.
- [24] **JENTGEN, LA., WEHMEYER, M.G. (juillet 1994)** SCADA trends and integration perspectives, Journal AWWA, États-unis, p. 44 – 53
- [25] **Joelle.B et Benoit.M (2011)** Prévisions journaliers de séries temporelles saisonnières avec effets callendaires,(Québec) Canada.
- [26] **KITCH EN, H. M. (1 975)** Évaluation statistique d'une fonction exprimant la demande d'eau domestique, Ottawa, Environnement Canada, Étude nO11 , série des sciences sociales, 1 O p.
- [27] **Lagnoux.A (2010-2011)**,Séries Chronologiques, Université de Toulouse, France. LEMIEUX, P.F., (1 996) Cours GCI-420 : Hydrologie appliquée, Sherbrooke, Faculté de génie, Université de Sherbrooke, 297 p.
- [28] **Michel.P et Christine.K et Raphael.R (2010-2011)** séries Chronologiques, cours et exercices ,Université Paris-Sud.
- [29] **MONTGOMERY, D.C., (1 997)** Design and analysis of experiments, New-York, 4e édition, John Wiley & Sons, 704 p.
- [30] **O'FLYNN, M., MORARN, E. (1 987)** Linear Systems: *Time* domain and transform analysis, San Jose, Harper and Row, 500 p.
- [31] **OUELLET, Y., (1999)** Cours GCI-60333 : Analyse spectrale, Québec, Faculté de génie, Université Laval, 92 p.

- [32] **PAQUIN, J., COTÉ, B.** (novembre 1999) *Modèle de gestion basé sur l'analyse spectrale des données de production d'eau potable*, Infra' 99 International, Montréal, 20 p.
- [33] **PAQUIN, J.** (Avril 2000) *Mémoire de matrice et sciences appliquées, spécialité génie civil P18*
- [34] **SOLIMAN, S.S., SRINATH, M.S.,** (1 998) *Continuous and discrete signals and systems*, Upper Saddle River, 2^e édition, Prentice Hall, 525 p.
- [35] **Symposium sur la gestion de l'eau au Québec, (1 997)**, Bibliothèque nationale du Québec, 59 p.
- [36] **TRIBOULET, J.-P.,** (1 975) *Modèle stochastique de la température moyenne journalière de l'air*, Québec, Mémoire de maîtrise, Faculté de génie, Université Laval, 257 p.
- [37] **VALIRON, F.,** (1 988) *Gestion des eaux : automatisation - informatisation - t&égestion*, Paris, Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, tome 3, 551 p.
- [38] **WONG, S.T.** (Février - Novembre 72) *A model on municipal water demand : A case study of Northeast Illinois*, *Land Economics*, États-unis, vol. 48 no 1 , p. 34 – 44

Résumé : L'objectif de notre étude est d'analyser et modéliser des séries temporelles des données de production d'eau potable de la ville de BISKRA.

L'analyse consiste à étudier la nature des dépendances temporelles dans les séries, en précisant la façon dont les composants s'articulent les uns par rapport aux autres.

La modélisation qu'elle soit déterministe ou stochastique permet une prédiction de l'évolution future d'un phénomène, en plus de comprendre la signification théorique de ces différents processus.

Dans cette étude, plusieurs lisseurs ont été examinés afin d'étudier le comportement de la série à court terme, parmi lesquels :

- Lissage par la méthode des moyennes mobiles
- Lissage exponentiel (simple et double)
- Lissage par la méthode de Holt-Winters

Les résultats montrent une certaine caractérisation des différentes composantes des séries :

- La tendance
- Les facteurs saisonniers
- la partie résiduelle

Mots clés : séries temporelles, analyse spectrale, modèle de consommation, diagnostique, gestion des ressources, prévision.

الملخص:

هدف دراستنا هو تحليل و نمذجة السلاسل المؤقتة لمعطيات إنتاج الماء الشروب لمدينة بسكرة. التحليل يهدف إلى دراسة طبيعة الارتباطات المؤقتة في السلاسل، مع تحديد طريقة ارتباط المكونات بعضها ببعض. النمذجة سواء كانت محددة أو غير محددة تسمح بالتنبؤ بالتطور المستقبلي لظاهرة معينة بالإضافة إلى فهم الدلالة النظرية لمختلف مساراتها.

في هذه الدراسة تم معالجة عدة تجانس قصد دراسة سلوك السلسلة على المدى القصير، من بينها:

- التجانس من خلال طريقة المتوسطات المتحركة

- التجانس الآسي (مفردة و مزدوجة)

- طريقة التجانس (هولت و وينترز)

النتائج بينت خواص مختلف مكونات السلاسل:

- التوجه

- العوامل الموسمية

- الجزء المتبقي.

الكلمات المفتاحية: السلاسل المؤقتة، التحليل الطيفي، نموذج الاستهلاك، تسيير الموارد، التقدير.

Abstract : The aim of our study is to analyze and model time-series data of produce drinking water for the city of Biskra.

The analyses consist in studying the nature of time-based dependencies in the series, specifying the way components are related to each other.

Either modeling is deterministic with respect to the modeling autres.

or stochastic; it allows a predicting the future development of a phenomenon. On top of that to understanding the theoretical meaning of the different processes.

In the study, several smothers have been examined in order to study the series behavior for short term, including:

- Smoothing by the moving averages method.
- Exponential Smoothing (single and double)
- Smoothing by Holt-Winters method.

Results show some characterization of the various series components:

- The trend
- The seasonal factors
- the residuum

Keywords: time series, spectral analysis, consumption model, diagnosis, resource management, Prediction.