

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA DE BEJAIA
FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES, COMMECRIALES ET
SCIENCES DE GESTION
DEPARTEMENT DES SCIENCES ECONOMIQUES

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Economiques

Option : Economie Appliquée et Ingénierie Financière

Thème



L'élaboration d'un modèle prévisionnel des hydrocarbures transportés par canalisations pour la répartition budgétaire

Cas de SONATRACH DE BEJAIA

Présenté par :

Mlle REBANI Sara

Encadré par :

Mr. HIDRA Younes

Devant le jury compose de:

President: Mr. AMLOU

Examineur: Mr. BOUGHANI

Promoteur: Mr. HIDRA Younes.

Promotion 2012-2013

Remerciements

Je tiens à remercier avant tout le bon Dieu, le miséricordieux, de nous avoir donné la force et la connaissance pour accomplir une action qui lui plaise.

J'exprime ma gratitude à monsieur HIDRA Younes, mon promoteur, qui m'a accordé l'assurance de suivre mon travail avec bienveillance, on m'apportant conseils et orientations utiles à son élaboration.

Je remercie aussi, Tous les professeurs de l'Université de Bejaia, pour leurs apports inestimables durant notre formation.

Mes reconnaissances s'adressent également à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à ce que ce travail voit le jour.

Je remercie, enfin, les membres de jury qui ont accepté

D'évaluer ce mémoire.

SARA

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en priorité à ma mère que je remercie pour sa patience, ses sacrifices à m'élever et à me rendre ce que je suis en ce moment, et pour son soutien.

Aussi, je dédie ce travail à

la mémoire de mon cher père,

Tous les membres de ma famille, sœurs, oncles, tantes et tous mes proches.

Mes chers amis qui m'ont accompagné dans les moments importants de ma vie.

Ainsi qu'à toute la promotion E.A.I.F et à tous ses enseignants.

À tous ceux qui me sont chers.

SARA

LISTE DES FIGURES

Figure. 1.1 : L'ordre des budgets.....	6
Figure. 1.2: L'écart de chiffre d'affaires.....	21
Figure. 1.3 : L'écart global.....	22
Figure. 4.1 : Organigramme de la DRGB.....	66
Figure. 4.2: Graphe de la série originale y_t : Pétrole.....	71
Figure. 4.3 : Corrélogramme de la série originale : Pétrole.....	71
Figure. 4.4 : Evolution de moyenne : Pétrole.....	72
Figure. 4.5 : Evolution de la variance : Pétrole.....	72
Figure. 4.6 : Corrélogramme de différentiation log : Pétrole.....	73
Figure. 4.7: Corrélogramme de différentiations premières (1-D) log y_t : Pétrole.....	73
Figure. 4.8 : Corrélogramme de différentiations saisonnières (1-D) $(1-D^{12})$ log y_t : Pétrole..	74
Figure. 4.9 : Graphe de la différentiation saisonnière $(1-D)(1-D^{12})$ log y_t : pétrole.....	74
Figure. 4.10 : Corrélogramme des résidus de la serie originale pétrole.....	75
Figure. 4.11 : Prévisions des quantités transportées de pétrole pour 2013.....	76
Figure. 4.12 : Graphe de la serie originale y_t : Gaz.....	79
Figure. 4.13 : Corrélogramme de la serie originale : Gaz.....	79
Figure. 4.14 : Evolution de la moyenne : Gaz.....	80
Figure. 4.15 : Evolution de la variance : Gaz.....	80
Figure. 4.16 : Corrélogramme de différentiation log : Gaz.....	81
Figure.4.17 : Corrélogramme des premières différentiations (1-D) log y_t : Gaz.....	81
Figure. 4.18 : Corrélogramme des différenciations saisonnières (1-D) $(1-D^{12})$ log y_t : Gaz...82	
Figure. 4.19 : Graphe de la différentiation saisonnière $(1-D)(1-D^{12})$ log y_t : Gaz.....	82

LISTE DES FIGURES

Figure. 4.20 : Corrélogramme des résidus : Gaz.....	83
Figure. 4.21 : Prévisions des quantités transportées de gaz.....	84
Figure. 5.1 : Pourcentages des charges par nature.....	91
Figure. 5.2 : Répartition des charges par destination.....	93
Figure. 5.3 : Comparaison entre nos prévisions et prévisions de Sonatrach par rapport aux réalisations liée au gaz.....	98
Figure. 5.4 : Comparaison entre nos prévisions et prévisions de Sonatrach par rapport aux réalisations liée au pétrole.....	99
Figure.5.5 : Comparaison entre le chiffre d'affaires prévisionnel de gaz de Sonatrach et notre chiffre d'affaire par rapport au chiffre d'affaires réel.....	101
Figure. 5.6 : Comparaison entre le chiffre d'affaire prévisionnel de pétrole de Sonatrach et notre chiffre d'affaire par rapport au chiffre d'affaire réel.....	103

LISTE DES TABLEAUX

Tableau. 2.1: Les rôles du contrôle budgétaire selon la littérature.....	26
Tableau. 2.2 : Les rôles du budget dans la théorie du contrôle cybernétique, la théorie behavioriste et la planification stratégique.....	27
Tableau. 2.3 : L'utilisation diagnostic/ interactive du budget.....	36
Tableau.2.4 : Les dix principales critiques des budgets selon Cam-I (1999a et b).....	38
Tableau. 3.1 : Résumé des propriétés des fonctions d'autocorrélations simples et partielles.....	55
Tableau. 4.1 : la situation géographique de la DRGB.....	64
Tableau. 4.2 : prévisions mensuelles des quantités transportées de pétrole pour l'année 2013..	75
Tableau. 4.3 : prévisions mensuelles des quantités transportées de gaz pour l'année 2013.....	83
Tableau. 5.1 : exemple sur la répartition des charges par STC année 2010.....	91
Tableau. 5.2 : Calcul de chiffre d'affaire prévisionnelle pour l'année 2013.....	94
Tableau. 5.3 : Budget d'exploitation pour les années 2010, 2011 et 2012.	95
Tableau. 5.4: Budget pour l'année 2013.....	95
Tableau. 5.5 : Calcul des écarts sur quantité de gaz transporté par rapport aux prévisions de Sonatrach des mois de janvier, février et mars de l'année 2013.....	96
Tableau. 5.6: Calcul des écarts sur quantité de gaz transporté par rapport à nos prévisions des mois de janvier, février et mars de l'année 2013.....	97
Tableau. 5.7: Calcul des écarts sur quantité de pétrole transporté par rapport aux prévisions de Sonatrach des mois de janvier, février et mars de l'année 2013.....	98
Tableau. 5.8: Calcul des écarts sur quantité de pétrole transporté par rapport à nos prévisions des mois de janvier, février et mars de l'année 2013.....	99
Tableau. 5.9: les écarts sur chiffre de gaz par rapport à nos prévisions.....	100

LISTE DES TABLEAUX

Tableau. 5.10 : Les écarts sur chiffre d'affaire de gaz par rapport aux prévisions de Sonatrach.....100

Tableau.5.11: Les écarts sur chiffre d'affaires prévisionnel lié au pétrole par rapport au chiffre d'affaire réel.....102

Tableau. 5.12 : les écarts sur chiffre d'affaires prévisionnel de Sonatrach lié au pétrole par rapport au chiffre d'affaire réel.....102

TABLE DES MATIERES

<i>Introduction générale</i>	1
<i>Chapitre 1 : Notions sur la gestion budgétaire</i>	4
1.1. Généralités sur le budget.....	5
1.1.1. Définition du budget.....	5
1.1.2. Utilité des budgets.....	5
1.1.3. La hiérarchie du budget.....	6
a. Le budget des ventes.....	7
b. Le budget de production.....	7
c. Budget des investissements.....	8
d. Budget des approvisionnements.....	8
e. Les documents de synthèse.....	9
e. 1. Le budget de trésorerie.....	9
e. 2. Le bilan prévisionnel.....	11
e. 3. Tableau des comptes de résultats prévisionnels.....	11
1.1.4. Etablissement d'un budget.....	12
a. La logique hiérarchique.....	12
b. La logique fonctionnelle	13
1.1.5. Les conditions de pertinences budgétaires.....	13
1.2. Concepts et notions de la gestion budgétaire.....	14
1.1.2. Aspects de l'efficacité du système budgétaire.....	15

1.3. Contrôle budgétaire.....	15
1.3.1. Définition du contrôle budgétaire.....	16
1.3.2. Objectif du contrôle budgétaire.....	16
1.3.3. Les conditions d'efficacité d'un contrôle budgétaire.....	16
1.3.4. Les étapes et supports du contrôle budgétaire.....	17
a. Les différentes étapes du contrôle budgétaire.....	18
b. Les supports du contrôle budgétaire.....	18
1.3.5. Les limites du contrôle budgétaire	18
1.3.6. Processus du contrôle budgétaire.....	19
a. Définition des écarts.....	19
b. Calcul et analyse des écarts.....	19
b.1.Ecarts sur coûts directes.....	19
b. 2. Ecarts sur charges indirectes.....	21
b. 3. Interprétation des écarts.....	22
1.3.7. La mise en œuvre des actions correctives.....	23
1.3.8. Les limites des écarts.....	23
Chapitre 2 : Etat de l'art sur le contrôle budgétaire.....	25
2.1. Synthèse de la littérature sur les rôles de contrôle budgétaire.....	26
a. La gestion des équilibres financiers.....	28
b. Ajustement organisationnel.....	28
c. Le pilotage et l'évaluation des performances.....	29
d. L'orientation des comportements	30
e. La sécurisation des individus.....	31
2.2. Les dimensions du processus budgétaire	31

a. Budget et finalisation.....	32
b. Budget et pilotage.....	33
c. budget et post-évaluation.....	34
c. 1. Evaluation de la performance à partir du budget	34
c. 2. Incitations budgétaires.....	35
e. Les dimensions transversales.....	35
2.3. Typologies de styles budgétaires.....	36
2.4. Les critiques faites à l'encontre du budget et les recherches antérieures.....	38
Chapitre 3 : Rappel théorique sur les séries chronologiques.....	42
3.1. Définition d'une série chronologique.....	43
3.2. Définition d'un processus stochastique.....	43
3.4. Fonction d'autocovariance, d'autocorrélation, corrélogramme.....	44
3.4.1. Définition de la fonction d'autocovariance.....	44
3.4.2. Définition de la fonction d'autocorrélation.....	44
3.4.3. Définition du corrélogramme.....	45
3.4.4. Propriétés.....	45
3.4.5. Définition de la fonction d'autocorrélation partielle.....	46
3.4.6. Définition de corrélogramme partiel.....	46
3.5. Processus aléatoires Stationnaires.....	46
3.5.1. Processus stationnaire au sens strict (stationnarité forte).....	46
3.5.2. Processus faiblement stationnaire (stationnarité de 2 ^{ème} ordre).....	47
3.5.3. Le processus Bruit Blanc (white noise).....	47
3.5.4. Les processus autorégressifs d'ordre p (AR(p)).....	47
a. Le processus AR(1).....	48

b. Stationnarité et inversibilité du processus AR(1).....	48
c. Propriété d'inversibilité.....	49
d. Identification d'un processus AR(1).....	49
e. stationnarité et inversibilité du processus AR(p).....	50
f. Identification d'un processus AR(p).....	50
3.5.5. Les processus des moyennes mobiles MA(q).....	50
a. Le processus MA(1).....	51
b. Conditions d'inversibilité d'un processus MA(1).....	51
c. Conditions d'inversibilité d'un processus MA(q).....	52
d. La fonction d'autocorrélation d'un processus MA(1).....	52
e. La fonction d'autocorrélation partielle d'un processus MA(q).....	52
3.5.6. Les processus autorégressif et de moyenne mobile : ARMA (p,q).....	53
3.5.7. Les processus ARIMA.....	53
3.5.8. Les processus SARIMA.....	54
3.6. La méthodologie de Box & Jenkins.....	56
3.6.1. Les étapes de la méthodologie de Box & Jenkins	56
a. Identification.....	56
b. Estimation des paramètres du modèle.....	58
c. Validation.....	58
c. 1. Tests concernant les paramètres.....	59
c. 2. Tests concernant les résidus	59
d. Prédiction.....	60
Chapitre 4 : Modélisation statistique.....	62
4.1. Présentation de l'organisme d'accueil.....	63

4.1.1. Historique et activité.....	63
4.1.2. Présentation de la RTC Bejaia (Direction régionale).....	64
a. Sa mission.....	64
b. Situation géographique.....	65
c. Organisation de la direction régionale de Bejaia.....	65
4.2. Modélisation et prévision.....	68
4.2.1. Logiciel utilisé.....	68
4.2.2. Modélisation et prévision de la serie des quantités transportées de pétrole.....	69
a. Modélisation.....	69
b. Prévision.....	71
4.2.3. Modélisation et prévision de la série des quantités transportées de Gaz.....	77
a. Modélisation.....	77
b. prévision.....	79
Chapitre 5 : La gestion budgétaire au sein de la Sonatrach.....	86
5.1. Procédures d'élaboration budgétaire au sein de la DRGB.....	87
5.1.1. Budget d'investissement.....	87
a. La fiche technique.....	87
b. La coordination avec les différents départements	88
c. Plan et finalisation.....	88
5.1.2. Les principes d'élaboration de budget d'exploitation.....	89
a. Les charge d'exploitation.....	90
a. 1. Phase préparatoire.....	90
a. 2. Phase opérationnelle.....	90
a. 3. La répartition des charges au sein de la DRGB.....	91

b. Les produits.....	94
5.1.3. Le budget d'exploitation.....	96
5.2. La mise en œuvre du contrôle budgétaire dans le cas de Sonatrach.....	97
5.2.1. Ecart sur quantité.....	97
a. Ecart sur quantité de gaz.....	97
b. Ecart sur quantité de pétrole.....	99
5.2.2. L'écart sur chiffre d'affaire.....	101
a. l'écart sur chiffre d'affaire lié au gaz.....	101
b. l'écart sur chiffre d'affaire lié au pétrole.....	102
<i>Conclusion générale</i>	105
<i>Bibliographies</i>	107
<i>Annexes</i>	110

Introduction générale

Notre époque se caractérise par la découverte d'une multitude d'énergies d'origines différentes solaires, nucléaires... qui sont exploités dans plusieurs domaines pour des objectifs divers. Les hydrocarbures sont une des ces énergies prisé soit par des pays industrialisés ou par les pays en vois de développement, le pétrole appeler aussi l'or noir, est plus qu'un hydrocarbure, c'est un facteur de développement, une arme stratégique, une ressource inégalement répartie et inégalement consommée. Le pétrole est considéré comme le poumon de la société industrielle et le sang de la civilisation moderne.

A cet égard l'Algérie a consacré depuis son indépendance, une place primordiale à ce secteur, vu ces richesses minérales qu'elle possède dans son sous sol. Ainsi le secteur hydrocarbure, vu son poids dans l'économie algérienne, joue un rôle de locomotive pour la relance économique, il constitue une ressource nationale pouvant être utilisé pour financer le développement, équilibrer la balance de paiement et maintenir des niveaux d'emplois adéquat. Pour cela, l'idée d'investir dans ce secteur reste toujours d'actualité ; l'Etat en général, **Sonatrach (Société Nationale de Transport et Commercialisation des Hydrocarbures)** en particulier, désirent davantage investir dans ce domaine en adoptant de nouvelles stratégies plus innovante. Face à un environnement incertain de l'industrie pétrolière ; représentée par la direction régionale de Bejaia, doit avoir un moyen qui l'aidera à prendre des décisions expriment son attitude ; d'où les bonnes décisions dépendent des bonnes prévisions. Il est donc important de prévoir la survenue de certain événements ou l'évolution de certaines données. Dans ce contexte la gestion budgétaire est chargée d'élaborer des prévisions chiffrées en fonction des décisions prises au niveau de l'entreprise à fin de réaliser ces objectifs, or elle est définit comme l'ensemble des techniques mises en œuvre pour établir des prévisions à court terme, généralement un an, elle permet de confronter périodiquement, les réalisations effectives aux prévisions, en vue de mettre en évidence des écarts qui peuvent susciter des actions correctives.

Dans notre travail nous utiliserons les méthodes de l'analyse des séries chronologiques, cette dernière occupe une phase prépondérante dans l'étude des phénomènes aléatoires, à savoir l'économie, l'automatique, la météorologie... Son importance est due au vaste champ d'application qu'elle procure. Elle permet en outres de prévoir le comportement

futur d'un phénomène écoulé dans le temps. L'étude des données chronologiques commence en premier, par la spécification d'un modèle candidat, selon un critère approprié. Les modèles les plus répandus et les plus utilisés dans l'analyse des séries chronologiques sont les modèles linéaires ARMA, ARIMA et SARIMA ... qui identifient les processus faiblement stationnaires. Ces derniers peuvent être stationnaires par l'application de certaines transformations adéquates.

En 1970, les deux auteurs Box et Jenkins¹ ont proposés une méthodologie générale pour la modélisation linéaire des séries univariées, fondée sur la stationnarité faible du processus générateur, et basée sur trois grandes étapes essentielles : identification, estimation et validation.

L'objet de notre étude porte sur " *l'élaboration d'un modèle prévisionnel des hydrocarbures transportés par canalisations pour la répartition budgétaire* " au niveau de SONATRACH de Bejaia dont sa mission principale est le transport des hydrocarbures liquide (le pétrole brute) et gazeux (gaz naturel) par canalisation. Nous appliquerons la méthodologie de BOX JINKINS aux observations mensuelles sur un passé de 12 ans (2000-2012) soit 156 observations.

Nous allons essayer de part de ce travail, de répondre à la question principale suivante :

-Quel est le modèle prévisionnel adéquate pour prendre les précautions pertinentes et adopter une gestion budgétaire adéquate ?

Afin de répondre à notre problématique, il est nécessaire de poser d'autres questions secondaires :

- quelles sont les insuffisances du système budgétaire de "Sonatrach" ?
- quelle est la technique de prévision la plus approprié pour une gestion budgétaire efficace ?

La réponse aux questions précédentes sera traduite sous forme d'hypothèses qui seront des critères importants pour la détermination des grands axes d'investigations retenue dans cette étude :

¹ Bourbonnais régis, " *économétrie* ", 4^{ème} édition Dunod, Paris, 2002.

- L'une des insuffisances du système budgétaire de "Sonatrach", c'est qu'elle utilise les réalisations de l'année N comme prévisions pour l'année N+1.
- La méthode de prévision la plus appropriée pour l'élaboration du budget est celle de Box & Jenkins.

Nous allons diviser notre travail en deux parties :

La première partie traite l'aspect théorique du sujet, d'une part, nous allons présenter des notions sur la gestion budgétaire et le contrôle qui est un outil de contrôle de gestion dans l'amélioration des performances de l'entreprise. D'autre part, nous allons travailler pour approfondir l'état de l'art pour mieux situer le contexte dans le quel à été mise en place le processus budgétaire et les fonctions qui lui sont attribués dans la littérature. En fin nous procéderons à la présentation des outils statistiques nécessaires à l'analyse de nos données et à la prévision, notamment la méthode de Box & Jenkins.

La seconde partie, est consacré à l'application de la gestion budgétaire dans la Sonatrach, la direction régionale de Bejaia (DRGB). Dans la première étape de cette application, nous procéderons à la modélisation statistique et à partir des modèles retenus, nous allons calculer les prévisions des quantités transportées des deux produits d'hydrocarbure "pétrole et gaz" par canalisation en utilisant le logiciel R. dans la deuxième étape, nous allons procéder à la mise en œuvre de la gestion et contrôle budgétaire dans la direction régionale de Bejaia.

Pour clore ce travail une conclusion générale est présenté à la fin.

1

NOTIONS SUR LA GESTION BUDGÉTAIRE

Introduction

Aujourd'hui, les gestionnaires qui ont compris que toute réussite passe par la gestion budgétaire se garantissent les meilleures chances de succès.

Et cette dernière crée un cadre de travail qui permet à partir d'une prévision objective des conditions internes et externes d'exploitation, de fixer à l'entreprise, pour une période un objectif, ainsi les moyens nécessaires pour l'atteindre.

Ce chapitre introduira la gestion budgétaire en offrant une vision d'ensemble de ses concepts ; nous tenterons de le présenter à travers trois sections comme suit :

La première section se focalisera sur des généralités et les techniques d'élaboration des budgets, ensuite, la deuxième section présentera concepts et notions sur la gestion budgétaire, enfin, la troisième section portera sur le contrôle budgétaire et son processus.

1.1. Généralités sur le budget

1.1.1. Définition du budget

Le budget est une prévision chiffrée en volume et en unités monétaires de tous les éléments correspondant à un programme d'activités déterminé, établi en fonction d'objectifs négociés et acceptés.

D'après CHRUTIAN et CHRISTIAN RAULET (1990), le terme budget est moins restrictif, « *c'est l'expression quantitative et financière d'un programme d'action envisagée pour une période donnée* »¹.

Et pour J.LEURION (1987), le budget est « *une prévision chiffrée de tous les éléments correspondants à des moyens antérieurement définis, des objectifs issus de la stratégie de l'entreprise* »².

Selon M. GERVAIS (1997), un budget est « *l'expression comptable et financière des plans d'actions retenus pour mettre en œuvre la stratégie sur le court terme (l'année en générale)* »³.

1.1.2. Utilité des budgets

Les raisons d'établissement des budgets sont multiples, mais nous pouvons synthétiser le rôle de ces dernières en trois points :

- Le système budgétaire est un élément de contrôle de gestion : les budgets sont des instruments qui servent de repères et de points de comparaison dans le suivi de l'évolution des projets ;
- Le système budgétaire est un moyen de planification : les budgets exprime en terme comptable et financier des plans d'action, des prévisions sur les états d'avancement des travaux ou encore des états prévisionnels des mouvements financiers ;
- Le système budgétaire doit accorder aux personnes, les projets et les stratégies : le budget ne doit pas être perçu comme un simple exercice de prévision mais aussi

¹ Chrutian et Christian R., « *comptabilité analytique, contrôle de gestion* », édition Dunod, paris 1990, P. 70.

² Leurion J., « *comptabilité analytique, contrôle de gestion* », Edition Faucher, paris 1987, P. 70.

³ Gervais M., « *Contrôle de gestion* », 6^{ème} édition, economica, 1997, P. 275.

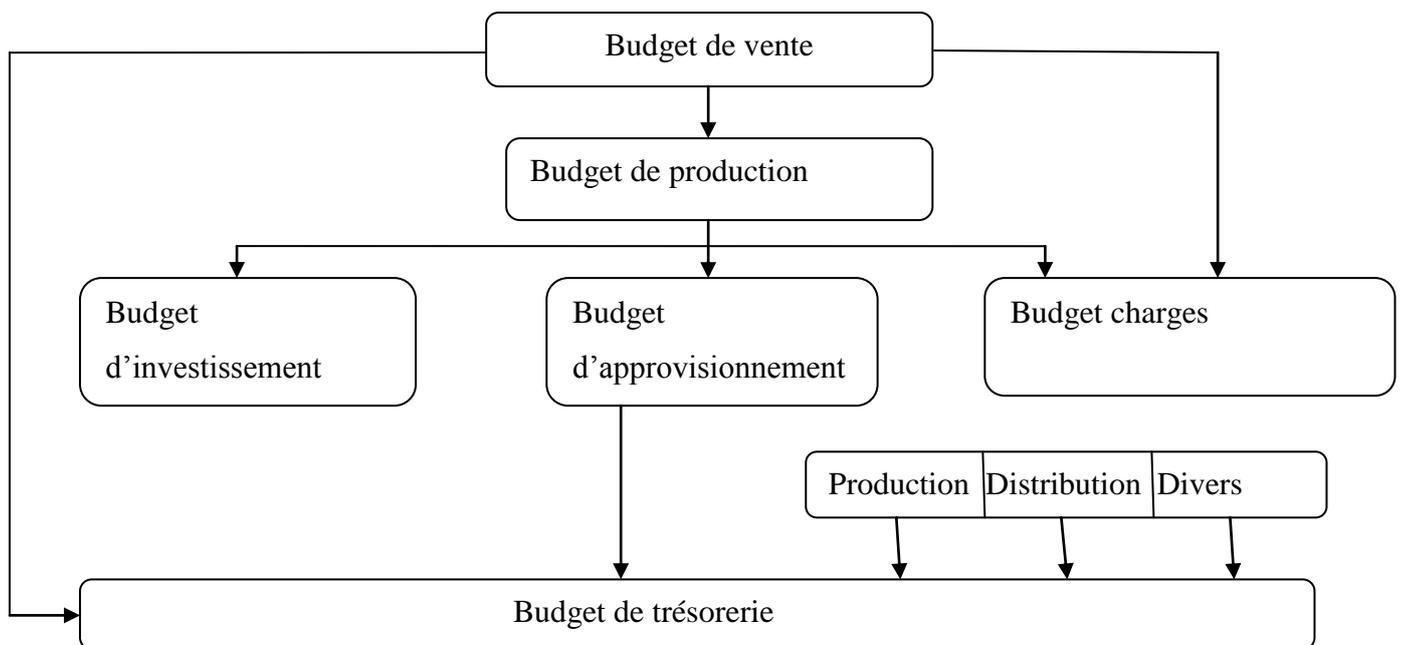
comme une situation future que tout le personnel de l'entreprise s'engage à atteindre, en acceptant être jugé sur cette base. Il devient ainsi un parfait moyen de communication.

1.1.3. La hiérarchie du budget

La gestion budgétaire suppose l'établissement de budget permettant de présenter toutes les prévisions chiffrables dans l'entreprise.

Les budgets et surtout leur éventuelle subdivision dépendent de l'organisation de l'entreprise. D'une manière générale ils correspondent aux principales fonctions : vente, production, approvisionnement, ...etc.

Figure. 1.1 : L'ordre des budgets.



Source : Meyer J., « gestion budgétaire », édition Dunod, Paris, 1969.

a. Le budget des ventes

La budgétisation des ventes permet aux différents responsables de la fonction commerciale de chiffrer les objectifs à court terme des ventes, et les moyens correspondants à mettre en œuvre. Elle comprend le budget des ventes, qui constitue « *la pièce maîtresse de la gestion budgétaire* »⁴, et la première du réseau des budgets de l'entreprise. Il est défini comme « *l'expression chiffrée des ventes de l'entreprise par type de produits, en quantité et prix* »⁵, elle peut être établie en termes de volume, de chiffres ou de marge, et il doit être ventilé sur l'année selon une périodicité pertinente. La périodicité mensuelle est la plus souvent adoptée car elle permet de déboucher sur des prévisions de trésorerie exploitables.

Le budget des ventes est souvent accompagné d'un budget des frais commerciaux ; ce dernier présente la répartition périodique des moyens mis en œuvre pour réaliser le programme des ventes. Les frais commerciaux comprennent en générale :

- La force de vente ;
- La publicité et la promotion des marques ;
- L'administration de la fonction commerciale ;
- Les transports et la logistique de distribution ;
- Le conditionnement.

En connaissant le volume des ventes prévu, il est nécessaire d'en déduire les quantités à produire en fonction des capacités disponibles et des stocks de produits finis souhaités.

b. Le budget de production

L'utilisation des outils de gestion de la production permet une gestion et une optimisation de l'organisation du travail et de la production, ce qui doit conduire à l'élaboration du budget de production qui est un programme chiffré de l'activité productive annuelle. Ce travail de budgétisation de la production est réalisé en collaboration entre les services techniques productifs et le contrôle de gestion, il permet aux différents responsables de la fonction de production de ventiler le budget de production en plusieurs budgets en fonction des besoins de l'entreprise (par centre de production, par produit à fabriquer, par période...). Ces différents

⁴ Béatrice ; Grandguillot F., « *l'essentiel du contrôle de gestion* », 4^{éd} l'extenso, Paris, 2009, P. 51.

⁵ Alazard C. ; Sépari S., « *contrôle de gestion, manuel et application* », 2^{éd} Dunod, Paris, 2010, P. 441.

budgets peuvent être consolidés et soumis à la direction générale pour approbation conjointement au budget général des ventes afin de vérifier la cohérence.

Le chiffrage des budgets de production d'effectue en coûts standards ou en coûts préétablis de production.

c. Budget des investissements

On peut définir un investissement comme l'opération par laquelle l'entreprise affecte des ressources à des projets dans l'espoir d'en retirer des bénéfices pendant un certain temps. Il est habituel d'opposer les investissements dans des actifs financiers aux investissements de nature industrielle et commerciale. Les investissements dans des actifs financiers correspondent à des prises de participation effectuées dans une optique stratégique. Ils sont privilégiés par les entreprises qui souhaitent se développer par croissance externe plutôt que par croissance interne.

Pour les investissements industriels et commerciaux, il est possible d'opérer à une classification plus fine en fonction de l'objectif recherché.

Le budget des investissements est constitué par l'ensemble des demandes ou projets d'investissement ayant passé le filtre des négociations budgétaires, classé en deux catégories, investissements courants et investissements exceptionnels. L'approbation du budget vaut pour les premières autorisations d'investir, alors que les seconds seront soumis en temps utile à un examen détaillé, avant de pouvoir être engagés.⁶

d. Budget des approvisionnements

Le budget des approvisionnements est complètement dépendant des techniques de gestion des stocks étudiée précédemment. Il a pour objectif d'assurer une gestion des stocks (de matières premières, de produits, de marchandises ou d'autres approvisionnements) la plus optimale possible afin d'éviter une rupture de stock ou un sur-stockage. La budgétisation des

⁶ Alain Burland, Robert Taller, stéphain Chalelain-Pouray, SPHIE Mgon, Elisabeth Williser., "Contrôle budgétaire", Edition Vuibert, Paris, septembre, 2004.

approvisionnement comprend le chiffrage des achats qui est complété par des prévisions en date de commande, de livraison et de consommation.

Le budget des approvisionnements permet d'échelonner les prévisions sur douze mois, il est subdivisé en quatre budgets partiels :⁷

- budgets des commandes ;
- budgets des livraisons ;
- budgets des consommations ;
- budgets des stocks.

Il est présenté en quantité et en valeur (quantité x coût standard).

e. Les documents de synthèse

Le budget de trésorerie, le bilan et le compte de résultat prévisionnels résultent de l'ensemble des budgets précédemment étudiés. Documents de synthèse (appelés **budgets généraux**), ils permettent aux responsables de mesurer la cohérence de la construction budgétaire :

- équilibre global de la trésorerie (budget de trésorerie) ;
- équilibre financier (bilan prévisionnel) ;
- équilibre dans la formation du résultat (compte de résultat prévisionnel).

L'étude du bilan et du compte de résultats prévisionnels met en œuvre les méthodes d'analyse comptable. La recherche d'équilibre peut conduire à des ajustements qui peuvent aller jusqu'à la révision de projets de l'entreprise.

e. 1. Le budget de trésorerie

Le budget de trésorerie est l'état des dépenses et recettes issues de l'ensemble de la prévision budgétaire. Son élaboration nécessite des informations complémentaires : échéances et modes de règlement.

⁷ Béatrice ; Grandguillot F., ' ' l'essentiel du contrôle de gestion ' ', 4^{éd} l'extenso, Paris, 2009, P 78.

Le budget dégage, mois par mois, des impasses ou des excédents de trésorerie qui nécessitent des ajustements. L'anticipation qu'autorise le budget de trésorerie laisse le temps à l'entreprise de négocier hors de l'urgence et de la contrainte, ce qui constitue un atout vis-à-vis des tiers.

❖ **Elaboration du budget de trésorerie**

Avant l'élaboration de budget de trésorerie, il est préférable d'élaborer des sous budgets de trésorerie : budget des encaissements et budgets des décaissements.

✓ **Le budget des encaissements**

Il présente en générale les différents mois en colonnes et les différentes catégories des recettes en lignes ; on prévoit également une colonne supplémentaire pour traiter les créances à court terme liées en fin d'année au décalage dans le temps entre certaines opérations (vente) et leurs encaissements, du fait des délais de règlement, et qui figurent dans le bilan prévisionnel.

Supposons par exemple l'entreprise accorde un mois de crédit à ces clients :

Il y aura un décalage d'un mois entre la vente et l'encaissement.

En janvier $N+1$, l'entreprise encaissera donc les créances clients figurant au bilan à fin N . en février, elle a encaissé les ventes de janvier, en mars les ventes de février...etc.

Les ventes de décembre $N+1$, et encaissées en janvier $N+2$.

En distingue généralement les encaissements directement liées à l'exploitation (vente) qui font l'objet d'une prévision en fonction des budgets commerciaux, et leurs encaissements, liées à des opérations financières spécifiques (emprunt, augmentation du capital, cession d'actif...).

✓ **Le budget des décaissements**

Les décaissements liés à la taxe sur la valeur ajoutée sont fixés par le code général d'impôts. Le fait générateur de la TVA⁸ pour les ventes et les livraisons de biens, c'est-à-dire

⁸ TVA : taxe sur la valeur ajoutée.

le transfert de propriété du fournisseur au client. D'une manière générale, on considérera que le fait générateur est l'établissement de la facture.

Dans le cas de prestation de service, le fait générateur est l'exécution de la prestation. Le principe est de fixer l'exigibilité de la TVA lors de l'encaissement.

Chaque mois, l'entreprise calcule la TVA due par différence entre la TVA collectée dans le mois m (factures des ventes de biens, encaissement de prestation de service) et la TVA déductible sur les achats du mois $m-1$; le montant de la TVA décaissé est celui de la TVA due le mois précédent. Si ce décompte fait apparaître un solde négatif, l'entreprise bénéficie d'un crédit de TVA reportable sur les décaissements prévus le mois suivants.

Dans le cas de TVA récupérable sur les immobilisations, la récupération se fait, pour le calcul de la TVA due dans le mois de l'acquisition du bien immobilisé.

e. 2. Le bilan prévisionnel

Il se présente comme un bilan traditionnel et permet de cerner l'influence des actions projetées au cours de prochain exercice sur la structure financière de l'entreprise.

Il peut être établi qu'une fois connu le budget de trésorerie et /ou le résultat prévisionnel.

e. 3. Tableau des comptes de résultats prévisionnels

Il est évidemment établi hors taxe et comporte les charges et les produits qui résultent de différents budgets. Son solde (le résultat budgété) va être repris dans le bilan prévisionnel.

Rappelons que le montant du résultat obtenu va permettre de valider les politiques envisagées en amont, et pour même les budgets d'exploitations dont il est la synthèse.

Tant que le niveau de rentabilité requis par la direction générale n'est pas atteint, les budgets doivent être revus (procédures de navette budgétaire).

L'importance de la simulation sur tableau est ici, de manière à juger rapidement des effets de changements de certaines données sur le résultat final⁹.

1.1.4. Etablissement d'un budget

Il n'existe pas vraiment de procédures type pour l'établissement d'un budget, et chaque entreprise a, selon sa taille, son mode de fonctionnement ou sa structure, sa propre façon et son propre procédé d'établir un budget.

En règle générale, toute procédure d'élaboration budgétaire suit à la fois une logique hiérarchique et une logique fonctionnelle.

a. La logique hiérarchique

Lorsque la délégation de l'autorité est faible dans l'entreprise, la préparation des budgets se réalise essentiellement en deux étapes :

La première correspond à un travail préparatoire de chiffrage d'hypothèses réalisées par le responsable comptable et financier (ou le contrôleur de gestion) à partir des directives formulées par le chef de l'entreprise.

La seconde consiste en une discussion de ces hypothèses et dans le choix de l'une d'entre elles, de sorte que de petit comité de direction ou le chef de l'entreprise prend l'avis de ces quelques collaborateurs¹⁰.

Lorsque la structure de la firme a d'avantage été décentralisée, la détermination des budgets est l'occasion d'un véritable dialogue au sein de la hiérarchie.

Le cycle budgétaire se décompose en six phases :

- rappel ou détermination des objectifs de la firme pour l'année à venir ;

⁹Alain Burland, Robert Taller, Stéphane Chalelain-Pouray, SPHIE Mgon, Elisabeth Williser, *Contrôle budgétaire*, Edition Vuibert, Paris, septembre, 2004.

¹⁰Gervais M., *Contrôle de gestion par système budgétaire*. Edition Vuibert, Paris, 1987, P. 17.

- réalisation d'études préparatoire ;
- simulation des différents projets budget ;
- choix d'une d'entre eux : pré-budget ;
- construction et constitution des budgets détaillés ;
- élaboration des prévisions définies.

b. La logique fonctionnelle

Indépendamment de la logique hiérarchique, tout processus budgétaire nécessite de suivre un raisonnement fonctionnel.

Lorsqu'on opère dans une économie de marché et, quel que soit le principe d'organisation qui régit l'architecture des budgets, il semble indispensable de commencer par définir des ventes, puis d'en déduire la production et des approvisionnements à réaliser ainsi que les frais de structure et les dépenses d'investissement à engager.

Au moment de consolidation, les budgets des différents centres de responsabilités seront donc traités selon une séquence obéissante à une logique fonctionnelle. De même, lors de la construction de pré-budget ou des budgets détaillés de niveau hiérarchique élevé, l'agencement des différents aboutissants au document final se fera la base d'une approche de ce type.

1.1.5. Les conditions de pertinences budgétaires

La pertinence du budget nécessite :

- **La pertinence des objectifs et des normes qui serviront de référence au contrôle :** elle constitue une condition fondamentale pour que le budget soit performant. En d'autres termes, pour que celui-ci soit un facteur de dépassement et de progrès par rapport à la situation antérieure. Cette réflexion peut être résumée en formule suivante :

Un budget pertinent = un contrôle pertinent

- **La pertinence des études préparatoire :** la pertinence du budget nécessite une étude préparatoire qui doit porter en particulier sur l'étude de l'évolution de la conjoncture

générale, l'étude de marché, les prévisions des ventes et la définition des normes commerciales est techniques.

- **La pertinence de la procédure budgétaire :** la pertinence des budgets implique également que la procédure soit définie et suivie de manière rigoureuse par les différents acteurs.

1.2. Concepts et notions de la gestion budgétaire

La gestion budgétaire est un système de gestion prévisionnelle qui a pour but d'améliorer la performance et la rentabilité de l'entreprise par l'augmentation du profit, et d'assurer une certaine sécurité à court terme.

1.2.1. Définition de la gestion budgétaire

D'après E.MEYER(1969), « *la gestion budgétaire s'appuie sur des prévisions en fonction des conditions intérieures à l'entreprise, reçoivent après accord des attributions des programmes et des moyens pour une durée limitée en valeur*¹¹ ».

Selon ARDOIN. J-L (1989), « *la gestion budgétaire est un mode de gestion à court terme qui englobe tous les aspects de l'activité de l'entreprise dans un ensemble cohérent de prévisions chiffrées : les budgets* ». ¹²

La gestion budgétaire peut également correspondre à une vision technique du contrôle de gestion et se définit comme l'ensemble des techniques mises en œuvre pour établir des prévisions à court terme applicables à la gestion d'une entreprise et pour les comparer aux résultats effectivement constatés. Cette vision, peut réductrice de la gestion budgétaire, correspond dans la réalité aux tâches effectivement remplis par les contrôleurs de gestion¹³.

¹¹MEYER EJ., « *gestion budgétaire* », édition Dunod, Paris, 1969, P. 53.

¹² Ardoin J-L., « *plans et budgets* », encyclopédie de gestion, Economica, Paris, P. 2078-2086.

¹³ Forget J., « *Gestion budgétaire: prévoir et contrôler les activités de l'entreprise* ».Edition, d'organisation, 2005.

1.2.2. Aspects de l'efficacité du système budgétaire

Au cours de développement du budget, il faut demander si notre gestion budgétaire été efficace pendant les exercices passés. D'où, une bonne gestion budgétaire demande que les objectifs soient clairs, que la planification soit détaillée.

Selon Michel Gervais (1987), six conditions doivent être réunies pour que le système soit efficace¹⁴ :

- il doit couvrir, la totalité des activités (fonctionnelles et opérationnelle) de l'entreprise : la gestion budgétaire concerne l'ensemble de l'organisation. En ce sens, elle est une discipline transversale et devient un outil de coordination des différentes fonctions ;
- le découpage et la présentation des budgets doivent se calquer sur le système d'autorité : le contrôleur de gestion, conçoit et pilote le système d'information de l'entreprise ;
- l'identification claire des responsabilités ne doit pas nuire à l'esprit d'équipe et aux solidarités interdépartementales nécessaires;
- le système budgétaire doit s'inscrire dans le cadre de la politique générale de l'entreprise ;
- Il doit être relié à une politique de personnel dont l'orientation est conforme à la logique budgétaire.

En fin les prévisions budgétaires doivent pouvoir être révisées lorsqu'il ya apparitions de nouvelles informations sous modifications majeures des paramètres de budgétisation (Fiscalité, données de marché...).

1.3. Contrôle budgétaire

Le contrôle budgétaire n'est pas une science. C'est d'abord une pratique qui évolue au gré des mutations économiques, technologiques et culturelles. Si ses fondements restent relativement stables au cours du temps, les techniques mises en œuvre doivent s'adapter aux nouvelles technologies de l'information. L'ensemble des indicateurs de gestion est dorénavant élaboré par le système d'information et d'aide à la décision de l'entreprise.

¹⁴ Gervais M., "contrôle de gestion par le système budgétaire", Vuibert, Paris, 1987, P.41.

1.3.1. Définition du contrôle budgétaire

Le contrôle budgétaire peut se définir comme l'ensemble des procédés et de techniques mis en place, pour assurer à l'organisation un rendement optimum de la part de chacun des responsables d'activités.¹⁵

Le contrôle budgétaire est un instrument essentiel de la gestion budgétaire qui consiste en la « *comparaison permanente des résultats réels et des prévisions différées figurant aux budgets afin :*

- *de rechercher le (ou les) cause (s) d'écart(s) ;*
- *d'informer les différents niveaux hiérarchiques ;*
- *de prendre les mesures correctrices éventuellement nécessaires ;*
- *d'apprécier l'activité des responsables budgétaires*¹⁶.

1.3.2. Objectifs du contrôle budgétaire

Le contrôle budgétaire permet de comparer les réalisations avec les prévisions. Déceler les écarts significatifs, les analyser et prendre des mesures correctrices regroupent les aspects principaux du contrôle de gestion.

Le contrôle budgétaire n'est pas que synonyme de maîtrise du budget, c'est aussi un véritable outil de vérification. Il permet de vérifier la performance des différents centres de responsabilité.

1.3.3. Les conditions d'efficacité d'un contrôle budgétaire

Selon Alazard C., Sépari S. (2010), pour un contrôle budgétaire efficace, le contrôle de gestion se doit de :

- définir les centres de responsabilités en évitant les chevauchements d'autorité ou les incohérences de rattachements hiérarchique ;
- servir de liaison et d'arbitrage entre les responsabilités, en particulier en définissant clairement les modalités de cessions entre les centres ;

¹⁵ Hamini A., « *Gestion budgétaire et comptabilité prévisionnelle* », Edition Berti, P95.

¹⁶ Gervais M., « *contrôle de gestion par le système budgétaire* », Vuibert, Paris, 1987, P.20.

- décider de degré d'autonomie délégué aux centres et de faire respecter les orientations de politiques générale de la firme ;
- mettre en place des unités de mesure des performances connues et acceptées par les responsables¹⁷.

1.3.4. Les étapes et supports du contrôle budgétaire

a. Les différentes étapes du contrôle budgétaire

Il est important que les résultats obtenus par les chefs de centres de responsabilité aillent dans le sens des objectifs et des budgets alloués. Pour y parvenir, des modalités de suivi sont à mettre en œuvre, elles s'articulent autour de deux phases :

- La constatation des écarts budgétaires : avant de déterminer les écarts budgétaires, le contrôleur de gestion doit s'interroger sur les propriétés qu'ils doivent posséder, leur degré de pertinence et le moment opportun de l'exercice du contrôle budgétaire. Ensuite, il doit déterminer la procédure à utiliser pour en effectuer le constat.
- La mise en œuvre des actions correctives : une action corrective ne démarre que si un écart significatif est repéré.

Il existe trois niveaux du contrôle : le premier est celui du contrôle à priori, il est assuré principalement dans la phase d'élaboration des budgets ; ce contrôle permet aux cadres opérationnels de simuler les conséquences de leurs décisions avant même de s'engager dans l'action, et permet aux supérieurs hiérarchiques de limiter les frontières de leurs délégations de pouvoir en simulant le fonctionnement de leur propre domaine de responsabilité constitué de plusieurs unités auxquelles ils ont délégués une partie de leur propre pouvoir de décision. Le deuxième est celui effectué pendant l'action, il s'agit d'un contrôle opérationnel qui consiste à fournir les informations nécessaires de manière quasi permanente pour conduire les actions jusqu'à leur terme. Le dernier contrôle est effectué à posteriori, il intervient à la fin de l'exécution budgétaire ; ce contrôle consiste en la mesure des résultats et donc en l'évaluation des performances en s'appuyant sur des informations systématiques, qui permettent de comparer la situation finale réalisée à celle qui était attendue, et des informations potentielles,

¹⁷ Alazard C. ; Sépari S. ; *'' contrôle de gestion, manuel et application ''*, 2^{éd} Dunod, Paris, 2010, P. 344.

qui font ressortir des événements imprévus, leurs causes et leurs conséquences dans les écarts constatés.

b. Les supports du contrôle budgétaire

Toutes les données et informations collectées et utilisées par l'organisation sont mises sous forme de supports sur lesquels le contrôle budgétaires s'appuie. Le tableau de bord est l'un de ces instruments qui permet au responsable d'effectuer des opérations de contrôle sur les recettes et les dépenses liées aux différentes zones d'investigation de chaque département. Le responsable de l'unité contrôlée doit établir, à l'aide du service de contrôle de gestion, un compte rendu d'activité qui sera transmis au supérieur hiérarchique. Ce rapport indique les variables de contrôle choisies les cibles correspondantes, les résultats obtenus pour chaque variable, une analyse des écarts constatés et les mesures qui ont été prises pour réorienter l'action vers les objectifs. Des réunions de suivis budgétaires sont nécessaires afin d'échanger les points de vue, et harmoniser les actions correctives. Ensuite, le contrôleur de gestion procède à l'élaboration d'un compte rendu de séance afin qu'il soit possible, lors des réunions suivantes, d'apprécier le degré de conformité de l'exécution et l'état d'avancement des mesures décidées.

1.3.5. Les limites du contrôle budgétaire

- le centre de responsabilité doit disposer d'une réelle autonomie dans ses décisions. Il doit être un lieu de pouvoir de décision : quelle serait la responsabilité d'un responsable d'un centre s'il n'a aucune maîtrise dans la fixation de son budget ?
- la mise en place du contrôle budgétaire est souvent mal vécue, car perçue comme une sanction par le personnel de l'entreprise.
- étape complexe et longue, le contrôle budgétaire n'assure pas toujours une bonne réactivité de l'entreprise. Face à un environnement de plus en plus turbulent, d'autres outils seront mis en place, notamment les tableaux de bord.
- un système d'information comptable efficace : la réactivité du contrôle dépend en grande partie du système d'information comptable.

1.3.6. processus du contrôle budgétaire

a. définition des écarts

L'écart est « la différence entre une donnée de référence et une donnée constatée.

Exemples : écart entre coût prévu et coût réalisé, entre quantité allouée et quantité consommée... » (PCG 1982)¹⁸.

Le calcul des écarts nécessite une coïncidence entre le plan budgétaire et le plan de comptes de la comptabilité analytique. La périodicité du calcul des écarts doit être assez courte afin d'entreprendre rapidement les actions correctives éventuelles. En pratique, les écarts sont calculés mensuellement.

b. Calcul et analyse des écarts

L'analyse des écarts consiste à analyser les différences constatées entre les données prévisionnelles et les données réelles afin de rechercher leurs causes et mesurer leurs impacts, d'identifier les responsabilités, et informer les acteurs afin qu'ils prennent les mesures correctives nécessaires. On distingue deux types d'écarts selon les charges :

b. 1. Ecart sur coûts directs

L'écart global est déterminé par la différence entre le coût constaté et le coût préétabli de la production réelle. Le coût préétabli est déterminé à partir de la fiche de coût standard.

Cet écart s'analyse en deux sous écarts :

- ❖ **L'écart sur quantité** : traduit le plus ou moins bon rendement de la matière ou de la main d'œuvre. On peut le calculer comme suite :

$$\text{Ecart sur quantité} = C_p (Q_r \times A_r - Q_p \times A_p)$$

¹⁸ PCG : Plan comptable générale.

C_p : le coût préétabli unitaire ;

Q_r : quantités réelles unitaires nécessaires pour un produit (de matières, de main d'œuvre directe) ;

A_r : activité réelle ;

A_p : activité préétabli de la production constatée $Q_p \times C_p$;

Q_p : quantités prévues unitaire nécessaire pour un produit.

- ❖ **L'écart sur coût** : (appelé aussi écart sur prix par le PCG 1982) mesure l'impact d'une variation de prix ou de coût des facteurs de production.

Ce type d'écart est calculé comme suite :

$$\text{Ecart sur coût} = Q_r \times A_r (C_r - C_p)$$

Q_r : quantités réelle unitaire nécessaire pour un produit ;

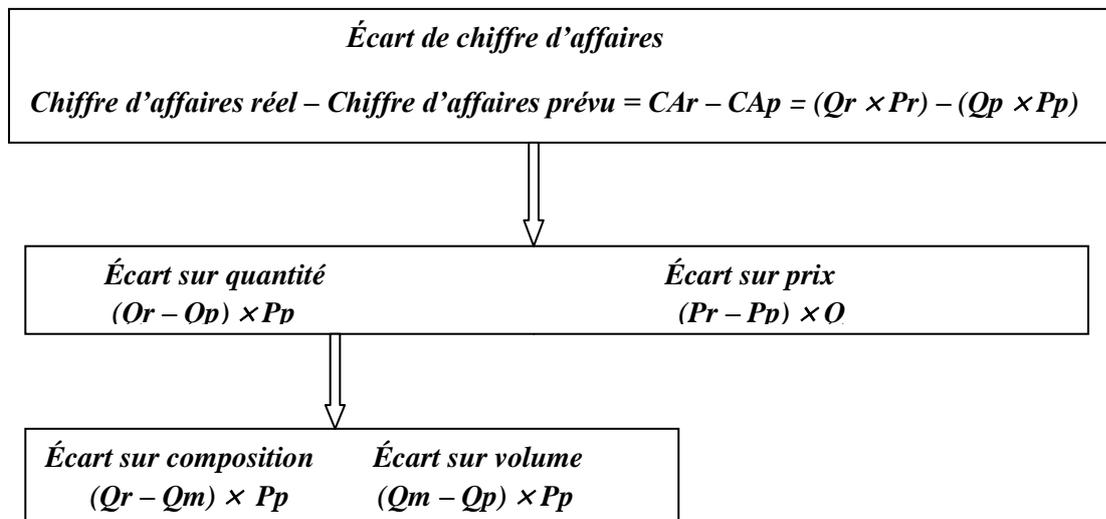
A_r : activité réelle ;

C_r : coût réel unitaire ;

C_p : le coût préétabli unitaire.

- ❖ **L'écart de chiffre d'affaires** est la différence entre le chiffre d'affaires réel et le chiffre d'affaires prévu.

Les écarts sur chiffres d'affaire sont de la responsabilité des unités commerciales ; c'est donc de ces unités que doivent émaner les réajustements de prévision, les actions correctrices.

Figure. 1.2: L'écart de chiffre d'affaires.

Source : Brigitte Doriath, « Contrôle de gestion contrôle de gestion en 28 fiches », 5^{ème} édition, DUNOD, Fiche n°10, 2008.

Symboles utilisés :

Indice *r* pour réel, *p* pour prévu

CA = chiffre d'affaires;

Q = quantités ;

P = prix de vente ;

Q_m = quantités du produit qui auraient été vendues si la composition des ventes n'avait pas changé.

b. 2. Ecarts sur charges indirectes

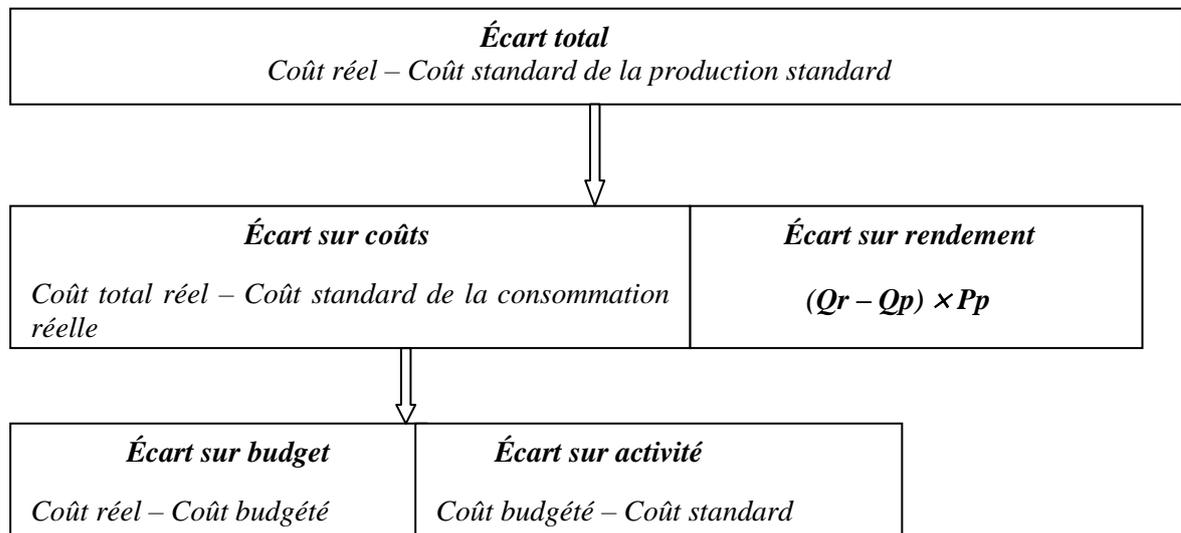
Ecart sur charges indirectes est l'écart entre ce qu'à coûté réellement et ce qu'elle aurait dû réellement coûter.

Ecart globale est composé d'un écart sur budget, écart sur activité et écart sur rendement.

- ❖ **Ecart sur budget :** c'est l'écart entre le coût réel et le budget flexible (le coût budgété) pour l'activité réelle (calculer à partir de la droite du budget).

- ❖ **Écart sur activité** : (ou sur imputation du coût fixe) c'est la différence entre le budget flexible (le coût budgété) pour l'activité réelle et le coût préétabli de l'activité réelle.
- ❖ **Écart sur rendement** (main d'œuvre, matériel) qui traduit la plus ou moins bonne utilisation ou qualité des facteurs mis en œuvre. C'est la différence entre le coût préétabli de l'activité réelle et le coût préétabli rapporté à l'activité réelle.
L'écart sur budget et l'écart d'activité sont des composantes de l'*écart sur coûts*.

Figure. 1.3 : L'écart global



Source : Brigitte Doriath, « *Contrôle de gestion en 28 fiches* », 5^{ème} édition, DUNOD, Fiche n°10, 2008.

b. 3. Interprétation des écarts

Les écarts calculés doivent être qualifiés « favorable » ou « défavorable » selon qu'ils traduisent un impact positif ou négatif sur la performance de l'organisation, le signe obtenu lors du calcul de l'écart n'ayant pas toujours la même signification.

- **Exemples**

Écart sur chiffre d'affaires = $(CA \text{ réel} - CA \text{ prévu}) > 0$ favorable ;

Écart sur coût des matières = $(Coût \text{ réel} - Coût \text{ prévu}) > 0$ défavorable.

L'action du contrôle de gestion pourra se limiter aux écarts les plus significatifs, permettant ainsi une gestion par exception.

1.3.7. La mise en œuvre des actions correctives

Deux types d'action corrective sont envisageables :

- L'action est mise en œuvre avant que l'opération ne soit totalement achevée ; elle cherche à infléchir les premières estimations du résultat et le contrôle est dit anticipé ;
- L'action ne cherche qu'à influencer les réalisations ultérieures. Dans ce cas, l'écart n'est calculé qu'une fois la tâche accomplie (contrôle dit à posteriori) et l'action corrective ne portera que sur l'accomplissement d'une nouvelle tâche. Pour être efficace, l'action corrective doit être rapide et adaptée.

L'élaboration d'un système budgétaire performant demandera donc de savoir quel est l'intervalle de temps acceptable entre l'apparition d'un dérèglement et sa correction, et d'avoir, comme objectif constant, le souci de le réduire encore d'avantage. Aussi, l'action corrective ne doit porter que sur des variables qui ont une influence déterminante sur le résultat. Si l'action ne se fonde pas sur des points auxquels le résultat est sensible ou si elle est mal dosée, des situations de moindre performance apparaîtront.

1.3.8. Les limites des écarts

- l'analyse des écarts participe au contrôle à *posteriori*, tardif dans un contexte économique qui exige une forte réactivité ;
- l'expression financière des causes des écarts n'est pas toujours traduisible au niveau des postes opérationnels. La communication, qui ne s'adresse qu'aux responsables, n'implique pas l'ensemble des acteurs ;
- la seule mesure financière de la performance peut être nuisible aux efforts d'amélioration de la qualité ou de la réactivité ;
- l'analyse des écarts ne participe donc que pour une part au système de contrôle de gestion.

Conclusion

La gestion budgétaire est le processus par lequel l'entreprise définit ses objectifs à court terme et les moyens pour les atteindre. La gestion budgétaire est une nécessité absolue dans l'entreprise, elle permet à la fois d'atteindre les objectifs et de ne pas se laisser surprendre par des dérives éventuelles. Elle met en évidence une démarche qui consiste en la prévision, la budgétisation et le contrôle budgétaire. La gestion prévisionnelle permet de traduire les objectifs tracés par l'entreprise à des programmes à l'aide de différentes techniques de prévision. Ces programmes sont ensuite chiffrés et présentés sous forme de budgets. Ces derniers sont à la fois des instruments de prévision et de coordination entre les unités décentralisées, leur établissement implique des choix, puis le respect de ceux-ci lors de l'exécution. La démarche de gestion budgétaire s'achève par un contrôle budgétaire qui permet à la direction de vérifier si les budgets ont été respectés par les centres de responsabilités.

2

ETAT DE L'ART SUR LE CONTROLE BUDGETAIRE

Introduction

D'après Samuel Sponem(2006), le contrôle budgétaire est un dispositif central du contrôle de gestion. Il a participé à l'émergence des grandes organisations (Chandler, 1962) grâce à son invention chez General Motors dans les années vingt (Johnson & Kaplan, 1987). Donner (1932), directeur comptable adjoint de General Motors dans les années 30, met en évidence trois types d'outils rattachés à ce dispositif : le calcul des écarts à partir de coûts standard ou prévisionnels, la multiplication des révisions budgétaires tout au long de l'année et l'évaluation de la performance des managers en fonction de l'atteinte de leurs objectifs budgétaires.

Ce dispositif permet notamment la « décentralisation par le contrôle » (Sloan, 1963) en rendant possible la direction par objectifs et la gestion par exception. Il aurait joué un rôle important dans le succès de General Motors en permettant à la fois de décentraliser la prise de décision, de coordonner et de motiver les managers. Depuis, le contrôle budgétaire s'est diffusé dans de nombreuses organisations, notamment en France où il est apparu dans les années 30 et s'est développé à partir des années 60 (Berland, 1999).

De nombreuses études se sont ensuite succédé pour comprendre les fonctions et l'impact du contrôle budgétaire sur la performance. Les résultats concernant les effets du contrôle budgétaire demeurent cependant largement contradictoires (Hartmann, 2000).

Le plan de ce chapitre se présente comme suite : en premier nous allons donner un aperçu sur les rôles attribués au contrôle budgétaire dans la littérature. Ensuite, nous présenterons, les différentes dimensions des pratiques budgétaires en suivant le découpage classique du processus du contrôle de gestion, après on proposera quatre typologies qui pourra nous aider à appréhender les pratiques budgétaires selon la littérature, en dernier, nous passant aux critiques faites à l'encontre du budget et les recherches antérieures.

2. 1. Synthèse de la littérature sur les rôles de contrôle budgétaire

Les recherches concernant le contrôle budgétaire sont nombreuses et visent notamment à redéfinir ses rôles dans des contextes externes différents de ceux qui l'ont vu naître. De nouvelles approches vont même jusqu'à remettre en cause son utilité (Berland, 2004). Nous donnons un aperçu de ceux qui sont mis en évidence dans la littérature.

Tableau. 2.1: Les rôles du contrôle budgétaire selon la littérature.

Etudes	Rôle du contrôle budgétaire
R.Baudet (1941)	la prévision et l'établissement du programme d'activité, l'observation continue des événements capables de modifier les prévisions, la recherche des causes d'écarts et la fixation des responsabilités, la coordination entre les différents services, le contrôle comptable des coûts de revient standards.
G.Hofstede (1967)	autorisation de dépenses, planification, prévision, mesure des résultats.
A.Hopwood (1974)	Coordination, délégation d'autorité, planification, motivation.
D.T.Otley (1977)	les budgets sont des objectifs, ils servent d'instruments de motivation, les budgets sont des prévisions, ils sont un moyen de communiquer, les budgets sont des standards pour évaluer la performance, ils sont un moyen d'augmenter la satisfaction au travail grâce à la

	participation.
Barrett & Fraser (1977)	Planifier, coordonner, motiver, évaluer, éduquer
Samuelson (1986)	Planification (planification, coordination, contrôle des résultats), contrôle des responsabilités (détermination des engagements financiers, comparaison des performances), influence du comportement des budgétés (motivation financière, éducation à la logique financière), rôles passifs.
Lyne (1988)	les budgets servent à faire des prévisions plus qu'à motiver, ils servent à contrôler et à expliquer les écarts, ils n'exercent pas de pression sur les salariés, le degré de participation n'est pas grand, en dernier ressort, ils sont un instrument de motivation.
Brunce, Fraser & Woodcock (1995)	Prévision financière, contrôle des coûts, gestion des flux de trésorerie, fixation d'objectifs, communication des plans, planification des ressources, mesure de la performance, apprentissage.
Abernethy & Brownell (1999)	Contrôle diagnostique, contrôle interactif, aide au changement stratégique.
Berland (1999)	Prévision – planification (prévision, autorisation de dépenses, évaluation non formalisée), coordination – socialisation (coordination, communication, évaluation), évaluation – sanction (motivation, engagement, évaluation financière stricte).
Ekholm & Wallin (2000)	Planning, évaluation et contrôle, implémentation des stratégies, empowerment, motivation des employés.
Bouquin (2001)	Instrument de coordination et de communication, outil de gestion prévisionnelle, outil de délégation et de motivation.

Source : Berland N., 'A quoi sert le contrôle budgétaire ?', Finance, Contrôle, Stratégie, vol.2, N°3, 1999.

(Samuel Sponem, 2004) a articulé ces rôles autour de trois pôles théoriques :

Tableau. 2.2 : Les rôles du budget dans la théorie du contrôle cybernétique, la théorie behavioriste et la planification stratégique.

Perspectives théoriques	Rôle
Théorie du contrôle cybernétique	délégation et contractualisation des engagements, suivi des activités et feedback, évaluation
Théorie behavioriste	motivation, communication, apprentissage
Planification stratégique	déclinaison de la stratégie, allocation de ressources, prévision et coordination

La littérature sur les rôles potentiels des budgets est abondante. Nous en proposons une synthèse articulée autour de cinq grandes fonctions principales, qui sont les suivantes :

a. La gestion des équilibres financiers

Cette fonction correspond au concept anglo-saxon de Forecasting (Bunce et al. 1995 ; Lyne, 1988) ou encore d'anticipation financière (Berland, 1999). Elle regroupe la prévision des grands équilibres financiers (de cash-flows, résultats), tant à des fins de gestion interne que de communication financière (vis-à-vis d'actionnaires ou de banquiers), ainsi que l'allocation limitative de ressources. La principale critique faite actuellement au budget par rapport à cette fonction tient au manque de fiabilité des prévisions, en raison de l'incertitude accrue sur l'environnement de l'entreprise (Berland, 1999) et de dispositions psychologiques des personnes réalisant les prévisions (Lowe et Shaw, 1968). Ce manque de fiabilité des prévisions amène les entreprises à procéder en cours d'année à des reprévisions, souvent trimestrielles, qui ne se substituent cependant pas en interne aux objectifs annoncés dans le budget.

b. Ajustement organisationnel

Cette fonction est à rapprocher de celle de finalisation, telle que Bouquin (2001) la définit, mais aussi d'intégration au sens de Lawrence et Lorsch (1967). Le budget est ici vu comme un moyen de fixer et de décliner des objectifs communs à l'ensemble de l'organisation.

Sous l'angle de la finalisation, on s'intéresse aux liens entre les budgets et les objectifs

stratégiques (à long ou moyen terme) ; on relève alors deux lectures différentes :

- dans l'approche traditionnelle d'une planification stratégique descendante et intégrée, le budget est vu comme un moyen d'assurer la mise en œuvre de la stratégie, en assignant à chaque entité des objectifs cohérents avec le plan stratégique, et également comme un moyen de communiquer sur les objectifs stratégiques (Barret et Fraser, 1978 ; Otley, 1977 ; Samuelson, 1986 ; Schiff et Lewin, 1970).
- le concept plus récent de stratégie émergente (Mintzberg, 1994) voit dans le budget l'occasion de faire émerger des idées de plans d'actions qui permettent d'orienter ou d'infléchir la stratégie.

La principale limite à cette vision du budget comme aide à la stratégie est le risque d'arbitrage à court terme : une forte pression budgétaire inciterait les managers à prendre des décisions à court terme pour parvenir à respecter leur budget, mais au détriment de la performance à moyen terme (Hope et Fraser, 1999 ; Hopwood, 1972 ; Parker, 1977).

L'approche sous l'angle de l'intégration a pour postulat l'absence de convergence naturelle des buts. Le budget permettrait alors de faire émerger des conflits latents et de les trancher (Schiff et Lewin, 1970), mais certains considèrent au contraire qu'il est source de conflits : les budgets tendraient à focaliser les unités sur leurs objectifs budgétaires spécifiques, quand bien même ce serait au détriment d'autres unités (Parker, 1977) ; des conflits pourraient aussi apparaître à propos de l'allocation des ressources, si certaines divisions s'estiment moins bien loties que d'autres à l'issue des coupes sombres parfois demandées par la direction sur la première version budgétaire, ou encore lors du suivi des réalisations, en raison de la difficulté à isoler les responsabilités dans le cas d'activités interdépendantes.

Enfin, sous un angle plus technique, le budget permet de coordonner les différentes entités sur leurs volumes d'activité (Barret et Fraser, 1978 ; Drury, 1986 ; Lyne, 1988 ; Otley, 1977 ; Samuelson, 1986).

c. Le pilotage et l'évaluation des performances

Cette fonction est à rapprocher de celles de pilotage et de post-évaluation telles que Bouquin (2001) les définit. Sous l'angle du pilotage des performances, les objectifs budgétaires sont supposés orienter l'action des responsables opérationnels sur les variables clés de leur champ de responsabilité, et les indicateurs financiers du suivi budgétaire, leur donner des informations utiles à la gestion de ces variables (Horngren, 1977). Cette fonction

de pilotage dépend donc du degré de connexion de la gestion budgétaire aux facteurs réellement déterminants pour l'atteinte des objectifs organisationnels. Cette fonction peut être assurée à deux niveaux : à la fois d'un point de vue qualitatif -par l'examen, lors de la négociation des budgets, des plans d'action qui les supportent- et d'un point de vue monétaire -par la contrainte budgétaire en elle-même, ciblée sur certaines lignes budgétaires.

Plusieurs limites sont vues au pilotage par le budget. A propos du pilotage qualitatif, les critiques portent principalement sur l'incapacité du budget à intégrer les facteurs actuels de performance (compétence des salariés, efficacité des systèmes, fidélité de la clientèle, force des marques, maîtrise des processus à valeur ajoutée, gestion des processus transversaux), (Hope et Fraser, 1999). Mais la critique la plus ancienne et la plus fréquente porte sur la création de slack budgétaire. Young (1985) définit le slack (ou matelas) budgétaire comme la tendance à « formuler intentionnellement des demandes excessives de ressources dans le budget ou à sous-estimer volontairement les capacités productives ». Le slack est le plus souvent perçu comme un élément dysfonctionnel dans la mesure où il minore les possibilités de profit de la firme et où il n'est pas maîtrisé par le top management qui, en dépit de son pouvoir formel d'approbation des budgets, manque d'information pour pouvoir juger de leur pertinence (Schiff et Lewin, 1970).

d. L'orientation des comportements

D'après la revue de littérature réalisée par Otley (1977), l'efficacité d'un système budgétaire dépend de sa capacité à orienter le comportement des individus vers la réalisation des buts organisationnels. Au-delà de sa fonction de pilotage déjà évoquée, qui oriente les comportements de manière formelle, le budget peut également orienter les comportements au moyen de facteurs plus informels et/ou plus psychologiques, principalement, en développant la motivation et en suscitant la réflexion des individus.

Pour motiver, des objectifs budgétaires doivent être clairs, impliquants et valorisants. Un niveau d'exigence suffisamment élevé, tout en restant réaliste, conditionne le caractère dynamisant des objectifs et valorisant de leur atteinte. Un processus participatif de fixation des objectifs renforce quant à lui le caractère impliquant et valorisant de la gestion budgétaire (Hofstede, 1967 ; Locke, 1968 ; Milani, 1975 ; Otley, 1977 ; Parker, 1979). A l'inverse, des objectifs trop élevés, une pseudo-participation ou encore une trop grande lourdeur du processus budgétaire génèrent des comportements déviants ou une démotivation.

Par ailleurs, le processus budgétaire fournit aux managers l'occasion d'une prise de recul

et d'une réflexion sur les plans d'action à engager sur l'année à venir. Ce rôle est accru lorsque les managers sont dans l'obligation d'argumenter leurs budgets en présentant les plans d'action qui les sous-tendent.

e. La sécurisation des individus

Le besoin de sécurisation des individus croît avec le degré d'incertitude perçue soit en externe (principalement par rapport à l'environnement), soit en interne, dans les relations entre individus ou entités. Face à l'incertitude, le budget peut assurer une fonction de sécurisation, bien que souvent illusoire, auprès de plusieurs types de participants au processus budgétaire :

- une sécurisation des responsables opérationnels, en leur fournissant une référence stable qui leur sert de guide et à laquelle ils peuvent comparer les résultats de leurs actions en cours d'année ;
- une sécurisation des responsables financiers sur la pertinence des prévisions monétaires qu'ils élaborent, dans la mesure où, dans le cadre d'un processus participatif, elles s'appuient sur des données fournies par les opérationnels proches du terrain (Parker, 1979) ;
- une sécurisation des dirigeants d'entreprise, car le budget est souvent perçu comme une norme de gestion, éprouvée et implicitement reconnue (Berland, 1999 ; Beth et Zrihen, 2000 ; Samuelson, 1986).

Toutefois, pour conclure cette revue de la littérature sur les rôles budgétaires, il faut noter que plusieurs auteurs soulignent l'incapacité des budgets à jouer simultanément tous les rôles potentiels – fort nombreux- qu'on lui attribue (Barret et Fraser, 1978 ; Onsi, 1973) ainsi que la nécessité de contextualiser ces rôles, notamment en fonction du type de management stratégique adopté par la direction générale (Berland, 1999).

2. 2. Les dimensions du processus budgétaire

En tant qu'outil central du contrôle de gestion, le budget intervient sur l'ensemble des phases du processus de contrôle de gestion. Nous avons donc choisi de présenter les différentes dimensions des pratiques budgétaires en suivant le découpage classique du processus du contrôle de gestion en « grandes phases ». Proche des quatre phases utilisées par Anthony (1988) (programmation, budgétisation, exécution et évaluation), Bouquin

(2006) propose de décrire le modèle rationnel du contrôle organisationnel en fonction des phases chronologiques du processus de contrôle : avant (phase de finalisation), pendant (phase de pilotage) et après l'action (phase de post-évaluation). Les dimensions retenues pour caractériser les pratiques budgétaires sont celles qui ont été le plus souvent mises en évidence dans la littérature académique ou dans les manuels.

a. Budget et finalisation

Trois dimensions semblent clés pour caractériser les pratiques budgétaires en phase de finalisation : le niveau de participation, le lien avec les plans d'action et la difficulté des objectifs.

Dans son étude fondatrice, Argyris (1952) présente la participation budgétaire comme le remède aux effets pervers du budget. Elle est définie comme un concept qui reflète « le niveau d'implication et d'influence d'un manager sur son budget » (Shields et Shields, 1998). Le niveau de participation budgétaire est très variable d'une entreprise à une autre et cet aspect du budget est un de ceux qui ont été le plus étudiés.

Un budget est « l'expression quantitative du programme d'action proposé par la direction. Il contribue à la coordination et à l'exécution de ce programme. Il en couvre les aspects, tant financiers que non financiers » (Horngren et al., 2002). Le budget devrait donc être la traduction chiffrée des plans d'action sur le court terme. Pourtant, peu d'études s'interrogent sur le lien avec ces plans d'action et, bien souvent, il semblerait que la discussion budgétaire porte d'abord et presque uniquement sur des éléments financiers sans lien avec des plans d'action. Il convient donc pour comprendre les pratiques budgétaires de se demander si la négociation budgétaire est centrée uniquement sur des éléments financiers ou si elle prend aussi en compte des éléments opérationnels et stratégiques.

Les organisations se distinguent également par le niveau de difficulté des objectifs budgétaires qu'elles assignent aux membres de l'organisation. Une revue des études en psychologie menées sur la fixation des buts dans les années soixante et soixante-dix montre que « des objectifs spécifiques et difficiles conduisent à une meilleure performance que des objectifs moyens, faciles, lorsqu'on demande de faire de son mieux ou que l'on ne fixe pas d'objectifs » (Belkaoui, 1989). En revanche, « la plupart des études et articles suggèrent que pour maximiser la motivation, les objectifs budgétaires doivent être serrés, mais

atteignables » (Merchant et Manzioni, 1989).

b. Budget et pilotage

En phase de pilotage, trois autres dimensions apparaissent : le suivi des écarts, le niveau de révision budgétaire et les reprévisions budgétaires. De manière générale, la « puissance » du contrôle de gestion vient de la possibilité offerte par ses outils de réaliser un management par exception. Cela signifie que les outils du contrôle de gestion permettent aux managers de relâcher leur attention et de laisser les contrôlés agir tant que n'apparaissent pas d'écarts significatifs avec les prévisions. Ainsi, le contrôle de gestion est, comme d'autres procédures formalisées, un dispositif qui permet de décentraliser tout en contrôlant (Child, 1972). Le budget est l'archétype de l'outil permettant le management par exception. En effet, il permet d'exercer un contrôle budgétaire qui met en évidence les écarts entre les réalisations et les prévisions et les impute aux responsables concernés. Pourtant, très peu d'études empiriques se sont centrées sur le problème de l'utilisation du budget comme outil de suivi des écarts.

Pour Anthony (1988) « si les circonstances changent, le budget peut être révisé ». Selon lui, cette pratique divise les praticiens : « Certaines équipes de direction pensent que si le budget n'est pas révisé, le document ne représente plus la performance prévisible. D'autres croient qu'une révision détruit la base d'analyse des écarts entre la performance réelle et l'objectif sur lequel l'engagement avait été général lors de l'approbation du budget ». Même si quelques études empiriques s'intéressent à cette notion (Merchant, 1981 ; Brownell et Merchant, 1990 ; Van Der Stede, 2001) elle reste très peu abordée dans la littérature académique. Pourtant, ce problème de la fixité ou non des budgets est aujourd'hui au cœur des débats par les tenants de la gestion sans budget. Les révisions budgétaires sont un élément structurant des pratiques budgétaires.

Certaines entreprises choisissent de combiner les avantages d'un budget fixe et des révisions. Anthony (1988) décrit cette solution comme « position intermédiaire permettant de préserver le budget original tout en préparant périodiquement une estimation actuelle montrant une révision de la performance finale prévisible ». Les tenants de la gestion sans budget proposent ainsi de remplacer les prévisions annuelles par des « *rolling forecasts* » (Hope et Fraser, 2003). On parlera dans ce cas de reprévisions.

c. Budget et post-évaluation

La phase de post-évaluation concerne l'évaluation des performances. Cet aspect du budget a été très largement étudié dans le cadre du courant de recherche portant sur l'importance accordée aux données comptables pour évaluer la performance (RAPM, Reliance on Accounting Performance Measures). On peut ainsi distinguer les entreprises selon l'utilisation forte ou faible qu'elles font du budget pour évaluer la performance des responsables. Par ailleurs, au-delà de l'évaluation de la performance, le budget sert parfois à attribuer des primes. Deux dimensions sont donc retenues en phase de post-évaluation : l'utilisation du budget pour évaluer et l'utilisation du budget pour attribuer des primes.

d. 1. Evaluation de la performance à partir du budget

Dès 1952, Argyris a montré qu'en fonction de l'utilisation qui en est faite pour l'évaluation de la performance, le budget produit des effets différents. La recherche sur l'utilisation des données budgétaires dans la mesure de la performance a donné lieu à une abondante littérature (Briers et Hirst, 1990).

(Hopwood, 1972) dans son étude fondatrice de ce courant identifie styles d'utilisation des données comptables: « *budget constrained* », « *profit conscious* », « *non accounting* » que l'on peut définir de la façon suivante :

- « *budget constrained* » : l'évaluation du manager est d'abord basée sur sa capacité à atteindre les objectifs budgétaires sur une base de court terme sans autres considérations.
- « *profit conscious* » : la performance du manager responsable du budget est évaluée sur sa capacité à accroître l'efficacité de son unité dans une perspective de long terme. Les données comptables sont utilisées avec prudence d'une façon flexible. Ce qui implique que l'évaluation prend en compte un plus grand nombre de paramètres.
- « *non-accounting* » : les données comptables jouent un rôle négligeable dans l'évaluation du manager.

c. 2. Incitations budgétaires

Après que la performance du manager a été mesurée et évaluée en comparant la performance réalisée avec le budget, les managers peuvent recevoir des récompenses financières ou non financières. Les primes financières peuvent être proportionnelles au résultat ou attribuées en totalité une fois l'objectif atteint (Jensen, 2001). C'est largement par les systèmes d'incitation que les budgets jouent leur rôle de motivation (Kren, 1997). On sait depuis Argyris (1952) que lier la rétribution à l'atteinte d'objectifs budgétaires peut avoir des effets pervers.

e. Les dimensions transversales

Au regard de la littérature, quatre dimensions transversales, indépendantes des différentes phases, permettent de différencier les pratiques budgétaires.

Le thème de l'implication de la hiérarchie dans l'animation des outils de contrôle en général et dans le processus budgétaire en particulier connaît un regain d'intérêt avec les travaux de Simons (Simons, 1990 ; Simons, 1991 ; Simons, 1994). Celui-ci montre que le rôle du budget ne sera pas le même selon l'implication de la hiérarchie dans le processus. Zrihen (2002) met par exemple en évidence différents niveaux d'implication de la direction dans le processus budgétaire d'une entreprise en fonction des changements de dirigeants.

Dans une comparaison entre les budgets des administrations et des entreprises, Jones *et al.* (2000) soulignent que le budget dans les administrations tend à être fortement détaillé et doit être exécuté tel qu'il a été approuvé, alors que, dans le secteur privé, les budgets de divisions sont souvent économes en détail, se limitant presque aux objectifs financiers à réaliser. Le niveau de détail du budget a trait au rôle de délégation, c'est-à-dire à la liberté laissée aux opérationnels pour atteindre leurs objectifs. Un niveau de détail faible permet une certaine décentralisation alors qu'un niveau de détail élevé réduit l'activité du contrôlé à une simple exécution. On peut aussi retrouver dans des entreprises du secteur privé des budgets plus ou moins détaillés (Merchant, 1981).

Le niveau de formalisation d'une structure ou d'un outil est un élément qui a été largement mis en avant par l'école d'Aston (voir par exemple (Pugh *et al.*, 1968)). Une

structure est formalisée « si les règles qui encadrent les comportements sont formulées explicitement et précisément et si les rôles et relations sont prescrites indépendamment des individus qui occupent une position dans la structure » (Scott, 2003). En l'appliquant au budget, Ueno et Sekeraman (1992) proposent la définition suivante : « niveau de formalisation des règles et procédures contraignant la formulation du budget ». Cette dimension a été peu étudiée, mais on peut penser qu'il y a une grande diversité de pratiques en la matière.

2. 3. Typologies de styles budgétaires

Diverses typologies existent et postulent une cohérence entre les dimensions du processus budgétaire telles que nous les avons définies plus haut. Quatre typologies peuvent nous aider à appréhender les pratiques budgétaires selon la littérature. Ces différentes typologies n'ont pas toutes le même statut (certaines ont été construites à partir de données quantitatives, d'autres à partir de données qualitatives et certaines sans données empiriques explicites). Cependant, elles donnent une idée des regroupements possibles et nous semblent à ce titre intéressant.

On retrouve d'abord très couramment la notion de contrôle budgétaire serré (*tight budgetary control*), qui est très utilisé dans les livres de cours américains, notamment dans les livres d'Anthony (1965 ; 1988). De manière générale, la notion de contrôle serré peut s'appliquer à tous les systèmes de contrôle, mais elle « *n'est pas claire dans sa définition, son étendue et son opérationnalisation* » (Van Der Stede, 2001).

Van Der Stede propose d'opérationnaliser cette notion à partir de 5 dimensions : l'instance sur l'atteinte des objectifs budgétaires, la fixité des budgets, le niveau de détail du budget, la tolérance pour les déviations au budget, l'implication du supérieur dans le travail du subordonné. Ces résultats montrent que ces dimensions sont bien sous-jacentes à un seul construit : le contrôle budgétaire serré.

Hopwood (1972) met en évidence trois styles principaux d'utilisation des données comptables, et plus particulièrement des données budgétaires : le style *budget constrained* (BC) (évaluation des managers sur le court terme grâce au budget), le style *profit conscious* (PC) (évaluation des managers sur leur capacité à avoir une gestion efficace sur le long terme, budget utilisé avec prudence et de manière flexible pour évaluer les managers), et le style *nonaccounting* (NA) (les données budgétaires jouent un rôle négligeable dans

l'évaluation).

Une autre typologie des styles budgétaires a été proposée par Bruns & Waterhouse (1975) et reprise par Merchant (1981).

Merchant (1981) constate que de nombreuses caractéristiques du budget co-varient. Il met en évidence deux stratégies de contrôle budgétaire : contrôle budgétaire administratif et contrôle budgétaire interpersonnel. Les grandes entreprises diversifiées ont tendance à utiliser le budget de manière administrative (importance de l'atteinte des budgets, forte participation des managers aux activités budgétaires, forte communication formelle et systèmes plus sophistiqués). Les entreprises plus petites et plus centralisées mettent plus l'accent sur la supervision directe, des interactions interpersonnelles fréquentes et moins sur une communication budgétaire formelle.

Une dernière typologie, plus récente, mérite d'être citée ici : la distinction entre systèmes interactifs et diagnostics de contrôle (Simons, 1990, 1991, 1995).

Simons développe la distinction entre systèmes de contrôle interactifs et diagnostics au cours d'une étude de cas menée chez Johnson & Johnson (entreprise), il souligne notamment que les budgets « *quant ils sont utilisés de façon interactive, peuvent être des outils proactifs et dynamiques pour collecter des informations et simuler la discussion* ».

Tableau. 2.3 : l'utilisation diagnostic/ interactive du budget.

Utilisation diagnostique	Utilisation interactive
<p>Le système budgétaire est un processus qui a pour but d'atteindre des résultats prédéfinis. L'information fournie par le système est utilisée d'abord pour informer les cadres dirigeants si les actions ou les résultats correspondent ou non aux plans.</p> <p>Les spécialistes fonctionnels (service financier) jouent un rôle pivot dans la préparation et l'interprétation des informations produites par le système.</p> <p>Les données sont transmises grâce à des procédures de report formalisées et les cadres dirigeants sont qu'exceptionnellement impliqués dans le processus.</p>	<p>L'information générée par le système budgétaire est un ordre du jour important et récurrent abordé par les plus hauts niveaux du management.</p> <p>Le processus budgétaire demande une attention fréquente et régulière des managers de tous les niveaux de l'organisation et l'information fournie par le système est interprétée et discutée lors de réunions avec les subordonnés et les pairs.</p> <p>Le processus budgétaire repose sur des débats continuels à propos des données, des hypothèses et des plans d'action qui les sous tendent.</p>

Source: Abernethy M.A., Brownell P., 'the role of budgets in organizations facing strategic change: an exploratory study', Accounting, Organizations and Society, 1999, P202.

Ces différentes typologies ne sont pas équivalentes, ce qui peut s'expliquer par des différences dans les dimensions observées et les échantillons choisis. Simons ne s'intéresse qu'aux grandes entreprises et considère que toutes les grandes entreprises ont des systèmes de contrôle formalisé. De ce fait, sa typologie est unidimensionnelle et différencie les entreprises en fonction de l'implication de la direction, la participation des opérationnels et le style de négociation. La typologie de (Merchant 1981), reflète principalement l'existence ou non d'un contrôle budgétaire alors que la typologie (d'Anthony 1988), différencie les entreprises en fonction de la rigidité budgétaire, du suivi des écarts et de l'évaluation.

(Van Der Stede, 2001) tire de ces résultats de Simons l'observation suivante :

« Il semble que la notion de contrôle budgétaire interactif, qui a été opérationnaliser pour capturer l'intensité des échanges d'information dans l'organisation sur les sujets budgétaires, est cohérente avec la notion de contrôle serré. Une explication possible est que les modes budgétaires interactifs laissent peu de possibilités aux subordonnés de laisser leurs business hors du contrôle sans que les supérieurs soient informés, et donc produisent un contrôle

serré ».

2.4. Les critiques faites à l'encontre du budget et les recherches antérieures

De nombreuses critiques ont été émises depuis longtemps par les théoriciens du contrôle. Elles concernent toute à la fois, la capacité à faire des prévisions justes et pertinentes, la possibilité de réaliser un contrôle objectif et équitable, ou portent encore sur les conflits entre les rôles attribués à la gestion budgétaire. Ces critiques s'organisent autour de trois thèmes majeurs.

Un premier ensemble de critiques dénonce la lourdeur et le formalisme excessif du dispositif budgétaire : l'élaboration des budgets, puis leur suivi constitueraient des activités fortement consommatrices de temps et de ressources (Schmidt, 1992 ; Deschamps, 1997 ; Fortin et al., 1999 ; Jensen 2001). Selon les résultats de l'enquête de Jordan (1998), la procédure budgétaire est souvent jugée trop longue et complexe. Une autre enquête réalisée par le cabinet Andersen a montré que le processus de construction budgétaire durait près de quatre mois en moyenne et exigeait de multiples itérations (Guizani et Brunhes-Faure, 2002).

Un deuxième ensemble de critiques concerne l'utilité même des budgets. Les budgets reposent sur des prévisions dont le caractère hautement incertain dans le contexte actuel est fréquemment dénoncé (Berland, 2001 ; Prendergast, 2000). La majorité des plans et des budgets ne seraient donc pas respectés (Banham, 2000) et les contrôleurs de gestion considèreraient souvent que les budgets élaborés par les opérationnels manqueraient de réalisme (Jordan, 1998).

Un troisième ensemble de critiques insiste sur différents effets négatifs produits par l'existence des budgets.

D'abord, il est reproché aux budgets d'induire des attitudes conservatrices, en constituant un frein à l'innovation. En effet, le budget peut encourager une forme de pensée incrémentale, consistant à reproduire, chaque année, les réalisations de l'année précédente (Schmidt, 1992 ; Hope et Fraser, 1997). Selon les résultats de l'enquête Andersen (Guizani et Brunhes-Faure, 2002), 72% des entreprises déclarent établir leurs prévisions en reconduisant le budget de l'année précédente. En ce sens, le dispositif budgétaire ne permettrait pas d'améliorer significativement les performances et contribuerait à développer des logiques de reconduction de l'existant et de maintien du statu quo (Pyhrr, 1973).

Ensuite, un deuxième effet négatif du budget serait de focaliser l'attention des managers

sur des objectifs financiers à court terme. Soucieux de respecter leurs budgets, les managers oublieraient de prendre en compte les priorités stratégiques et les déterminants de la création de valeur à long terme (Schmidt, 1992 ; Bunce et al., 1995). L'élaboration des budgets peut même devenir un jeu dont les gagnants sont les managers qui, en manipulant le système, parviennent à fixer des objectifs budgétaires faciles à atteindre pour leur entité (Prendergast, 2000 ; Jensen, 2001).

Enfin, les budgets renforceraient les cloisonnements entre fonctions. Comme ils sont établis par centre de responsabilité, les budgets seraient donc associés à une structure par fonctions alors que l'amélioration des performances exigerait de privilégier une approche plus transversale de l'entreprise et de raisonner en terme de processus (Bunce et al., 1995).

La liste des critiques dressée ci-dessus est révélatrice de la variété des reproches dont le budget fait aujourd'hui l'objet.

Les dix principales critiques concernant les budgets selon le Cam-i¹ (1999a et b) sont consignés dans le tableau ci-après

Tableau.2.4 : les dix principales critiques des budgets selon Cam-I (1999a et b).

Thèmes	Préconisations	Critiques
Les objectifs	Battre la concurrence, pas le budget	Le budget n'est qu'un référentiel interne
La stratégie	Développer continuellement la stratégie, pas annuellement.	La stratégie ne se fait pas une fois par an.
L'amélioration	Changer radicalement, pas par étape.	Le budget renforce le conformisme
Les ressources	Gérer les ressources à long terme, ne pas les allouer	Le budget est souvent construit sans lien avec la stratégie.
La coordination	Gérer les causes et les effets, pas les budgets	Le budget donne lieu à des négociations stériles.
Les coûts	Gérer la valeur, pas les coûts	Le budget est un exercice de minimisation des charges.
Les prévisions	Créer le futur, ne pas chercher à rester dans les rails.	Le budget est souvent la reprise des chiffres de l'année passée

¹ Cam-I: Columbia Artists Management Inc.

Le contrôle	Utiliser quelques indicateurs, mais pas une somme de données.	Le budget est très complexe et uniquement financier.
Les récompenses	Encourager le travail d'équipe, pas l'individualisme.	Le budget encourage les comportements égoïsme et la construction de matelas budgétaires.
La délégation	Donner des responsabilités et la liberté et de la liberté aux managers.	Le budget enferme les managers dans des contraintes trop fortes.

Source : Nicolas Berland, "finance contrôle stratégie"- Volume 7, N°4, décembre 2004, P.37-58.

Conclusion

Après avoir donné quelques concepts généraux sur la gestion et le contrôle budgétaire dans le premier chapitre, nous avons présenté dans ce deuxième chapitre un état de l'art sur le contrôle budgétaire dans la littérature

Ce chapitre permet, au final, de souligner la diversité des pratiques budgétaires et montre les pratiques, les rôles et les différents critiques qui lui sont adressés. A l'issue de cette étude, nous remarquons que la littérature scientifique de gestion s'est depuis longtemps interrogée sur les usages des budgets et du contrôle budgétaire, différentes fonctions leur sont dévolues. Ces dernières sont d'ailleurs source de conflits (Berland, 1999).

Pour comprendre la diversité des processus budgétaires, on a passé par le recensement des différents rôles que le budget peut remplir (Sponem, 2000). Les dimensions retenues pour caractériser les pratiques budgétaires qui ont été le plus souvent mises en évidence dans la littérature académique ou dans les manuels, nous ont permis de retenir onze d'entre elles pour caractériser le processus budgétaire : la participation, le type de négociation, la difficulté des objectifs, le suivi des écarts, les révisions, les reprévisions, l'évaluation budgétaire, la rémunération budgétaire, l'implication de la direction, le niveau de détail et la formalisation. Nous avons également proposé une typologie des pratiques budgétaires afin de mieux comprendre les critiques qui peuvent lui être adressées (Samuel Sponem, 2002).

3

RAPPELS THEORIQUE SUR LES SERIES CHRONOLOGIQUES

Introduction

Une série chronologique est un ensemble de valeurs d'une variable indicée dans le temps. L'analyse des séries chronologiques permet d'étudier les situations passées et présentes et peut extrapoler l'évènement dans un futur relativement proche (la prévision). La prévision se fonde donc sur la connaissance du passé et de présent. Par l'analyse des séries chronologiques, on étudie une classe particulière de processus appelés processus aléatoires stationnaires. Ces processus sont caractérisés par le fait que leurs propriétés ne changent pas au cours du temps. Au sein des processus stationnaires, on se limite au processus dit stationnaire au second ordre.

L'objectif de ce chapitre est de présenter les éléments théoriques utilisés pour l'élaboration d'un modèle de prévision, les modèles autogressif $AR(p)$, moyenne mobile $MA(q)$, mixte $ARMA(p, q)$, $ARIMA$, $SARIMA$ et particulièrement, la méthode de Box et Jenkins qui exploite au maximum les propriétés fondamentales d'une série chronologique.

3.1. Définition d'une Série chronologique

Une série chronologique ou encore chronique est un ensemble d'observations d'un processus aléatoire $\{X_t; t \in T\}$, se réalisants en un instant spécifié $t \in T$.

- Une série chronologique est dite discrète si l'ensemble des instants d'observations est discret (dénombrable).
- Une série chronologique est dite continue si l'ensemble des instants d'observations est continu (non dénombrable)¹.

3.2. Définition d'un Processus stochastique

Les processus aléatoires ou stochastiques décrivent l'évolution d'une grandeur aléatoire en fonction du temps. Il existe de nombreuses applications des processus aléatoires notamment en physique statistique, et bien entendu dans les domaines économiques et financiers.

Ainsi, pour chaque instant du temps, la valeur de la quantité étudiée X_t est appelée variable aléatoire et l'ensemble des valeurs X_t quand t varie est appelé processus aléatoire.

La chronique est dite échantillon ou réalisation du processus aléatoire et ce dernier est appelé le processus générateur de la chronique.

3.3. Les composantes d'une série temporelle

La première étape dans l'étude des séries chronologiques consiste à représenter graphiquement l'événement. Cette représentation permet d'entrevoir les quatre composantes fondamentales du mouvement d'ensemble :

- **La composante tendancielle (T_t)** : elle est censée décrire le mouvement à long terme d'une série chronologique. On admet d'ordinaire que cette projection à long terme est une ligne droite à la hausse ou à la baisse qui élimine toutes les fluctuations (aléatoires) dues aux facteurs saisonniers et cycliques.
- **La composante cyclique (C_t)** : c'est une succession de mouvements persistant des variations de mouvements ascendants (période prospérité) et de mouvements descendants (période de dépression) retraçant le cycle économique, la tendance et le cycle sont regroupés en une seule composante appelée l'extra saisonnier (E_t).

¹ Ktlyne .Thibodeau, "Application de la méthodologie de box Jenkins aux séries de ministère de la santé", thèse de doctorat, Université de Québec, avril 2011.

- **La composante saisonnière** (S_t) : c'est une composante cyclique relativement de période intra annuelle et qui correspond souvent à des phénomènes de mode, de coutume, de climat....
- **La composante résiduelle** (E_t) : elle rassemble tout ce que les autres composantes n'ont pas expliquées du phénomène observé, elle contient des fluctuations imprévisibles telle que les inondations, les grèves, guerresetc.²

3. 4. Fonction d'autocovariance, d'autocorrélation, corrélogramme

3. 4.1. Définition de la fonction d'autocovariance

Pour une série (y_t) , $t \in Z$, on définit la fonction d'autocovariance, pour tout $t \in Z$, par

$$\tau \rightarrow \gamma_\tau = cov (y_t, y_{t-\tau}) = E \left((y_t - E (y_t))(y_{t-\tau} - E (y_{t-\tau})) \right).$$

Dans le cas d'un processus stationnaire :

$$E(y_t) = E(y_{t-\tau}) \text{ et donc } \gamma_\tau = cov (y_t, y_{t-\tau}) = E((y_t - E(y_t))(y_{t-\tau} - E(y_{t-\tau}))).$$

L'expression de y_t est estimée par l'autocovariance empirique :

$$\hat{y}_\tau = \frac{1}{n} \sum_{t=\tau+1}^n (y_t - \bar{y})(y_{t-\tau} - \bar{y})$$

Où \bar{y} désigne la moyenne de la série calculée sur n périodes.

3. 4.2. Définition de la fonction d'autocorrélation

Pour une série (y_t) , on définit la fonction d'autocorrélation, pour tout $t \in Z$, par

$$\tau \rightarrow \rho_\tau = corr (y_t, y_{t-\tau}) = \frac{\gamma_\tau}{\gamma_0}$$

L'expression de ρ_τ est estimée par l'autocorrélation empirique :

$$\hat{\rho}_\tau = \frac{\sum_{t=\tau+1}^n (y_t - \bar{y})(y_{t-\tau} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2}$$

Où \bar{y} désigne la moyenne de la série calculée sur n périodes.

² Taladidia. Thiombiano. "Econométrie des modèles dynamiques", édition L'harmattan, Paris, 2002, P. 36-37.

3. 4.3. Définition du corrélogramme

Le graphique de la suite des ρ_τ constitue le corrélogramme.

3. 4.4. Propriétés

- Un processus est stationnaire si et seulement si les coefficients d'autocorrélation ρ_τ tendent vers 0 lorsque τ tend vers l'infini. Autrement dit, dans le cas où le corrélogramme ne laisse apparaître aucune décroissance vers 0 de ses termes, nous pouvons en conclure que la série n'est pas stationnaire en tendance.

Cette propriété sera souvent utilisée pour reconnaître un processus stationnaire.

- L'intervalle de confiance de ρ_τ au seuil de signification α .

Lorsque nous étudions la fonction d'autocorrélation d'une série chronologique, la question qui se pose est de savoir quels sont les termes ρ_τ qui sont significativement différents de 0. En effet, par exemple, si aucun terme n'est significativement différents de 0, on peut conclure que le processus étudié ne comporte ni tendance ni saisonnalité et donc qu'à ce titre il est stationnaire. Ou encore si une série trimestrielle présente une valeur élevée pour ρ_4 (corrélacion entre y_t et (y_{t-4})), la série étudié est certainement affectée d'un mouvement saisonnier.

Quenouille (1949)³ a démontré que l'intervalle de confiance ρ_τ est, dans le cas d'un échantillon de loi normale ou de taille importante ($n > 30$),

$$\left[-\frac{z_{\frac{\alpha}{2}}}{\sqrt{n}}, \frac{z_{\frac{\alpha}{2}}}{\sqrt{n}} \right]$$

où la valeur de $\frac{z_{\alpha}}{2}$ est lue dans la table normale centrée réduite. Si le coefficient calculé $\hat{\rho}_\tau$ est à l'extérieur de cette intervalle de confiance, il est significativement différent de 0 au seuil α (en générale $\alpha = 0.05$ et $z_{\frac{\alpha}{2}} = 1.96$). Ainsi, pour avoir un bruit blanc gaussien, il est nécessaire que tous les termes $\hat{\rho}_\tau$ soient à l'intérieur de cet intervalle. La plupart des logiciels fournissent, avec le corrélogramme, l'intervalle de confiance de ρ_τ , ce qui autorise une interprétation instantanée.

³ M.H. Quenouille. 'Approximate tests of correlation in times series'. Journal of the royal statistical society, series B, 1949, P .68-84.

3.4.5. Définition de la fonction d'autocorrélation partielle

Pour une série (y_t) , on définit la fonction d'autocorrélation partielle, pour tout $t \in \mathbb{Z}$, par

$$\tau \rightarrow r_\tau = \frac{\text{cov}(y_t - y_t^*, y_{t-\tau} - y_{t-\tau}^*)}{v(y_t - y_t^*)}$$

Où y_t^* désigne l'observation estimée de la variable à expliquer y_t par la régression linéaire multiple $y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \dots + \alpha_{t-1} y_{t-(t-1)} + \nu_t$ et $y_{t-\tau}^*$ désigne l'observation estimée de la variable à expliquer $y_{t-\tau}$ par le modèle de régression linéaire multiple $y_{t-\tau} = b_1 y_{t-\tau-1} + b_2 y_{t-\tau-2} + \dots + b_{t-\tau-1} y_{t-\tau-(t-\tau-1)} + \nu_{t-\tau}$. Il s'agit de coefficient de corrélation entre y_t et $y_{t-\tau}$, l'influence des autres variables $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-(t-1)}$ ayant été retirée.

3.4.6. Définition de corrélogramme partiel

Le graphique de la suite de r_τ ; constitue le corrélogramme partiel.

L'intérêt pratique des fonctions d'autocovariance, d'autocorrélation et d'autocorrélation partielle se retrouve dans l'étude des processus stationnaires tels que les processus autorégressifs (notée *AR*), les processus de moyenne mobile (notée *MA*) et les processus mixtes autorégressifs et de moyenne mobile (notée *ARMA*).

3.5. Processus aléatoires stationnaires

3.5.1. Processus stationnaire au sens strict (la stationnarité forte)

Un processus $\{X_t; t \in T\}$ est dit strictement ou fortement stationnaire, si les trois conditions suivantes sont satisfaites :

- $\text{VAR}(X_t) < \infty; t \in T$ (Finie et indépendante de temps).
- $E(X_t) = m$, constante et Indépendant de $t, t \in T$
- $(t, h) \in T^2$, $\text{cov}(X_t, X_{t+h}) = E[(X_t - m)(X_{t+h} - m)] = \gamma(h)$ indépendant de t .

Ceci implique que la série ne comporte ni tendance, ni saisonnalité et plus généralement aucun facteur n'évoluant avec le temps.⁴

3. 5.2. Processus faiblement stationnaire (stationnarité de 2ème ordre)

Un processus $\{X_t; t \in T\}$ est dit faiblement stationnaire si seuls les moments d'ordre 1 et d'ordre 2 sont stationnaires, c'est un processus générateur de chronique sans tendance en moyenne et sans tendance en variance mais cela ne signifie pas que les séries temporelles ont une représentation graphique stable.

3. 5.3. Le processus Bruit Blanc (white noise)

Parmi la classe des processus stationnaires, il existe des processus particuliers dont la structure est la plus simple, dits bruits blancs.

Un processus bruit blanc $\{\varepsilon_t; t \in Z\}$, est une suite de variables aléatoires non corrélées de moyenne nulle et de variance constante δ^2 . Il est donc caractérisé par la fonction d'autocovariance suivante⁵ :

$$E(\varepsilon_t, \varepsilon_{t+h}) = \begin{cases} \delta^2 & \text{Si } h=0 \quad \forall t \in Z \\ 0 & \text{Si } h \neq 0 \end{cases}$$

On parle souvent de bruit blanc gaussien, il s'agit d'un bruit blanc dont la distribution marginale suit une loi normale.

3. 5.4. Les processus autorégressifs d'ordre p (AR(p))

Un processus autorégressif (autorégressive model) d'ordre p retrace la façon dont est générée l'observation présente y_t à partir de ses observations passées $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-p}$.

Il est dit autorégressif d'ordre p, et on le note AR(p), s'il vérifie une relation de la forme:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t, \text{ pour tout } t \in Z,$$

ou encore, en introduisant l'opérateur de décalage D tel que $D^j y_t = y_{t-j}$,

⁴Mohamed Boutahar, "Analyse des séries temporelles", Master 2, Econométrie Bancaire et Financière, Octobre 2006.

⁵Taladidia Thiombiano "Econométrie des modèles dynamiques", Edition l'harmattan, Paris, 2002, P.124.

$$\begin{aligned}
y_t - \phi_1 y_{t-1} - \phi_2 y_{t-2} - \dots - \phi_p y_{t-p} &= \varepsilon_t \Leftrightarrow \\
y_t - \phi_1 D y_t - \phi_2 D^2 y_t - \dots - \phi_p D^p y_t &= \varepsilon_t \Leftrightarrow \\
(1 - \phi_1 D - \phi_2 D^2 - \dots - \phi_p D^p) y_t &= \varepsilon_t \Leftrightarrow \\
\Phi(D) y_t &= \varepsilon_t
\end{aligned}$$

Où $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ désignent les paramètres du modèle, (ε_t) est un bruit blanc et

$\Phi(D) = (1 - \phi_1 D - \phi_2 D^2 - \dots - \phi_p D^p)$. Un processus $AR(p)$ peut aussi comporter un terme constant.

a. Le processus AR(1)

La forme générale des processus de type AR(1) est :

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$$

ou encore, en introduisant l'opérateur de décalage D tel que $Dy_t = y_{t-1}$,

$$y_t - \phi_1 y_{t-1} = \varepsilon_t \Leftrightarrow y_t - \phi_1 D y_t = \varepsilon_t \Leftrightarrow (1 - \phi_1 D) y_t = \varepsilon_t \Leftrightarrow \Phi(D) y_t = \varepsilon_t$$

où ϕ_1 désigne le paramètre du modèle, (ε_t) est un bruit blanc et $\Phi(D) = (1 - \phi_1 D)$.

b. Stationnarité et inversibilité du processus AR(1)

Afin de déterminer la condition de stationnarité d'un processus AR(1), on exprime y_t sous forme d'une série de ε_t , soit :

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t = \phi_1 (\phi_1 y_{t-2} + \varepsilon_{t-1}) + \varepsilon_t = \phi_1^2 y_{t-2} + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

et de proche en proche, on arrive à :

$$y_t = \phi_1^{t-1} y_1 + \phi_1^{t-2} \varepsilon_2 + \dots + \phi_1^2 \varepsilon_{t-2} + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

En utilisant la condition d'initialisation du processus $y_0 = 0$, on obtient $y_1 = \varepsilon_1$ et donc :

$$y_t = \phi_1^{t-1} \varepsilon_1 + \phi_1^{t-2} \varepsilon_2 + \dots + \phi_1^2 \varepsilon_{t-2} + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

Il en résulte, du fait que (ε_t) est un bruit blanc, que :

- $E(y_t) = 0$;
- $cov(y_t, y_{t-\tau}) = \phi_1^\tau (1 + \phi_1^2 + (\phi_1^2)^2 + \dots + (\phi_1^2)^{t-\tau-1}) \sigma_\varepsilon^2 = \phi_1^\tau \left(\frac{1 - \phi_1^{2(t-\tau)}}{1 - \phi_1^2} \right) \sigma_\varepsilon^2$

avec $\sigma_\varepsilon^2 = V(\varepsilon_t^2)$.

On constate que, pour $|\phi_1| < 1$,

- $E(y_t) = 0$
- $\lim_{\tau \rightarrow \infty} v(y) = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1 - \phi_1^2}$
- $\lim_{\tau \rightarrow \infty} cov(y_t, y_{t-\tau}) = \frac{\phi_1^\tau \sigma_\varepsilon^2}{1 - \phi_1^2}$

Le processus (y_t) est donc asymptotiquement stationnaire. Ainsi, $|\phi_1| < 1$, est la condition de stationnarité d'un processus AR(1).

c. Propriété d'inversibilité

Un processus AR(1) est stationnaire si les racines de polynôme retard $1 - \phi_1 z$ sont à l'extérieur du disque unité (c'est-à-dire de module supérieur à 1).

En effet,

$$1 - \phi_1 z = 0 \Leftrightarrow z = \frac{1}{\phi_1}.$$

Ainsi, si $|\phi_1| < 1$, $|z| = \frac{1}{|\phi_1|} > 1$. D'où le résultat.

d. Identification d'un processus AR(1)

L'identification d'un processus AR(1) peut se faire par sa fonction d'autocorrélation et sa fonction d'autocorrélation partielle.

En effet, un processus AR(1) est caractérisé par une décroissance géométrique des termes de sa fonction d'autocorrélation de type :

$$\rho_\tau = \phi_1^\tau$$

Par le fait que sa fonction d'autocorrélation partielle est tronquée au-delà de l'ordre 1 :

$$r_\tau = \begin{cases} \rho_1 & \text{si } \tau = 1 \\ 0 & \text{si } \tau > 1 \end{cases}$$

e. Stationnarité et inversibilité du processus AR(p)

Le polynôme Φ du processus AR(p) peut s'écrire :

$$\phi(z) = \prod_{i=1}^p (1 - \lambda_i z)$$

Comme pour le processus AR(1), afin d'obtenir la stationnarité, il est nécessaire que $|\lambda_i| < 1$.

Cette condition de stationnarité correspond à des racines du polynôme $\Phi(D) = (1 - \phi_1 D - \phi_2 D^2 - \dots - \phi_p D^p)$ supérieures à 1 en module (propriété d'inversibilité).

f. Identification d'un processus AR(p)

Le processus (y_t) s'écrit

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t.$$

En multipliant cette équation par $y_{t-\tau}$, en prenant l'espérance mathématique et en divisant par γ_0 , on obtient

$$\rho_\tau - \phi_1 \rho_{\tau-1} - \dots - \phi_p \rho_{\tau-p} = 0 \text{ pour } \tau > p$$

A partir de cette équation, il est possible de montrer le résultat suivant : un processus AR(p) est caractérisé par une décroissance exponentielle ou sinusoidale amortie de sa fonction d'autocorrélation et par le fait que sa fonction d'autocorrélation partielle est tronquée au-delà de l'ordre p :

$$r_\tau = 0 \text{ pour } \tau > p$$

3. 5.5. Les processus des moyennes mobiles MA(q)

On appelle processus moyenne mobile (moving average) d'ordre q , notée MA (q), un processus vérifiant la relation :

$$y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}, \text{ pour tout } t \in \mathbb{Z},$$

Ou encore, en introduisant l'opérateur de décalage D tel que $D^j \varepsilon_t = \varepsilon_{t-j}$,

$$y_t = \Theta(D)\varepsilon_t$$

où $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ désignent les paramètres du modèle, (ε_t) est un bruit blanc et

$$\Theta(D) = (1 - \theta_1 D - \theta_2 D^2 - \dots - \theta_q D^q).$$

Contrairement au processus AR (p), les processus MA (q) sont toujours des processus stationnaires puisque y_t s'écrit comme combinaison linéaire des ε_t .

a. Le processus MA (1)

La forme générale des processus de type MA (1) est $y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$. Ou encore, en introduisant l'opérateur de décalage D , $y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} = (1 - \theta_1 D)\varepsilon_t = \Theta(D)\varepsilon_t$

Où θ_1 désigne le paramètre du modèle, (ε_t) est un bruit blanc et $\Theta(D) = (1 - \theta_1 D)$.

b. Condition d'inversibilité d'un processus MA (1)

Afin de déterminer la condition d'inversibilité d'un processus MA (1), on procède comme suit :

$$\begin{aligned} y_t &= \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} = -\theta_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t \\ y_t &= -\theta_1 (y_{t-1} + \theta_1 \varepsilon_{t-2}) + \varepsilon_t = -\theta_1 y_{t-1} - \theta_1^2 \varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t \\ &= \dots = -\theta_1 y_{t-1} - \theta_1^2 y_{t-2} - \theta_1^3 y_{t-3} - \dots + \varepsilon_t \end{aligned}$$

Si $\theta_1 > 1$ ou $\theta_1 < -1$ le point du passé va en grandissant, ce qui est absurde. Alors, les seules valeurs acceptables pour θ_1 soient comprises entre 1 et -1. Ainsi $|\theta_1| < 1$ est la condition d'inversibilité d'un processus MA (1).

Un processus MA (1) est inversible si les racines du polynôme $(1 - \theta_1 z)$ sont à l'extérieur du disque unité. En effet,

$$1 - \theta_1 Z = 0 \Leftrightarrow Z = \frac{1}{\theta_1}$$

Ainsi, si $|\theta_1| < 1$, $|Z| = \left| \frac{1}{\theta_1} \right| > 1$. D'où le résultat.

c. Condition d'inversibilité d'un processus MA (q)

Le polynôme Θ du processus MA (q) peut s'écrire

$$\Theta(z) = \prod_{i=1}^q (1 - \lambda_i z)$$

Comme pour le processus MA (1), afin d'obtenir la condition d'inversibilité, il faut que $|\lambda_i| < 1$. Cette condition d'inversibilité correspond à des racines du polynôme $\Theta(D) = (1 - \theta_1 D - \theta_2 D^2 - \dots - \theta_q D^q)$ supérieures à 1 en module.

d. La fonction d'autocorrélation d'un processus MA (q)

La fonction d'autocorrélation d'un processus MA (q) est de la forme générale

$$\rho_\tau = \begin{cases} \frac{(-\theta_\tau + \theta_1 \theta_{\tau+1} + \dots + \theta_{q-\tau} \theta_q)}{1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2} & \text{si } \tau=1, \dots, q \\ 0 & \text{si } \tau > q \end{cases}$$

La fonction d'autocorrélation est donc tronquée au-delà de l'ordre q .

e. La fonction d'autocorrélation partielle d'un processus MA (q)

Contrairement aux processus AR(p), on montre que la fonction d'autocorrélation partielle d'un processus MA(q) n'est pas tronquée au-delà de l'ordre q .

En faisant varier t de 1 à q et en remplaçant p_τ par \hat{p}_τ , on obtient un système non linéaire de q inconnues à q équations suivant :

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{p}_1 = \frac{(-\theta_1 + \theta_1 \theta_2 + \dots + \theta_{q-1} \theta_q)}{1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2} \\ \hat{p}_2 = \frac{(-\theta_2 + \theta_2 \theta_1 + \dots + \theta_{q-2} \theta_q)}{1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2} \\ \quad \cdot \\ \quad \cdot \\ \quad \cdot \\ \hat{p}_q = \frac{-\theta_q}{1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2} \end{array} \right.$$

L'estimation préliminaire des paramètres $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ d'un processus MA(q) s'obtient en résolvant ce système.

3.5.6. Les processus autorégressifs et de moyenne mobile : ARMA (p, q)

Un processus (y_t) , $t \in \mathbb{Z}$, est dit autorégressif d'ordre p et moyenne mobile d'ordre q, s'il peut être représenté sous la forme :

$$y_t - \phi_1 y_{t-1} - \phi_2 y_{t-2} - \dots - \phi_p y_{t-p} = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}, \Leftrightarrow \\ \Phi(D)y_t = \Theta(D)\varepsilon_t$$

Où $\Phi(D) = (1 - \phi_1 D - \phi_2 D^2 - \dots - \phi_p D^p)$ et $\Theta(D) = (1 - \theta_1 D - \theta_2 D^2 - \dots - \theta_q D^q)$.

Les coefficients $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ sont les paramètres du modèle et (ε_t) est un bruit blanc.

Pour obtenir un processus ARMA (p, q) stationnaire, il est nécessaire que les racines de $\Phi(D)y_t=0$ se situent à l'extérieur de disque unité.

Pour que le processus ARMA (p, q) soit inversible, il faut que les racines de $\Theta(D)\varepsilon_t=0$ soient à l'extérieur du disque unité.

Les corrélogrammes et les corrélogrammes partiels sont, par voie de conséquence, un mélange des deux corrélogramme des processus AR et MA purs.

3.5.7. Les processus ARIMA

Les modèles AR, MA et ARMA ne sont représentatifs que des processus stationnaires en tendance et corrigés des variances saisonnières. Si le processus étudié n'est pas stationnaire en tendance, il convient de le stationnariser par passage aux différences selon l'ordre d'intégration d (c'est-à-dire le nombre de fois qu'il faut différencier le processus pour le rendre stationnaire) par la transformation :

$$\Phi(D) \Delta^d y_t = \theta(D)\varepsilon_t$$

Avec :

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1} = (1 - D) y_t \\ \Delta^2 y_t = \Delta (\Delta y_t) = \Delta (y_t - y_{t-1}) = (y_t - y_{t-1}) - (y_{t-1} - y_{t-2}) \\ = y_t - 2y_{t-1} + y_{t-2} = (1 - 2D + D^2) y_t = (1 - D)^2 y_t \\ \Delta^d y_t = (1 - D)^d y_t$$

Δ^d est appelé l'opérateur de différenciation à l'ordre d (le but de cet opérateur est donc d'éliminer la tendance).

Par définition, on appelle modèle ARIMA (auto régressive integrated moving average model) de paramètres p, d, q , un modèle de la forme :

$$\Phi(D) \Delta^d y_t = \Theta(D) \varepsilon_t$$

Où

$$\begin{cases} \Phi(D) = (1 - \Phi_1 D - \Phi_2 D^2 - \dots - \Phi_p D^p) \\ \Theta(D) = (1 - \theta_1 D - \theta_2 D^2 - \dots - \theta_q D^q). \end{cases}$$

3. 5.8. Les processus SARIMA

Si le processus étudié comporte une saisonnalité (une valeur élevée du coefficient de corrélation ρ_s entre y_t et y_{t-s}) alors il s'agit d'un processus à variation saisonnières (donc non stationnaire), il convient de le stationnariser (en éliminant la saisonnalité) en utilisant l'opérateur de différenciation saisonnière défini par :

$$\Delta_s y_t = y_t - y_{t-s} = y_t - D^s y_t = (1 - D^s) y_t$$

On se ramène alors à un modèle

$$\Phi(D) \Delta_s y_t = \Theta(D) \varepsilon_t \Leftrightarrow \Phi(D)(1 - D^s) y_t = \Theta(D) \varepsilon_t.$$

Lorsque l'opérateur de différenciation saisonnière et d'ordre S (c'est-à-dire que y_t est différencié S fois d'une période s), on utilise l'opérateur de différenciation d'ordre S défini par :

$$\Delta_s^S y_t = (1 - D^s)^S y_t.$$

Par exemple, pour $s=2$, on vérifie bien que

$$\Delta_s^2 y_t = (1 - D^s)^2 y_t$$

En effet

$$\begin{aligned} \Delta_s^2 y_t &= \Delta_s(\Delta_s y_t) = \Delta_s(y_t - y_{t-s}) \\ &= (y_t - y_{t-s}) - (y_{t-s} - y_{t-s-s}) \\ &= (y_t - y_{t-s}) - (y_{t-s} - y_{t-2s}) = y_t - 2y_{t-s} + y_{t-2s} \\ &= (1 - 2D^s + D^{2s}) y_t \\ &= (1 - D^s)^2 y_t \end{aligned}$$

Dans ce cas, le modèle transformé par l'opérateur de différenciation saisonnière d'ordre S s'écrit :

$$\Phi(\Delta)\Delta_s^s y_t = \Theta(D)\varepsilon_t \Leftrightarrow \Phi(D)(1 - D^s)^S y_t = \Theta(D)\varepsilon_t.$$

Il s'agit d'un cas particulier d'un modèle générale mixte multiplicatif saisonnier SARIMA qui s'écrit sous la forme

$$\Phi(D)\Psi(D^s)\Delta^d y_t \Delta_s^s y_t = \Theta(D)\Lambda(D^s)\varepsilon_t.$$

Avec:

$$\Psi(D^s) = (1 - a_s D^s - a_{2s} D^{2s} - \dots - a_{ps} D^{ps})$$

ET

$$\Lambda D^s = (1 - \beta_s D^s - \beta_{2s} D^{2s} - \dots - \beta_{qs} D^{qs})$$

où (ε_t) est un bruit blanc, Φ et Ψ des opérateurs autorégressifs de degrés respectifs p et P , Θ et Λ des opérateurs de moyennes mobiles de degrés respectifs q et Q .

Un tel modèle est un modèle SARIMA $(p, d, q) (P, S, Q)$.

Exemple: Un modèle SARIMA $(0, 0, 1) (0, 1, 1)_4$ s'écrit :

$$(1 - D^4) y_t = (1 - \theta_1 D) (1 - \beta_4 D^4) \varepsilon_t,$$

Soit :

$$y_t - y_{t-4} = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \beta_4 \varepsilon_{t-4} + \theta_1 \beta_4 \varepsilon_{t-5}.$$

Ce processus à une périodicité d'ordre 4 ($s=4$), il est différencié saisonnièrement une fois ($S=1$) et n'a pas de différence en tendance ($d=0$). Il y a un terme MA saisonnier au retard 4 ($Q=1$) et un terme non saisonnier au retard 1 ($q=1$).

3. 6. La méthodologie de box Jenkins

George BOX et Gwilym JENKINS sont deux statisticiens qui ont contribué, dans les années 1970⁶, à populariser la théorie des séries temporelles univariées. La modélisation univariées de Box & Jenkins concerne les processus ARMA, ARIMA ou SARIMA. Leur méthodologie est fondée sur la notion de processus du second ordre linéaire et stationnaire, ils proposent une procédure à quatre étapes : identification, estimation, validation du modèle et

⁶ O.D.Anderson, 'Prévisions officielles dans le gouvernement anglais', Revue de statistique appliquée, 1977 vol. xxv N°1, P. 76.

prévision. Les procédures de modélisation sont présentées dans leur célèbre ouvrage intitulé « *time Series Analysis, Forecasting and control* »⁷

3.6.1. Les étapes de la méthodologie de box Jenkins

a. Identification

Cette étape consiste à identifier le modèle ARMA susceptible de représenter la série, c'est pour cela qu'il est important de se familiariser avec les données en examinant le graphe de la série chronologique (présence de saisonnalité, stationnarité,...) qui permet de faire une analyse préliminaire qui consiste par exemple à corriger les données aberrantes, transformer les données (transformation logarithmique, inverse, racine carrée,...) puisqu'il faut se ramener à une série stationnaire. (le recours aux différences premières ordinaires, différences premières saisonnières, différences ordinaires et saisonnières). Le choix de la transformation est dicté par l'allure graphique de la série. D'ailleurs le choix de la transformation des données est plus facile après avoir appliqué les opérateurs de différence adéquats. Il est conseillé de comparer les variances des différentes séries. Comme l'inspection des autocorrélations partielles (PAC) donne une idée sur l'ordre du modèle autorégressif et celle des autocorrélations simples (AC) donne une idée sur l'ordre du modèle moyenne mobile.

Plus précisément si la fonction d'autocorrélation simple décroît rapidement vers zéro et la fonction d'autocorrélation partielle présente un cut-off après p retard, on peut conclure que la série provient d'un processus autorégressif d'ordre p (AR(p)). Par contre si la fonction d'autocorrélation simple présente un cut-off après un q retards et que la fonction d'autocorrélation partielle décroît rapidement vers zéro, alors on peut déduire que la série est générée à partir d'un modèle moyenne mobile d'ordre q (MA(q)). Evidemment il se peut aussi que les fonctions d'autocorrélation simple et d'autocorrélation partielle présentent une forme exponentielle ou sinusoidal, on constate dans ce cas qu'on est en présence d'un processus autorégressif moyenne mobile ARMA ($p; q$).

Le tableau qui suit synthétise les caractéristiques en termes de corrélogrammes des processus.

⁷ Box G.E.P et Jenkins G.M., " *time Series Analysis, Forecasting and control* ", Holden-Day, San Francisco, 1970.

Tableau. 3.1 : Résumé des propriétés des fonctions d'autocorrélation simple et partielle⁸.

Processus	FAC	FAP
Bruit blanc	Nulle pour $k > 0$	Nulle pour $k > 0$
AR(p) : $\phi_p(B) X_t = \varepsilon_t$	Décroissance exponentielle et/ou sinusoidale	Pics significatifs pour les p premiers retards, les autres coefficients sont nuls pour des retards $> p$
MA(q) : $X_t = \theta_q(B) \varepsilon_t$	Pics significatifs pour les p premiers retards, les autres coefficients sont nuls pour des retards $> q$	Décroissance exponentielle et/ou sinusoidale
ARMA (p,q) : $\phi_p(B) x_t = \theta_q(B) \varepsilon_t$	Décroissance exponentielle ou sinusoidale amortie	Décroissance exponentielle ou sinusoidale amortie

Source : bourbonnais R. ; Terraza M. "Analyse des séries temporelles, application à l'économie et à la gestion", Dunod, Paris, 2004, P. 205.

À priori, l'identification n'est pas une tâche aisée tant et demande beaucoup d'expertise ce qui révèle une part de subjectives. Il existe cependant des méthodes d'identification automatiques, basée sur le critère d'information.

→ Critère d'information

Ils existent des critères d'informations qui sont utilisés, comme guide, dans le choix du modèle, ce qui nous permet d'éviter la sélection arbitraire des paramètres p et q du modèle.

Parmi ces critères, ils existent les critères d'information qui mesurent l'écart entre la vraie loi inconnue et celle du modèle proposé. Les estimateurs de la quantité d'information qui ont été proposés sont :

1- Critère d'Akaike (1970)⁹ appelé aussi AIC tel que :

$$\text{AIC} = \log \delta^2 + \frac{2(p+q)}{N}$$

⁸ R. Bourbonnais et M. Terraza. "Analyse des séries temporelles. Application à l'économie et à la gestion", édition Dunod, 2004, P.205.

⁹ Akaike, H., "A new look at the bayes procedure", Biometrika, 65, 1978, P. 53-59.

2- Critère de Schwartz (1978)¹⁰ appelé aussi SCH tel que :

$$\text{SCH} = \log \delta^2 + (p + q) \frac{\log N}{N}.$$

Le critère de choix consiste à minimiser AIC et/ou SCH.

b. Estimation des paramètres du modèle

Une fois l'étape de l'identification terminée, il faut estimer les paramètres qui sont les coefficients des polynômes AR et MA ainsi que les polynômes saisonniers SAR et SMA, et la variance des innovations δ^2 .

La méthode d'estimation la plus utilisée est celle des moindres carrés ou bien la méthode du maximum de vraisemblance. Cette dernière a donné beaucoup de satisfaction aussi bien pour la précision des résultats obtenus que pour la stabilité et la rapidité des calculs. Son principe consiste à construire une fonction appelée fonction de vraisemblance et à maximiser son logarithme par rapport aux paramètres ϕ_i et θ_j (avec $i = 1, \dots, p$ et $j = 1, \dots, q$) permettant de trouver la valeur numérique la plus vraisemblable pour ces paramètres. Quand l'étape d'estimation est achevée, l'étape suivante va nous permettre de valider le(s) modèle(s) estimé(s).

c. Validation

L'étape de l'identification, les incertitudes liées aux méthodes employées font que plusieurs modèles en général sont estimés et c'est l'ensemble de ces modèles qui subit alors l'épreuve des tests, il existe de très nombreux tests permettant de comparer les performances entre modèles ; nous pouvons citer les tests sur le modèle, les tests sur les paramètres et les tests sur les résidus.

c. 1. Tests concernant les paramètres

Tous les coefficients du modèle retenu doivent être significativement différents de zéro, il convient donc d'utiliser le test de Student classique. Il s'agit dans cette étape de tester la significativité des paramètres ϕ_i et θ_j ($i = 1, \dots, p$ et $j = 1, \dots, q$) dans la formulation obtenue. Nous rejeterons avec un risque α % l'hypothèse que le paramètre est nul si :

¹⁰ Schwartz, G., 'Estimating the dimension of the model', the annal of statistics, vol.14, P.456-471.

$$\frac{|\hat{\phi}_i|}{\sqrt{\text{Var}(\hat{\phi}_i)}} > t_\alpha \quad (t_\alpha = 1,96 \text{ si } \alpha = 5\%)$$

Notons que la même procédure est valable pour les θ_j ; $j = 1, \dots, q$.

c. 2. Test sur les résidus

Pour que les modèles obtenus soient valides, il convient de vérifier que les résidus estimés suivent bien un bruit blanc et ceci à l'aide des tests suivants :

→ Test "Portmanteau" (Box-Pierce 1970)

Le test de Box-Pierce¹¹, a pour objet de tester le caractère non autocorrélé des résidus.

Ce test est fondé sur la statistique $Q = \sum_{k=1}^K \hat{\ell}_k^2(\hat{\varepsilon})$, ou $\hat{\ell}_k(\hat{\varepsilon})$: est le coefficient

d'autocorrélation d'ordre h des résidus estimés, et K est le nombre maximal de retards.

Les hypothèses de ce test sont les suivants :

H_0 : $\ell_1 = \dots = \ell_h = 0$ non significativement différent de zéro

H_1 : $\exists j$ tel que $\ell_j \neq 0$ significativement différent de zéro

Les règles du test sont :

- Si : $Q \leq \chi_{(1-\alpha)}^2(K - p - q)$ on accepte H_0 :

- Si : $Q > \chi_{(1-\alpha)}^2(K - p - q)$ on rejette H_0 :

Avec : $\chi_{(1-\alpha)}^2(K - p - q)$ est le quantile d'ordre $(1 - \alpha)$ de loi $\chi_{(1-\alpha)}^2$ de $(K - p - q)$ degrés de liberté.

→ Test de Ljung et Box :

Ljung et Box ont proposé une modification qui améliore l'approximation Q . ce test appelé aussi test de « porte manteau » permet de vérifier l'hypothèse de bruit blanc des résidus :

$$Q_h^k = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{\ell_k^2}{n-k} < X_{0.05(k)}^2 \quad \text{Avec}$$

K : nombre de retard choisis ;

n : nombre d'observations ;

¹¹ Régis bournais, Michel Terraza, "analyse des séries temporelles", édition Dunod, 2004, P. 233.

- Si $Q_K < \chi_{(1-\alpha)}^2(K-p-q)$ alors la série se comporte comme un bruit blanc.
- Si $Q_K > \chi_{(1-\alpha)}^2(K-p-q)$ alors la série ne se comporte pas comme un bruit blanc.

→ **Test de normalité**

Il convient de vérifier la normalité des résidus¹², ceci est possible par un **test de Jarque et Bera (1984)**, qui est basé sur le skewness (coefficient d'asymétrie de la distribution) et la kurtosis (aplatissement-épaisseur des queues).

En notant U_k le moment d'ordre k de la distribution, $U_k = E([X - E(x)]^k)$, on appelle Skewness le coefficient $B_1 = \frac{U_3}{U_2^{3/2}}$ et kurtosis $B_2 = \frac{U_4}{U_2^2}$

Sous des hypothèses de normalité, on a :

$$B_1 \mapsto N(0, \sqrt{\frac{6}{n}}) \quad \text{et} \quad B_2 \rightarrow N(3, \sqrt{\frac{24}{n}})$$

Le test de Jarque-Bera sur le fait que, si la distribution suit une loi normale, alors la quantité $JB = \frac{n}{6} B_1^2 + \frac{n}{24} (B_2 - 3)^2$ suit asymptotiquement une loi du $\chi_{(1-\alpha)}^2$ à 2 degré de liberté.

Ainsi, si $JB \geq \chi_{(1-\alpha)}^2$ on rejette l'hypothèse H_0 de normalité des résidus au seuil α .

d. Prévision

Pour identifier un processus étudié comme un processus ARMA, on a appliqué différentes transformations, il est nécessaire lors de la phase de prévision de prendre en compte la transformation retenue et de recoller la prévision. Plusieurs cas sont possibles :

- Si le processus contient une tendance déterministe, on extrait cette dernière par régression afin d'obtenir une série stationnaire lors de la phase d'estimation. Ensuite, lors de la phase de prévision, on adjoint aux prévisions réalisées sur la composante ARMA stationnaire, la projection de la tendance.
- Si la transformation résulte de l'application d'un filtre linéaire (de type par exemple différences premières), on réalise les prévisions sur les séries filtrées stationnaires et l'on reconstruit ensuite par inversion du filtre les prévisions sur la série initiale.

Considérons un processus ARMA (p, q) :

$$\phi(B)X_t = \theta(B)\varepsilon_t \quad \text{qui peut s'écrire sous la forme suivante :}$$

¹² Régis Bournnais, Michel Terraza, 'analyse des séries temporelles', Edition Dunod, 2004, P. 234.

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Donc :

$$X_{t+h} = \phi_1 X_{t+h-1} + \phi_2 X_{t+h-2} + \dots + \phi_p X_{t+h-p} + \varepsilon_{t+h} - \theta_1 \varepsilon_{t+h-1} - \theta_2 \varepsilon_{t+h-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t+h-q}$$

Et notons $\hat{X}_t(h)$ la prévision faite en t pour la date t+h, h désignant l'horizon de prévision.

La prévision $\hat{X}_t(h)$ est aussi l'espérance mathématique de X_{t+h} conditionnelle en X_t, X_{t+h}

,.... donc le modèle de base de prévision s'écrit comme suit :

$$\hat{X}_t(h) = E[X_{t+h} / I_t] \quad \text{où } I_t \text{ est l'ensemble d'information disponible à la date t.}$$

Donc:

$$\begin{aligned} \hat{X}_t(h) = & \phi_1 E[X_{t+h-1} / I_t] + \dots + \phi_p E[X_{t+h-p} / I_t] - \theta_1 E[\varepsilon_{t+h-1} / I_t] - \dots - \theta_q E[\varepsilon_{t+h-q} / I_t] \\ & + E[\varepsilon_{t+h} / I_t]. \end{aligned}$$

L'erreur de prévision est donnée par : $\varepsilon_{t+h} = X_{t+h} - \hat{X}_t(h)$.

Conclusion

Une série chronologique est constituée par une suite d'observations d'une variable, faites à des instants différents et ordonnées dans le temps.

La méthode de Box Jenkins exploite au maximum la propriété fondamentale d'une série chronologique, l'objectif de cette approche est de sélectionner un modèle approprié à partir d'une catégorie très versatile d'expressions mathématiques pouvant indiquer la manière dont les valeurs de la série se rapportent aux valeurs précédentes, et de quantifier les paramètres dans le modèle choisi à fin de refléter la force de ces rapports.

4

MODELISATION STATISTIQUE

Introduction

Face à l'incertitude de l'environnement et la forte concurrence, les entreprises sont forcées à développer de nouvelles techniques de gestion afin d'améliorer leurs compétitivité et performance tel que les prévisions, une gestion efficace dépend des bonnes prévisions.

L'entreprise SONATRACH utilise les réalisations de l'année N-1 comme prévisions pour l'année N, cela peut être considéré comme une des insuffisances du système de prévisions. Pour cela nous avons essayé de proposer un autre système de prévision basé sur la modélisation des séries chronologiques en utilisant la méthode de Box-Jenkins.

L'intérêt de cette méthode, d'après Bresson et Pirotte (1995), est qu'une modélisation ARMA conduit à des prévisions optimales puisque la variance d'erreur de prévision est minimale. Autrement dit, aucun autre modèle standard ne peut délivrer des prévisions avec une erreur de prévision aussi faible.

Ce chapitre se portera en premier lieu sur la présentation générale de l'entreprise 'SONATRACH', en évoquant d'abord, son historique, sa mission et son organigramme. Nous allons présenter en second lieu la modélisation statistique pour les produits pris en considération dans notre étude.

4.1. Présentation de l'organisme d'accueil

La présentation de la SONATRACH s'effectue en abordant son histoire, son organisation, son activité, et sa création d'aujourd'hui.

4.1.1. Historique et activité

Le 31/12/1963 : création de la SONATRACH par décret n°36/491, avec un rôle qui se limitait juste aux transports et la commercialisation des hydrocarbures.

Ce n'est qu'en 1966 que SONATRACH, en plus du transport s'est chargée de la production, et on peut ainsi dire qu'elle est responsable de la recherche et de la transformation des hydrocarbures.

Le 24/02/1971 : la nationalisation a été étendue à tous les secteurs des hydrocarbures, ce qui a conduit à une restructuration de l'entreprise dans le cadre d'un schéma directeur approuvé au début de 1981, pour une meilleure efficacité organisationnelle et économique. De ce principe SONATRACH a donné naissance à dix huit entreprises (NAFTAL, ENIP, ENGTP, ENAC.....).

En 1985, après restructuration et réorganisation, elle s'est mise sur ces métiers de bases qui constituent les activités suivantes :

- Exploitation et recherche ;
- Exploitation des systèmes d'hydrocarbures ;
- La liquéfaction et la transformation du GAZ ;
- La commercialisation ;
- Le transport par canalisation.

Après cette transformation structurelle, un schéma de groupe en constituant les branches d'activités autonomes et leur filiation, ont été évolués.

En 1992, une étape marquée par les grands bouleversements économiques sur le plan national et international et qui ont conduit à la mise en œuvre d'un projet de modernisation appelé : PROMOS élevant SONATRACH au rang des grands groupes pétrolier internationaux.

11/02/1998, fut la phase des nouveaux statuts organisant SONATRACH en société par action (SPA).

4.1.2. Présentation de la RTC BEJAIA (Direction régionale)

a. Sa mission

La RTC¹ a pour mission le transport, le stockage et la livraison des hydrocarbures liquides et gazeux (Pétrole brut, Gaz naturel et Condensat), et elle est chargée de l'exploitation de deux oléoducs, d'un gazoduc et d'un port pétrolier.

- **Oléoduc Haoud El Hamra-Bejaia** : Cet oléoduc est le premier pipe-line installé en 1959 par la SOPEG d'une longueur de 668km et d'un diamètre de 24 pouce², il possède une capacité de transport MTA (millions de tonnes) de pétrole brut et condensat vers le terminal de Bejaia.
- **Oléoduc Beni Mansour-Alger** : D'une longueur de 130 Km et d'un diamètre de 16'', il est piqué sur l'OBI et alimente depuis 1970 la raffinerie d'Alger en pétrole.
- **Gazoduc Hassi R'Mel-Bordj Ménail** : Long de 437km et d'un diamètre de 42 pouce'', il approvisionne en gaz naturel dès le premier octobre 1981 les villes et pôles industrielles de centre du pays ; sa capacité est de 7 milliards m³/an.

¹ RTC : Région de transport centre.

² 1 pouce = 2.54 Cm.

- **Port pétrolier** : il est doté de deux bacs, d'une capacité de stockage annuelle de 80000 tonnes, il est équipé de 10 électro pompes de 53000 CV qui assurent le chargement des navires. En 2005 il a eu la réalisation d'un autre port (le port flottant).

b. Situation géographique

La DRGB³ est situé au sud de Bejaia juste à l'entrée de la ville via le pont Scala. Ça superficie totale est résumé par le tableau ci-dessous :

Tableau. 4.1 : la situation géographique de la DRGB.

Types de surface	Clôturé	Non clôturé	Couverte	Occupé par les bacs
Terminal sud et nord	516 135m ²	2 250m ²	7 832m ²	43 688m ²
Foyer: Club Soumam	/	/	1 155m ²	/
Port pétrolier	19 841m ²	/	300m ²	1600m ²

Source : Documents internes à Sonatrach.

c. Organisation de la direction régionale de Bejaia (DRGB)

Afin d'atteindre ses objectifs, la DRGB est structurer comme suite :

- **La sous direction exploitation** : est composée de deux départements :
 - Département exploitation liquide : est chargé de l'exploitation des installations pour le transport du pétrole.
 - Département exploitation gaz : est chargé de l'exploitation des installations pour le transport du gaz.
- **Sous direction technique** : elle regroupe les quatre départements suivants :
 - Département protection des ouvrages : est chargé de la protection, de la réparation des ouvrages de transport, notamment les pipes et gazoducs de la région.

³ DRGB : Direction régionale de Bejaia.

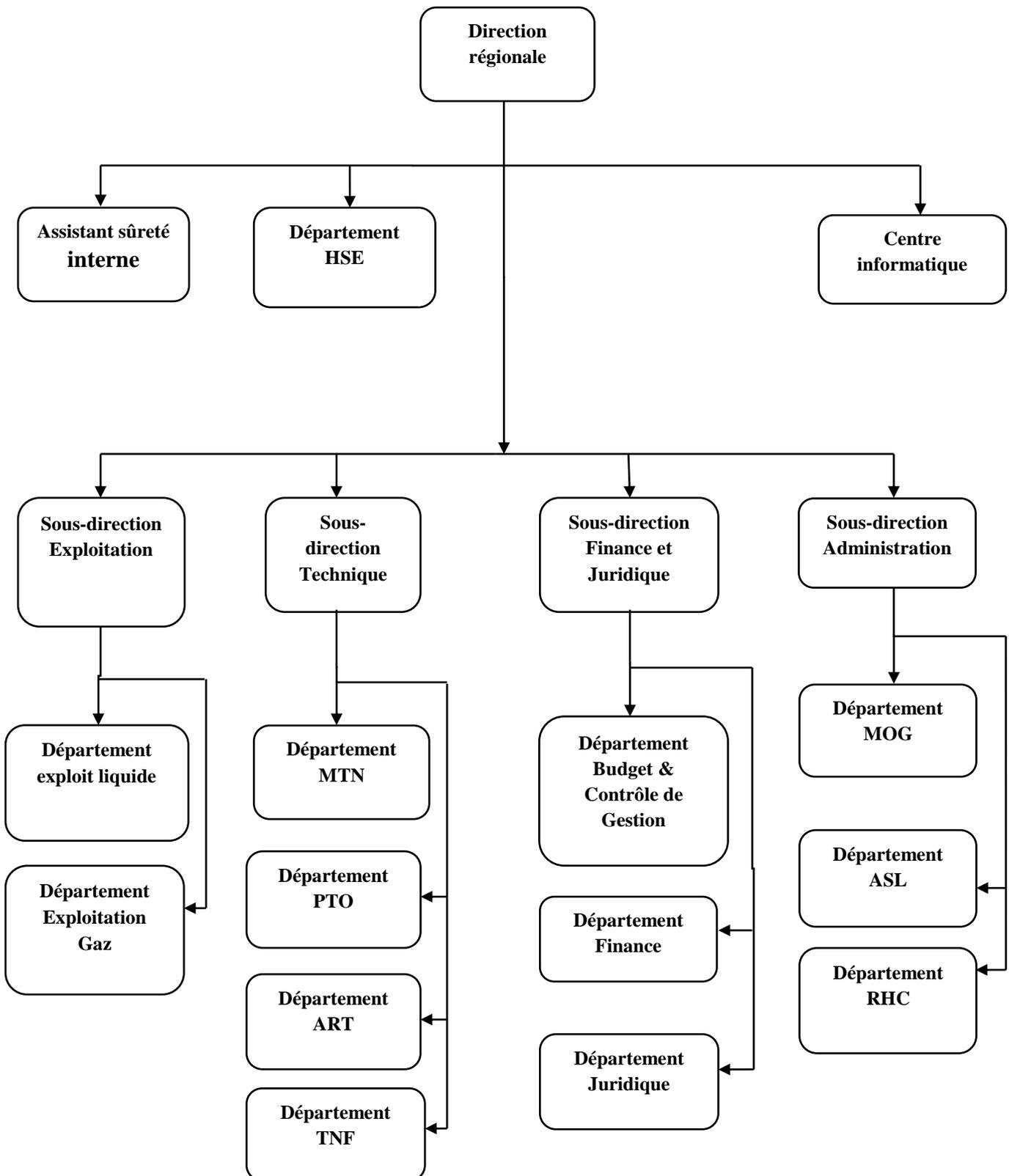
- Département maintenance(MIN) : Ce département est chargé de la maintenance des équipements industriels et machines tournantes (motopompe, pompe, turbine...)
- Département approvisionnement et transport (ATR) : est chargé du réapprovisionnement de la DRGB en matériel nécessaire a son fonctionnement et le transport du personnel.
- Département travaux/neufs (TNF) : il est chargé de l'étude et du suivi de petits projets et rénovation de la DRGB.

- **La sous direction finance et juridique** : est chargé de la réalisation et la gestion des besoins et ressources financières, l'analyse et le suivi de l'évolution de la législation, réglementation et le contrôle de leurs exploitation, elle est composer de :
 - Département budget et contrôle de gestion ;
 - Département finance : il a pour rôle la tenue de la comptabilité générale et de la trésorerie de l'entreprise ;
 - Département juridique : Son rôle est d'intervenir que chaque fois les intérêts de la RTC sont mis en jeux pour veiller sur l'égalité des transactions. Ce département peut fournir aides et conseils juridiques aux autres structures.

- **La sous direction administration** : est composer de
 - Département ressources humaines/communication : ce département est chargé d'acquérir les ressources humaines nécessaires en nombre et en qualité ;
 - Département administration et social : il gère le personnel de la DRGB ;
 - Département moyens généraux : il représente le soutien logistique de l'entreprise.

- **Les structures de soutien** :
 - Département sécurité (HSE) : ce dernier doit assurer la protection et la sauvegarde du patrimoine humain et matériel et veiller au respect des règles de sécurité des personnes et des biens de la DRGB.
 - Département informatique : sa mission principale est d'exploiter et développer les applications permettant d'améliorer les conditions d'exploitation des autres structures de la direction.

Figure 4.1 : Organigramme de la DRGB.



Source : Documents internes à Sonatrach.

4.2. Modélisation et prévision

L'entreprise SONATRACH utilise les réalisations de l'année N-1 comme prévisions pour l'année N, cela peut être considéré comme une des insuffisances du système de prévisions ; pour cela nous avons essayé de proposer un autre système de prévision basé sur la modélisation des séries chronologiques en utilisant la méthode de Box-Jenkins.

Tous les tableaux et figures illustrés dans ce chapitre sont réalisées par nos soins à partir des données de Sonatrach, on utilisant le logiciel R.

4.2.1. Logiciel utilisé

Le logiciel R est un logiciel performant en termes de calculs et de présentations graphiques. C'est pourquoi, dans le cadre de notre étude prévisionnelle, nous l'avons utilisé afin d'estimer les modèles statistiques et de calculer les prévisions.

Le logiciel **R** est un langage de programmation interactif interprété et orienté objet contenant une très large collection des méthodes statistiques et des facilités graphiques importantes. C'est clone du logiciel **S-plus** basé sur le langage de programmation orienté objet **S** développé en 1988.

Le logiciel **R** a été développé dans les années 90 par Robert Gentleman et Ross Ihaka (département de statistique, Université d'Auckland, Nouvelle-Zélande). Il constitue aujourd'hui un langage de programme intégré d'analyse statistique (Marin, 2005)⁴.

Le logiciel **R** est un logiciel libre (avec code source) et peut être distribué librement. Il est le plus populaire dans la communauté des statisticiens-chercheurs car :

- C'est un langage de programmation avec le quel il est relativement facile de programmer de nouvelles méthodes.
- L'utilisateur n'est pas limité par les procédures préprogrammées par un package.
- Il comporte de nombreuses fonctions pour les analyses statistiques et les graphiques ; ceux-ci sont visualisés immédiatement dans une fenêtre propre et peuvent être

⁴ Marin J.M., "Initiation au logiciel R", Université Paris Dauphin, Paris, 2005.

exportés sous divers formats jpg, png, bmp, ps, pdf, emf, pictx et xfig. Les résultats des analyses statistiques sont affichées à l'écran, certains résultats partiels (valeurs de P, coefficient de régression, résidus,...) peuvent être sauvées à part, exportés dans un fichier ou utilisés dans des analyses ultérieures.

Nous allons procéder à la modélisation statistique des quantités transportées des deux produits d'hydrocarbures, pétrole et gaz, par canalisation, on utilisant le logiciel R.

4.2.1. Modélisation de la série des quantités transportées de pétrole

a. Modélisation

La série étudiée retrace l'évolution des quantités transportées de pétrole, entre 2000 et 2012, soit 156 observations. La moyenne et la variance sont respectivement égales $\bar{y} = 485123,1589$, $\sigma^2 = 27437264969$.

La figure 4.2 décrit l'évolution des quantités transportées par canalisation (ouvrage OB1) de pétrole brute, entre 2000 et 2012 (voir annexe1 et tableau.6.1).

L'observation du graphe (4.2) nous révèle l'évolution croissante de quantités transportées du pétrole au cours des années 2010, 2011, 2012 qui sont dû à la création d'une nouvelle canalisation pour le condensat au niveau de la ligne d Arziew.

La forte décroissance des quantités transportées (une marque a transporté) en mois d'octobre de 2010, est due à l'arrêt de l'ouvrage du 18/09/2010 au 19/10/2010 pour travaux de réhabilitation sur les tronçons SP2-SP3 et SP3-TMB dans le cadre du plan de répartition d'urgence de l'OB1.

Même pour le mois d'octobre de l'année 2011 on observe le même phénomène qui est due à la réduction et arrêts OB1, la part consigné pour ressac⁵ au niveau de TMB⁶, les fuites sur collecteur aspiration boosters à SP3, éclatement au PK572 et des fuites au PK418.700.

⁵ Mauvais temps.

⁶ Terminal Marin de BEJAIA.

La série du pétrole brute présente une saisonnalité pour le mois février des années 2002, 2006, 2010, 2011, 2012, et une faible saisonnalité en mois d'octobre des années 2010, 2011. Cela nous laisse supposer qu'une différenciation saisonnière est nécessaire.

La faible décroissance des autocorrélations sur les premiers retards (figure. 4.3) de la série originale, nous confirme le non stationnarité de la série. Il faut donc passer à la transformation logarithmique⁷.

Après avoir calculer les logarithmes de la série originale : $\log y_t$, nous avons déterminé les autocorrélations et autocorrélations partielles (figure. 4.6). La faible décroissance des autocorrélations sur les premiers retards confirme la non stationnarité de la moyenne. Les autocorrélations et les autocorrélations partielles des différences premières $(1 - D) \log y_t$ (figure. 4.7) montrent que la série est non stationnaire et d'après le retard 12, il faut différencier saisonnièrement $(1 - D) (1 - D^{12}) \log y_t$ (figure. 4.8) ; les fonctions des autocorrélations partielles montre (figure. 4.7) que le pic au retard 1 et 2 suggèrent un processus AR(2) non saisonnier et celui du retard 12 et 24 des autocorrélations partielles un processus AR(2) saisonnier. La série en logarithme semble suivre un processus SARIMA (2, 1, 0) (2, 1, 0)₁₂.

On estime donc le modèle :

$$(1 - \theta_1 D - \theta_2 D^2)(1 - \beta_{12} D^{12} - \beta_{24} D^{24})(1 - D)(1 - D^{12}) \log y_t = \varepsilon_t$$

Et à l'aide de logiciel **R**, on obtient les résultats suivants :

$$(1 + 0.4486D + 0.1952D^2)(1 + 0.3435D^{12} + 0.5163D^{24})(1 - D)(1 - D^{12}) \log y_t = \varepsilon.$$

Et

$$Q^* = 38.8253, \hat{\sigma}(\hat{\theta}_1) = 0.0838, \hat{\sigma}(\hat{\theta}_2) = 0.0875, \hat{\sigma}(\hat{\beta}_{12}) = 0.0882, \hat{\sigma}(\hat{\beta}_{24}) = 0.0811.$$

Où σ désigne l'écart type estimé et Q^* la statistique se Ljung-box. Le t théorique de student au niveau de signification $\alpha = 0.05$, lu dans la table de student à $n - k$ degrés de liberté où $n = 156$ désigne le nombre d'observations et $k = 4$ nombre de paramètres, est égale à

$$t_{n-k} \left(\frac{\alpha}{2} \right) = t_{(152)}(0.025) = 1.960.$$

⁷ Nous avons utilisé le logarithme népérien, noté "log".

Les coefficients estimés

$$\hat{\theta}_1 = -0.4486, \hat{\theta}_2 = 0.1952, \hat{\beta}_{12} = -0.3435 \text{ et } \hat{\beta}_{24} = -0.5163$$

Respectant les conditions d'inversibilité $|\hat{\theta}_1| < 1, |\hat{\theta}_2| < 1, |\hat{\beta}_{12}| < 1, \text{ et } |\hat{\beta}_{24}| < 1$. Ils sont significatifs au seuil de signification $\alpha=0.05$, car leurs ratios de student

$$t_{\hat{\theta}_1}^* = \frac{|\hat{\theta}_1|}{\hat{\sigma}(\hat{\theta}_1)} = 5.3532. \quad \text{et } t_{\hat{\theta}_2}^* = \frac{|\hat{\theta}_2|}{\hat{\sigma}(\hat{\theta}_2)} = 2.2308. \quad \text{et } t_{\hat{\beta}_{12}}^* = \frac{|\hat{\beta}_{12}|}{\hat{\sigma}(\hat{\beta}_{12})} = 3.8945. \quad \text{et}$$

$$t_{\hat{\beta}_{24}}^* = \frac{|\hat{\beta}_{24}|}{\hat{\sigma}(\hat{\beta}_{24})} = 6.3662.$$

Sont supérieurs au t théorique de student. Comme la statistique de Ljung-Box $Q^* = 38.8253$ est inférieure à la valeur théorique du Chi-deux $\chi_{(33,0.05)} = 43.773$ alors les résidus peuvent être considérés comme un bruit blanc (voir figure. 4.10).

Comme le modèle est correctement estimé, on calcule les prévisions de la série originale jusqu'à l'horizon 2013 en prenant des exponentielles puisque on a transformé la série originale en logarithmes.

b. Prévision

Les valeurs prévues sont données par :

$$\hat{y} = \exp(\hat{z}_T(t)), \quad T = 2013, \quad t = 1, \dots, 12 \text{ avec } Z_t = \log y_t$$

Ces prévisions sont calculées à l'aide du logiciel R. elles sont données dans le tableau. 4.2 et représentées sur la figure. 4.11.

Figure 4.2: Graphe de la série originale y_t : Pétrole.

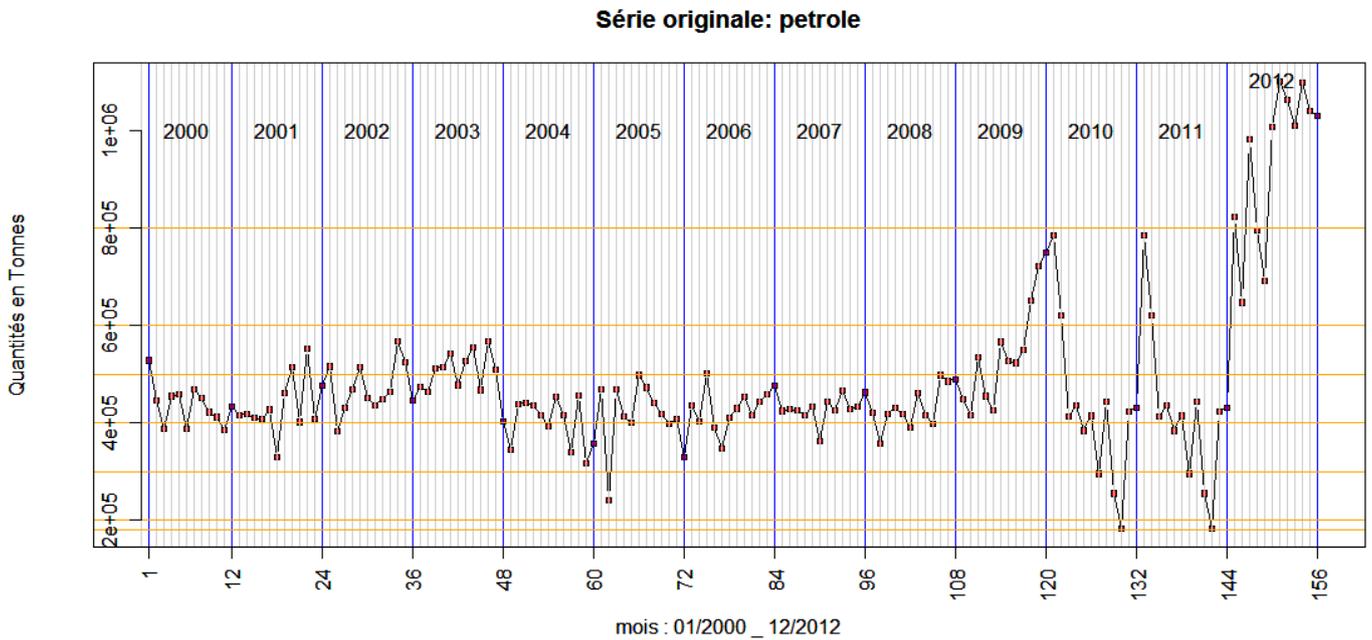


Figure 4.3 : Corrélogramme de la série originale : Pétrole.

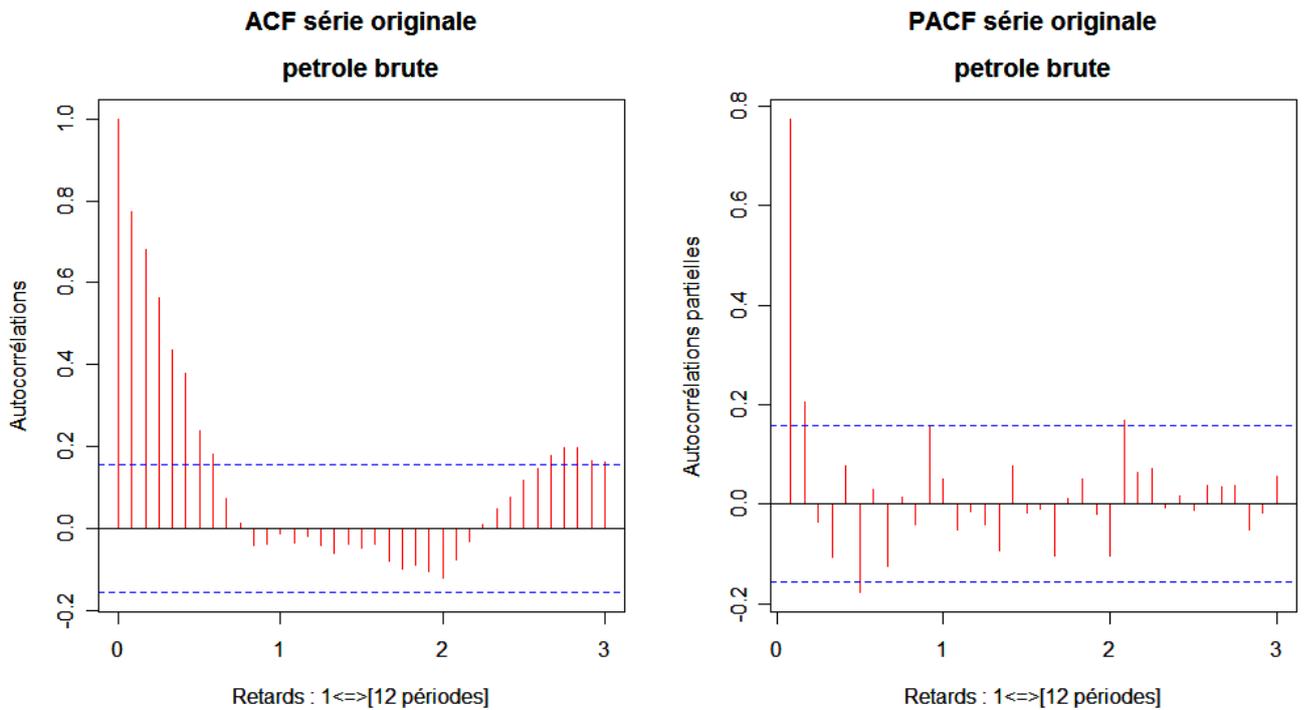


Figure 4.4 : Evolution de moyenne : Pétrole.

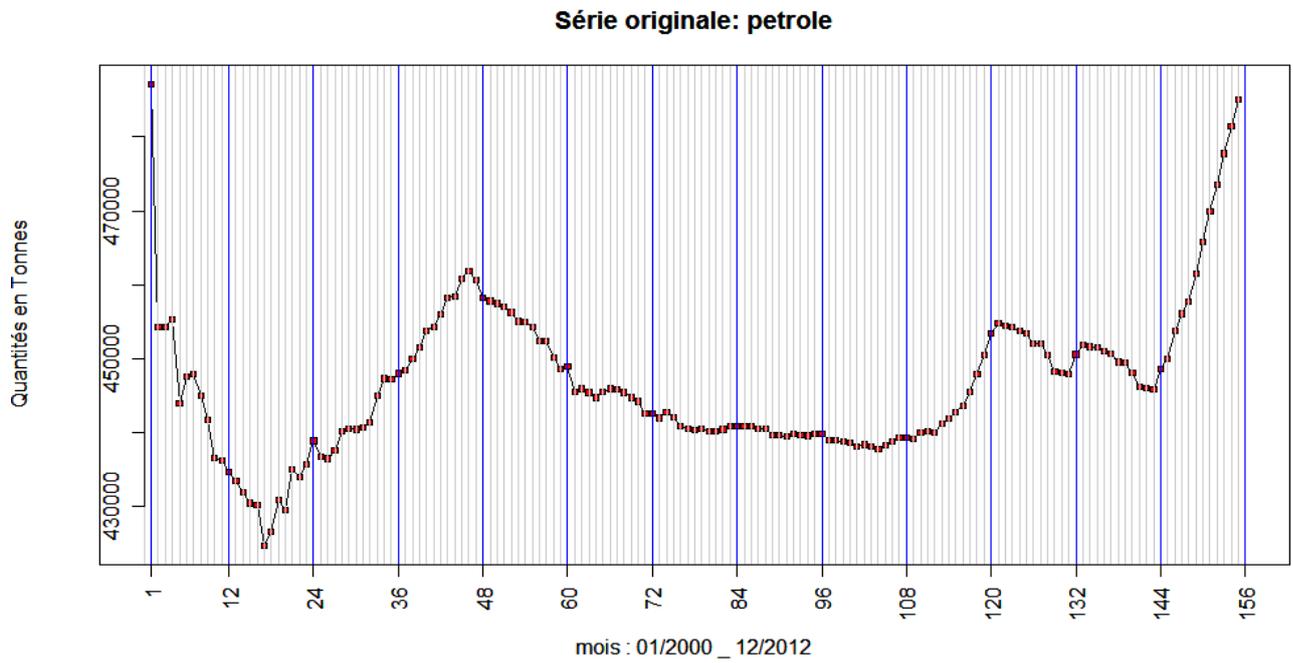


Figure 4.5 : Evolution de la variance : Pétrole.

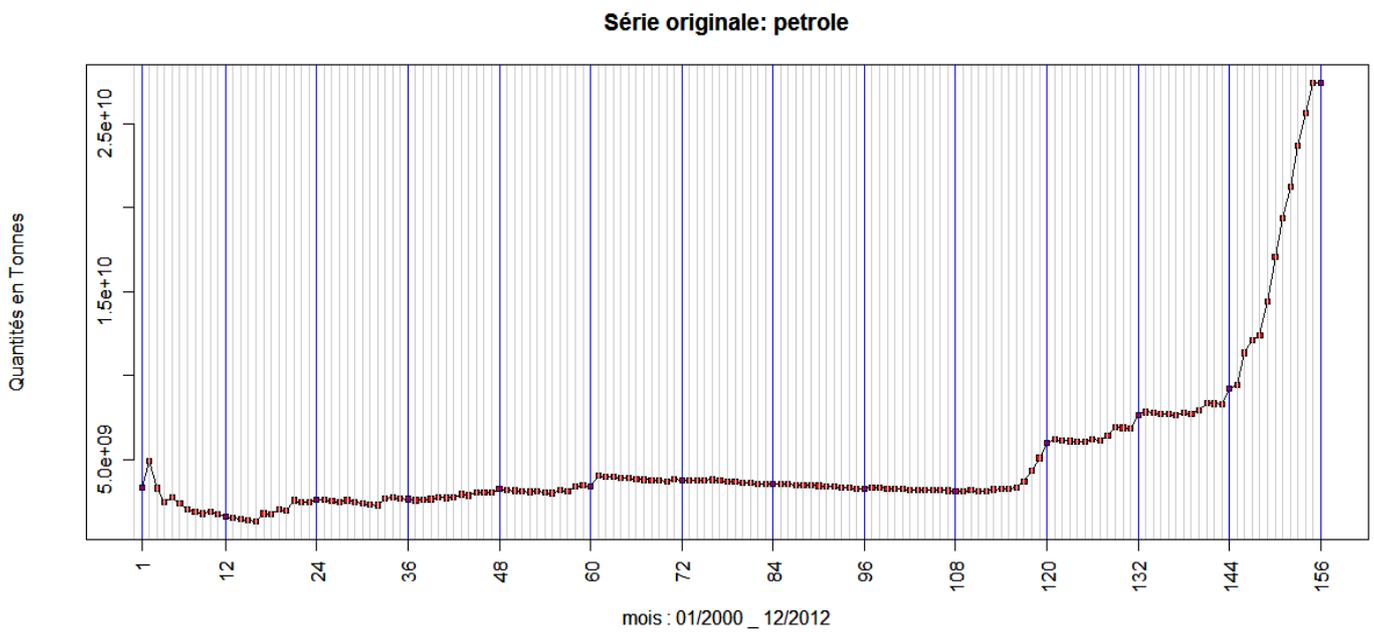


Figure 4.6 : Corrélogramme de différenciation log : Pétrole.

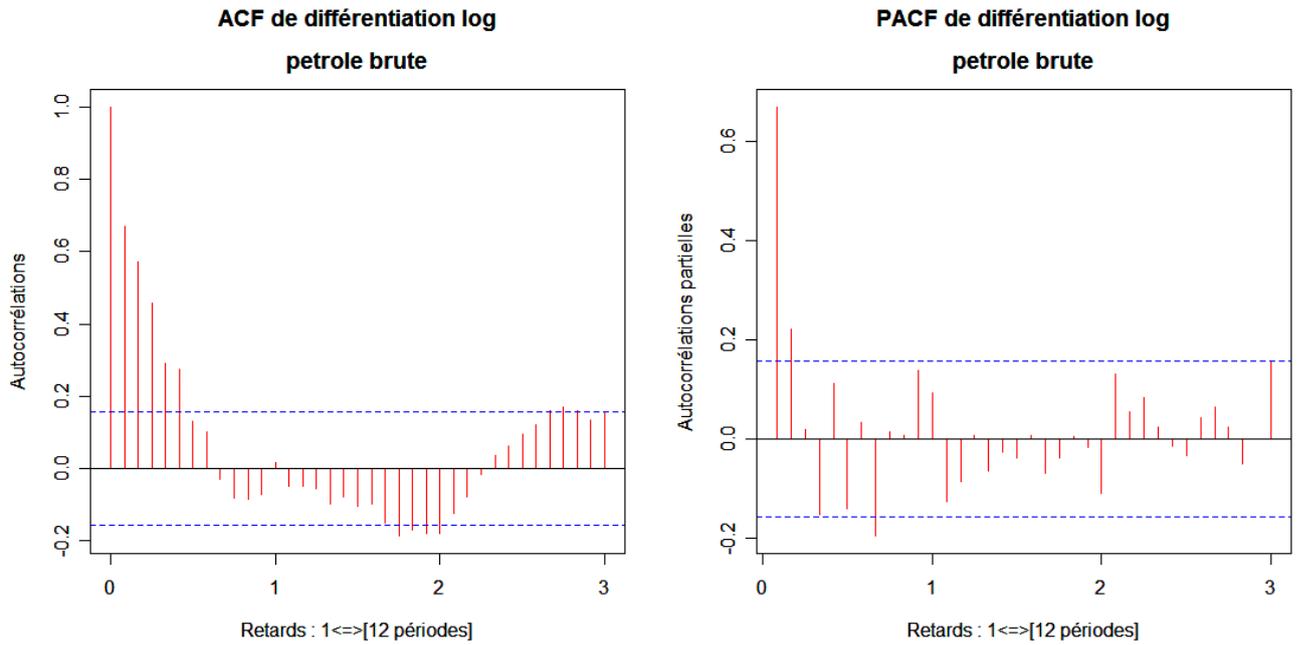


Figure 4.7: Corrélogramme de différenciations premières (1-D) $\log y_t$: Pétrole.

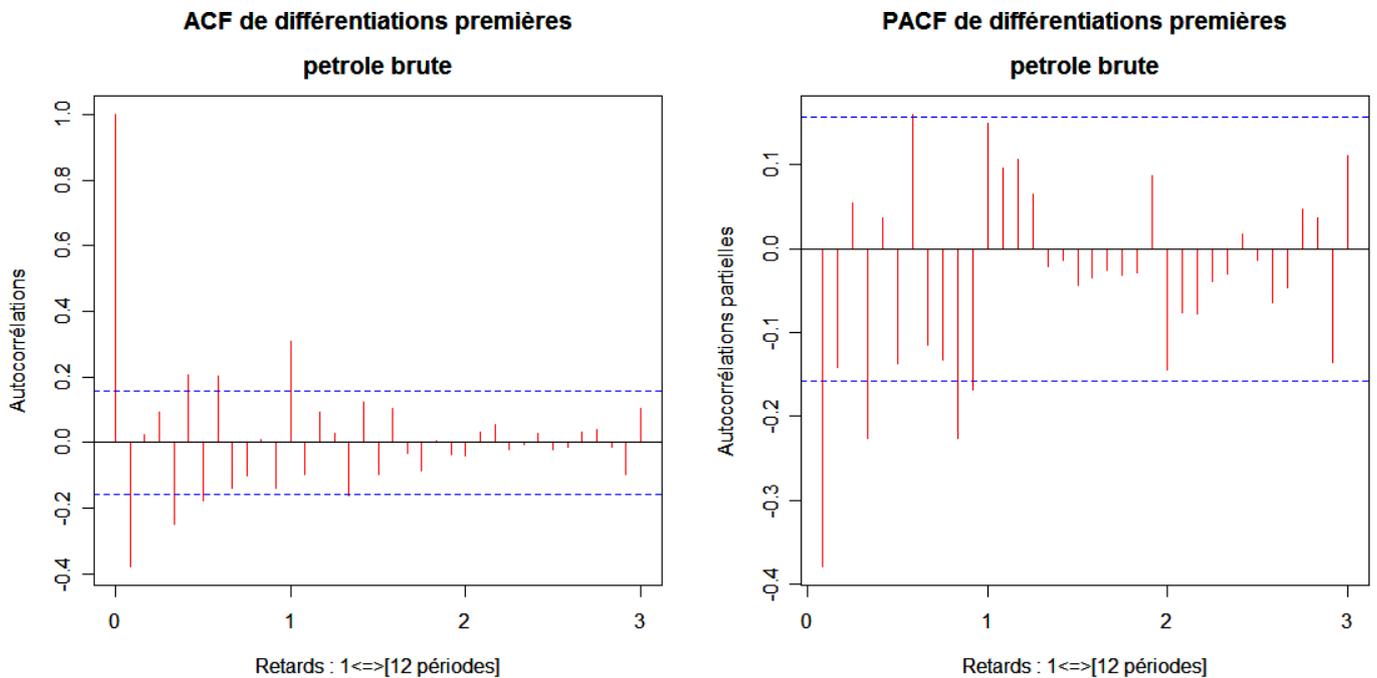


Figure 4.8 : Corrélogramme de différentiations saisonnières $(1-D)(1-D^{12}) \log y_t$: Pétrole.

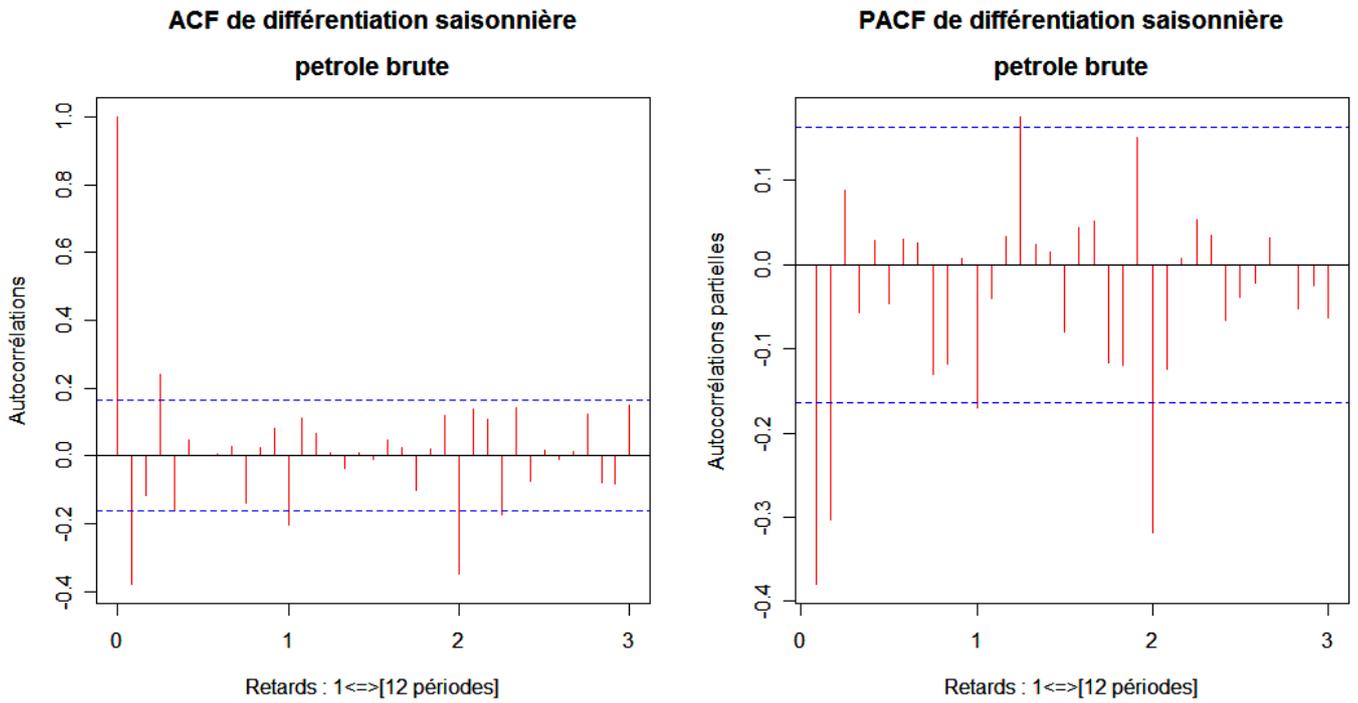


Figure 4.9 : Graphe de la différentiation saisonnière $(1-D)(1-D^{12}) \log y_t$: pétrole.

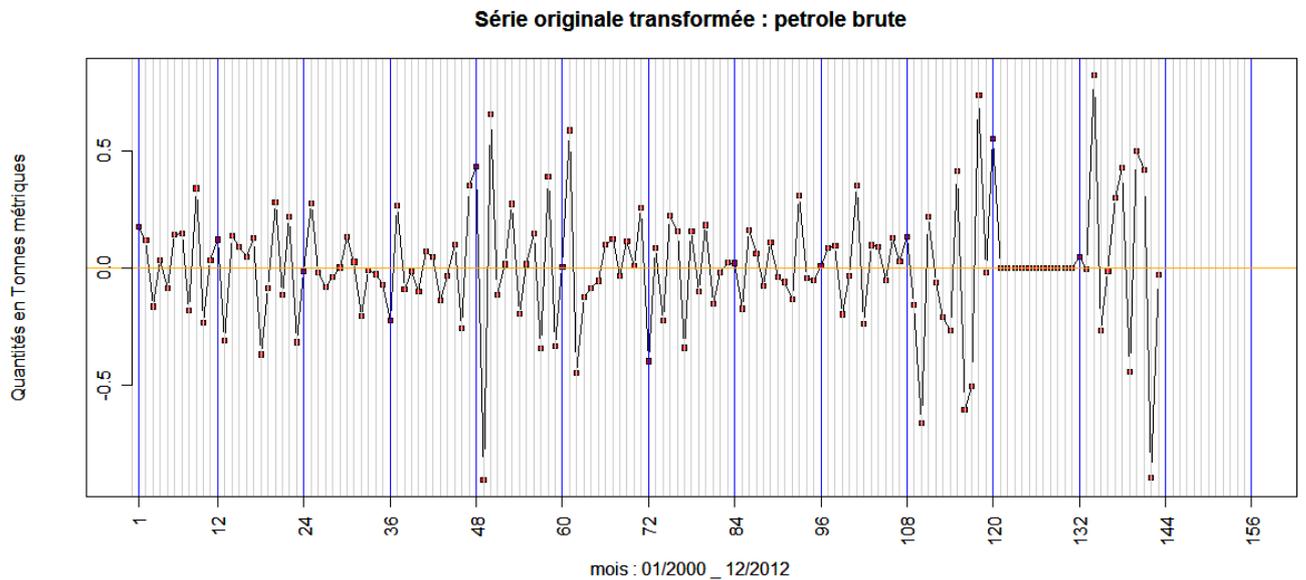
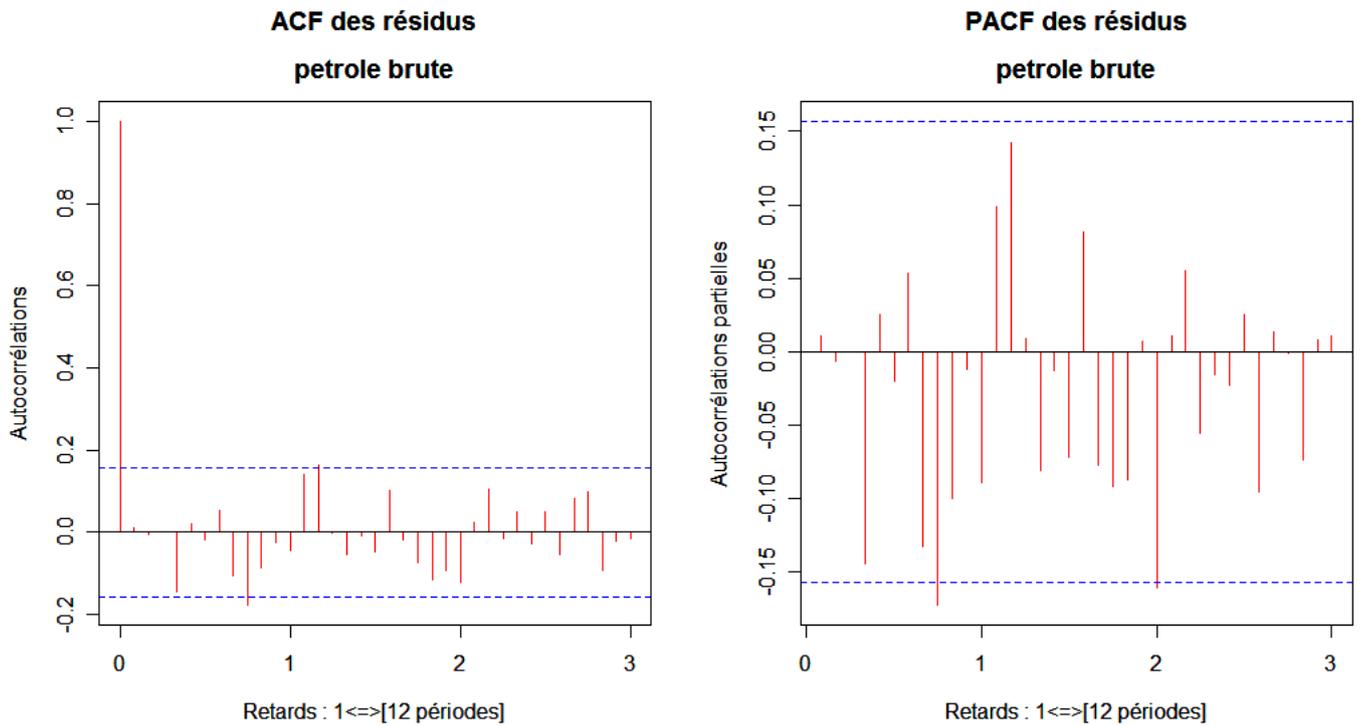


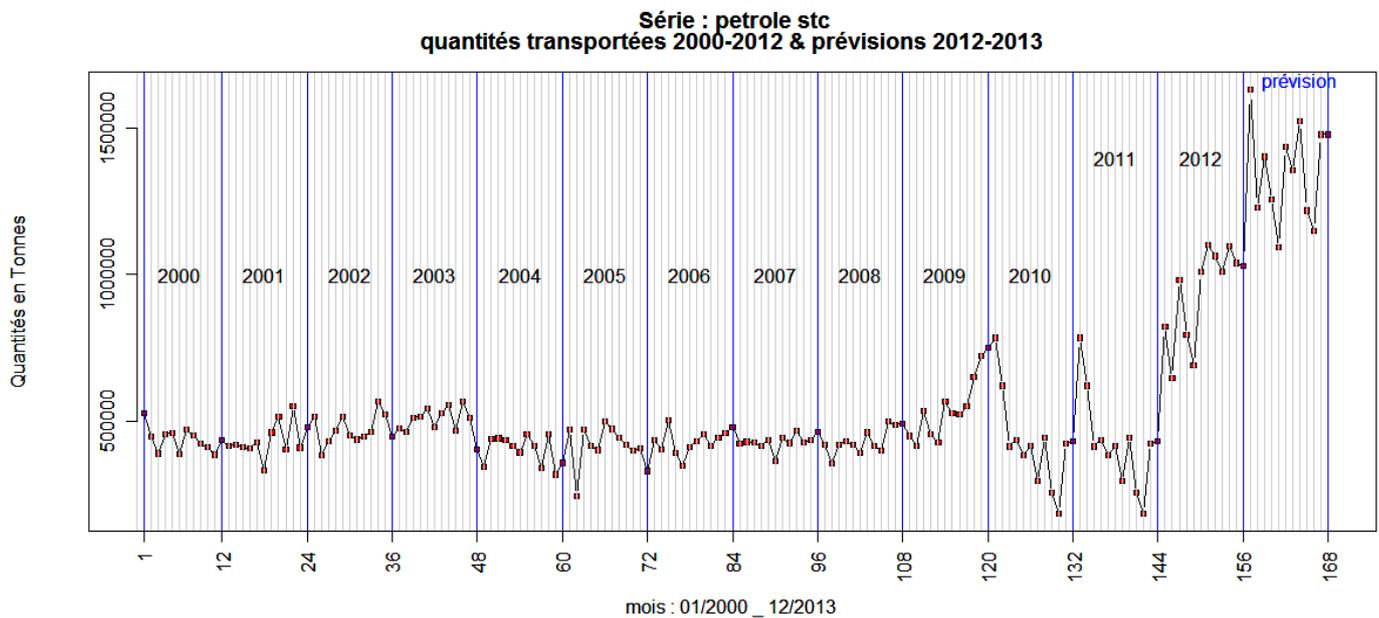
Figure. 4.10 : Corrélogramme des résidus de la série originale pétrole.

- **Résultats des prévisions**

Les résultats de prévisions sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau. 4.2 : prévisions mensuelles des quantités transportées de pétrole pour l'année 2013.

Prévisions 2013	Quantités de pétrole
Janvier	1 632 185
Février	1 229 662
Mars	1 402 322
Avril	1 256 424
Mai	1 092 938
Juin	1 437 118
Juillet	1 356 529
Aout	1 524 078
Septembre	1 218 779
Octobre	1 147 745
Novembre	1 477 911
Décembre	1 478 118

Figure. 4.11 : Prévisions des quantités transportées de pétrole pour 2013.

4.2.3. Modélisation de la série des quantités transportées de Gaz

a. Modélisation

La série étudiée retrace l'évolution des quantités transportées de Gaz, entre 2000 et 2012, soit 156 observations. La moyenne et la variance sont respectivement égales $\bar{y} = 450318,199$, $\sigma^2 = 7799736828$.

D'après le graphe. 4.12 on constate une forte saisonnalité en mois de février de 2000 jusqu'à 2010, et faible saisonnalité en mois d'octobre, ainsi un manque à transporté remarquable pour le mois de mai de l'année 2011 qui est du à la quantité de gaz perdue suite à l'acte malveillant au PK404.400 en date du 16/ 05/2011, et aux quantités de gaz éventées durant les interventions de réparation des points accordés sur le tronçon PC4-PC5.

Les figures (4.14, 4.15) nous suggèrent une tendance en moyenne et une tendance en variance, ce qui implique la non stationnarité de la moyenne et de la variance. Il faut donc utiliser la transformation logarithme de la série originale $\log y_t$ et déterminer pour cette série les autocorrélations et les autocorrélations partielles (figure 4.16). La faible décroissance des autocorrélations sur les premiers retards confirme la non stationnarité de la moyenne. Les

autocorrélations et les autocorrélations partielles des différences premières $(1 - D) \log y_t$ (figure 4.17) montrent que la série est non stationnaire, il faut procéder à la différenciation saisonnièrement $(1 - D)(1 - D^{12}) \log y_t$ (figure 4.18). Les fonctions d'autocorrélations montre que le pic au retard 1 suggère un processus MA(1) non saisonnier et celui du retard 12 un processus MA(1) saisonnier. La série en logarithme semble suivre un processus SARIMA $(0, 1, 1)(0, 1, 1)_{12}$.

On estime donc le modèle :

$$(1 - D)(1 - D^{12}) \log y_t = (1 - \phi_1 D)(1 - \alpha_{12}) \varepsilon_t$$

Et à l'aide de logiciel **R**, on obtient les résultats suivants :

$$(1 - D)(1 - D^{12}) \log y_t = (1 + 0.4049D)(1 + 0.8001D) \varepsilon_t$$

Et

$$Q^* = 40.4898, \quad \hat{\sigma}(\hat{\phi}_1) = 0.0915, \quad \hat{\sigma}(\hat{\alpha}_{12}) = 0.0897$$

Où σ désigne l'écart type estimé et Q^* la statistique de Ljung-box. Le t théorique de student au niveau de signification $\alpha = 0.05$, lu dans la table de student à $n - k$ degrés de liberté où $n = 156$ désigne le nombre d'observations et $k = 2$ nombre de paramètres, est égale à

$$t_{n-k} \left(\frac{\alpha}{2} \right) = t_{(154)}(0.025) = 1.960.$$

Les coefficients estimés

$$\hat{\phi}_1 = 0.4049, \quad \alpha_{12} = 0.8001.$$

Respectant les conditions d'inversibilité $|\hat{\phi}_1| < 1$, $|\hat{\alpha}_{12}| < 1$. Ils sont significatifs au seuil de signification $\alpha = 0.05$, car leurs ratios de student

$$t_{\hat{\phi}_1}^* = \frac{|\hat{\phi}_1|}{\hat{\sigma}(\hat{\phi}_1)} = 4.2451, \quad t_{\hat{\alpha}_{12}}^* = \frac{|\hat{\alpha}_{12}|}{\hat{\sigma}(\hat{\alpha}_{12})} = 8.9197.$$

Sont supérieurs au t théorique de student. Comme la statistique de Ljung-Box

$Q^* = 40.4898$ est inférieure à la valeur théorique du Chi-deux $\chi_{(35,0.05)}^2 = 55.80$ alors les résidus peuvent être considérés comme un bruit blanc (figure.4.20).

Comme le modèle est correctement estimé, on calcule les prévisions de la série originale jusqu'à l'horizon 2013 en prenant des exponentielles puisque on a transformé la série originale en logarithmes.

b. Prévision

Les valeurs prévues sont données par :

$$\hat{y}_t = \exp(\hat{z}_T(t)), T = 2013, t = 1, \dots, 12 \text{ avec } Z_t = \log y_t$$

Ces prévisions sont calculées à l'aide du logiciel R. elles sont données dans le tableau 4.3 et représentées sur la figure (4.21).

Figure. 4.12 : graphe de la serie originale y_t : Gaz.

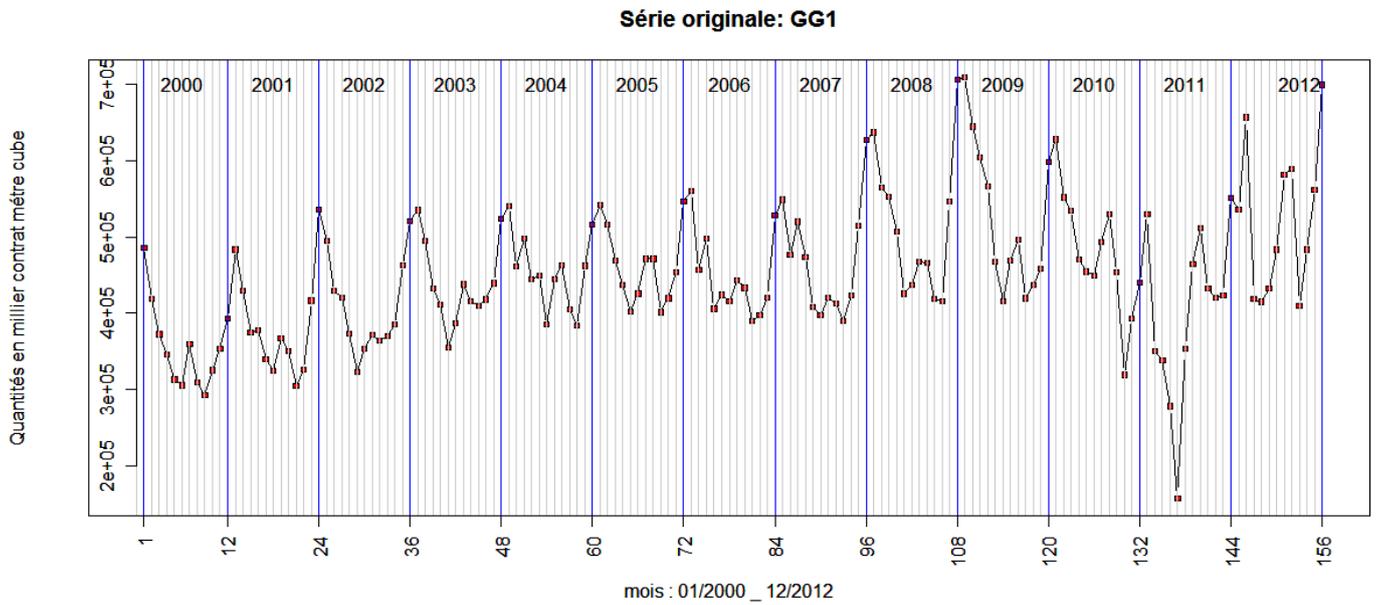


Figure.4.13 : Corrélogramme de la serie originale : Gaz.

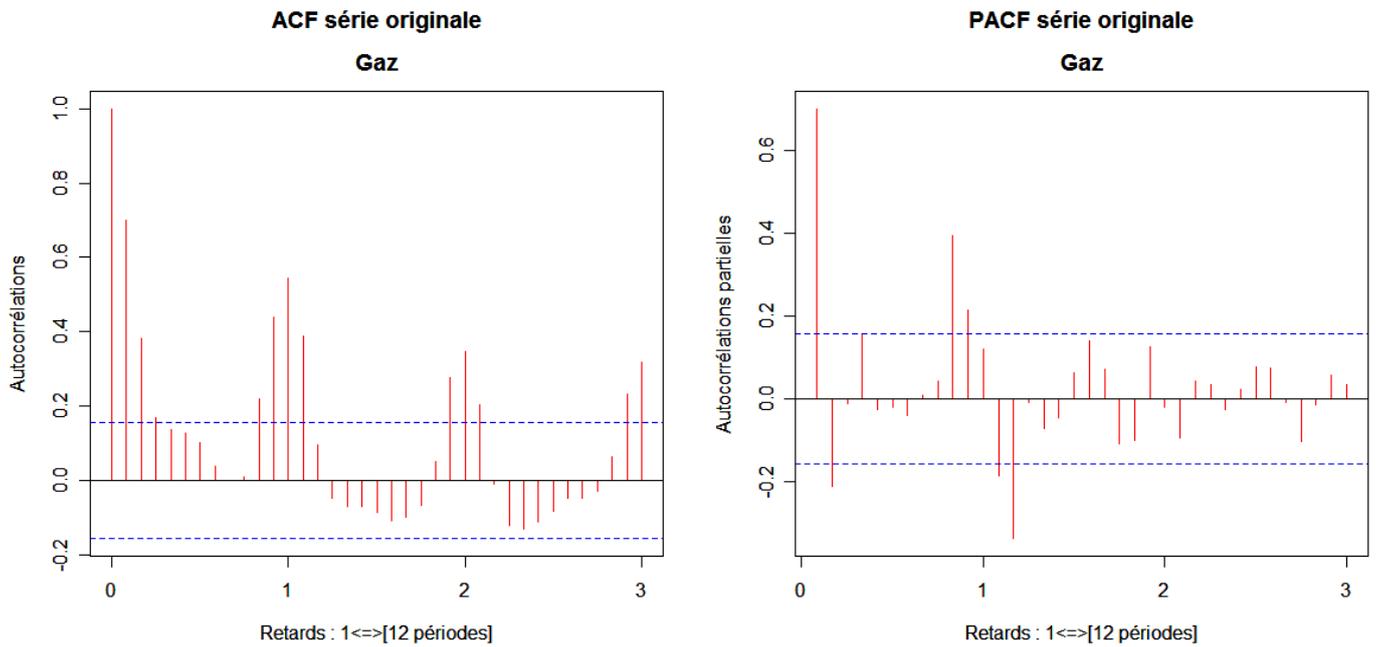


Figure 4.14 : Evolution de la moyenne : Gaz.

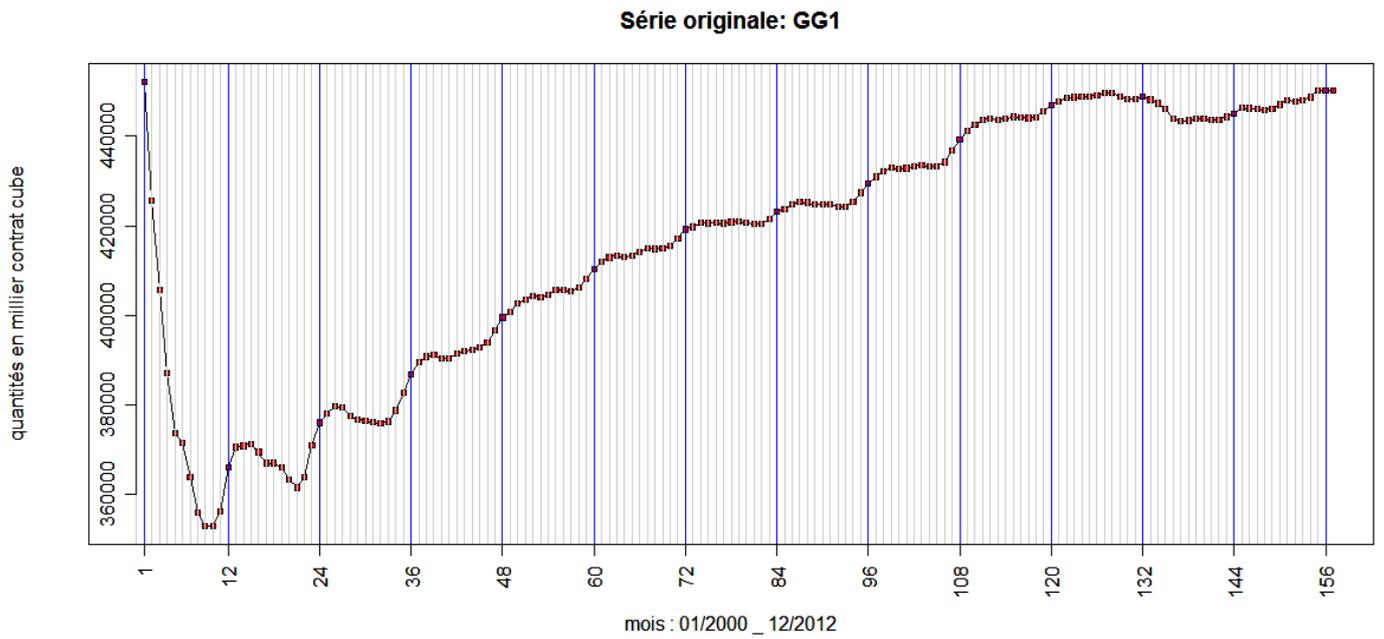


Figure 4.15 : Evolution de la variance : Gaz.

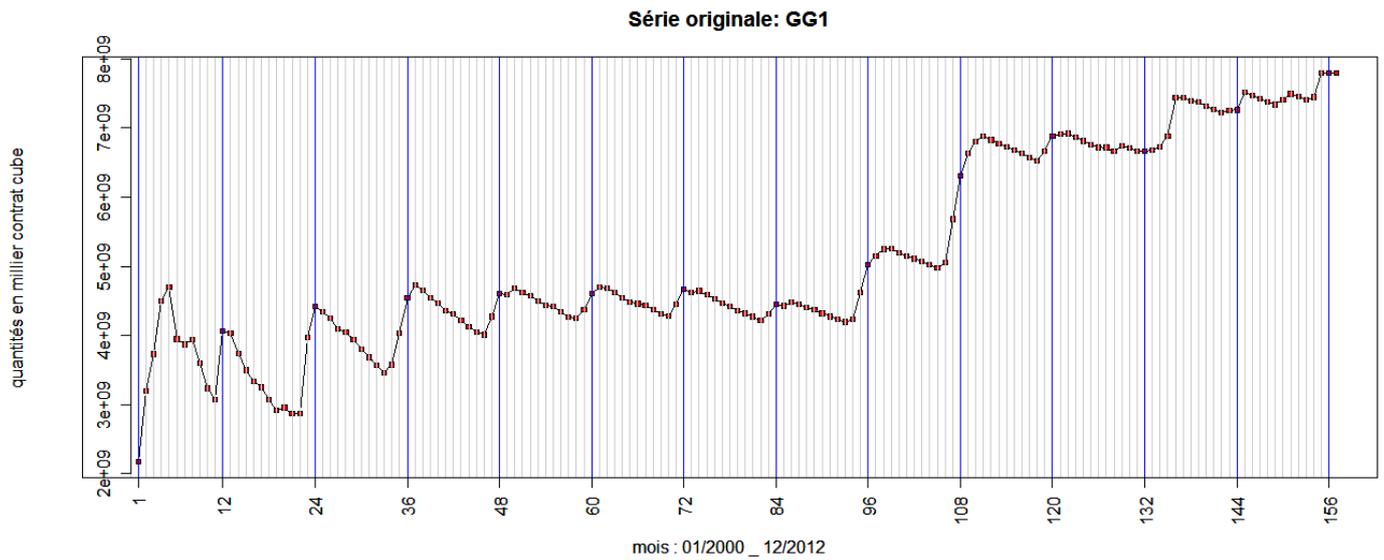


Figure 4.16 : Corrélogramme de différenciation log : Gaz.

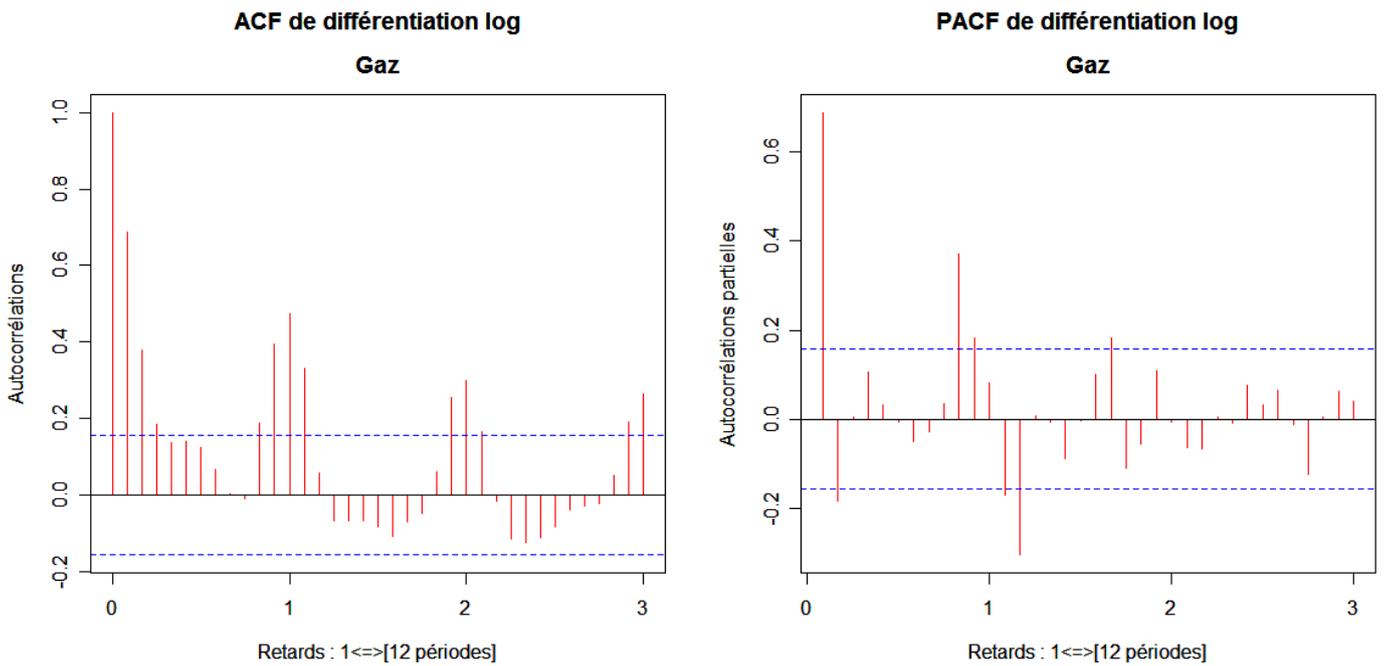


Figure 4.17 : Corrélogramme des premières différenciations (1-D) log y_t : Gaz.

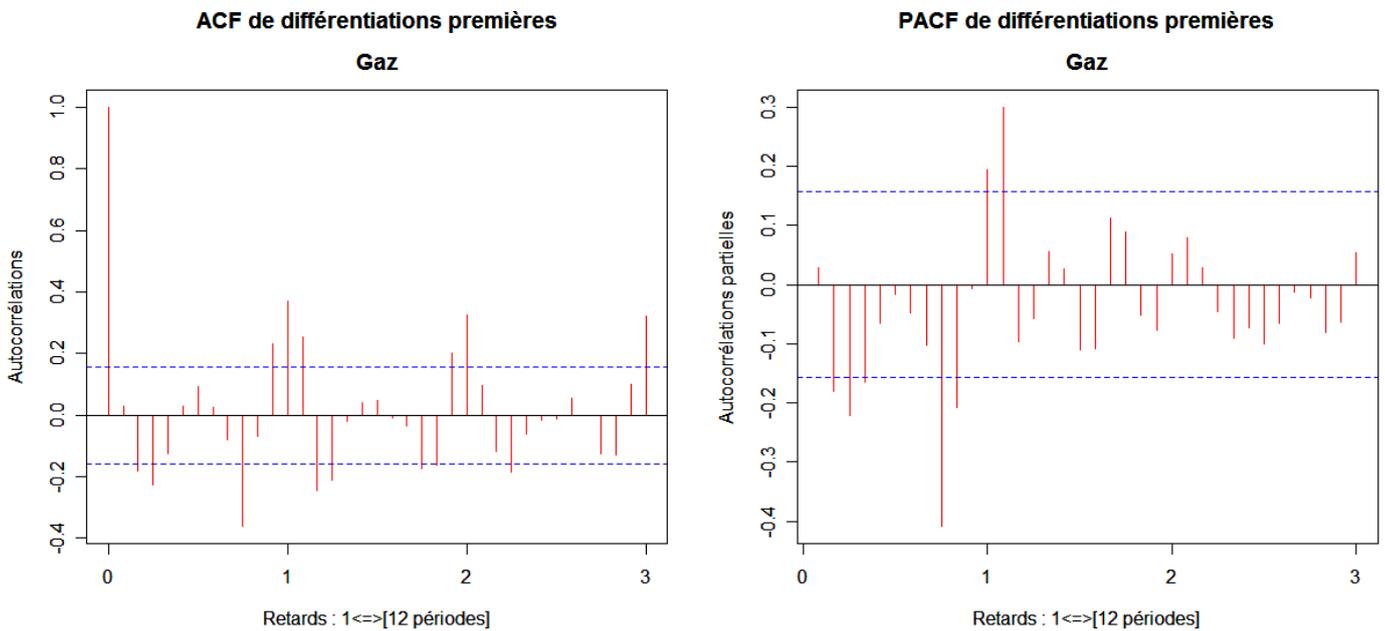


Figure 4.18 : Corrélogramme des différenciations saisonnières $(1-D)(1-D^{12}) \log y_t$: Gaz.

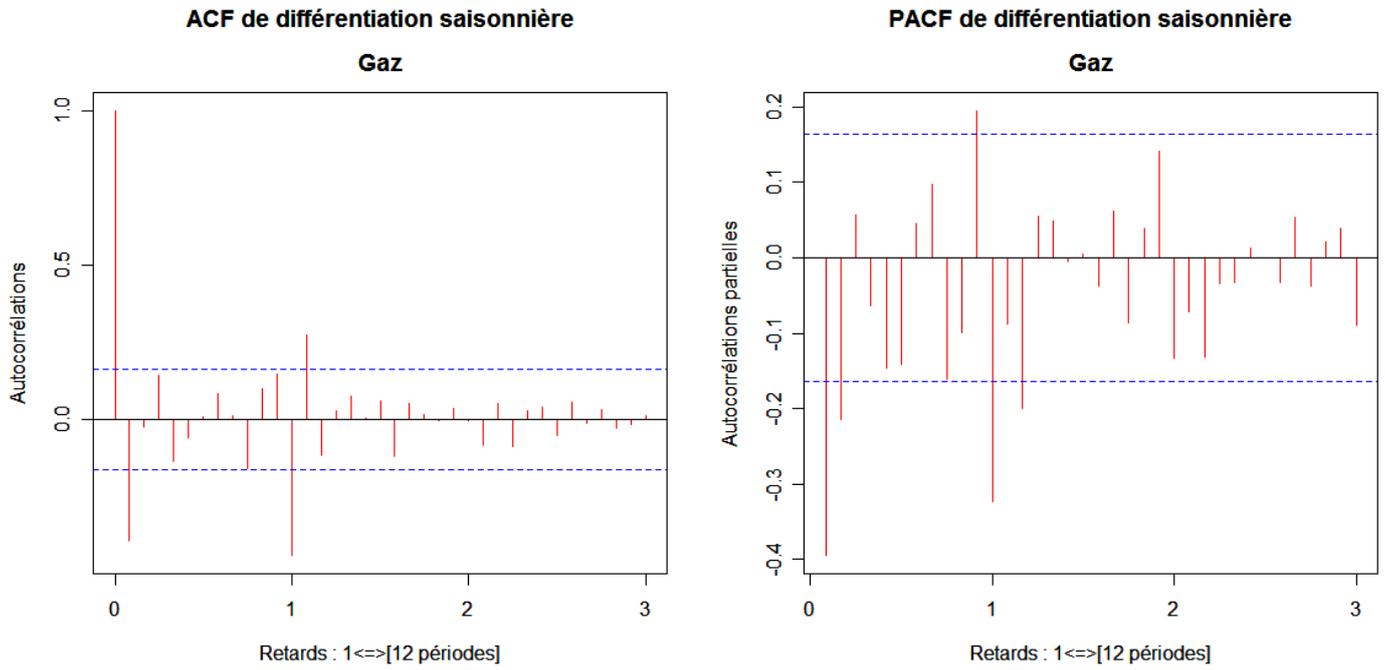


Figure 4.19 : Graphe de la différenciation saisonnière $(1-D)(1-D^{12}) \log y_t$: Gaz.

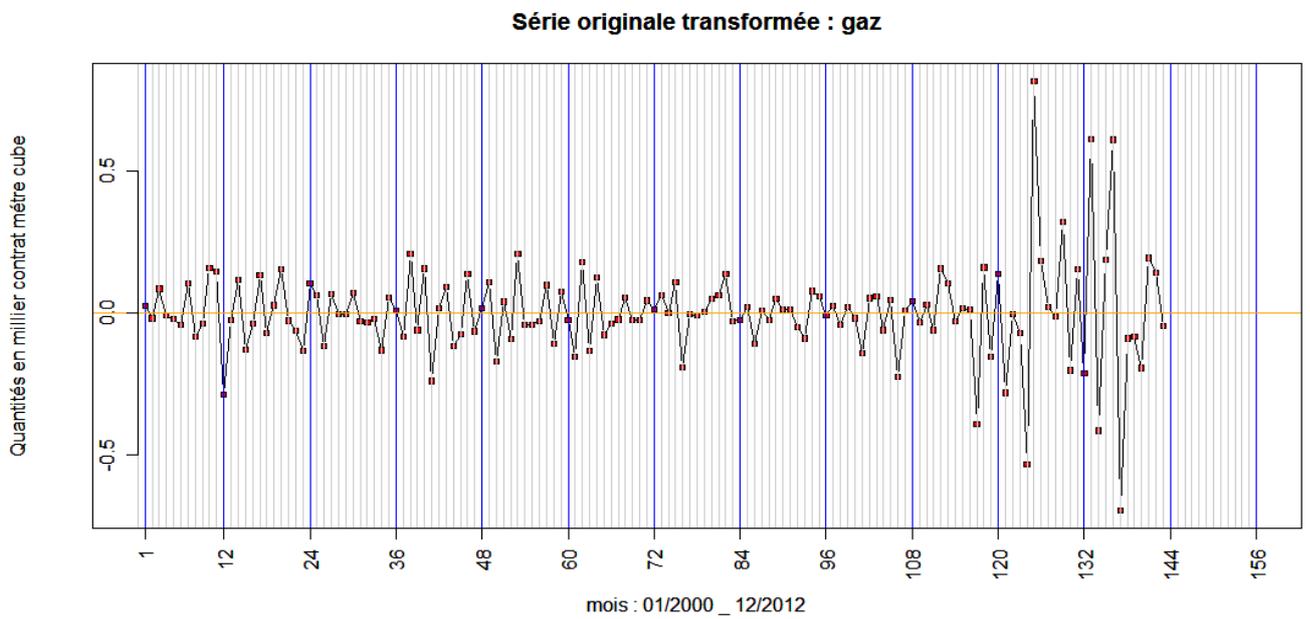
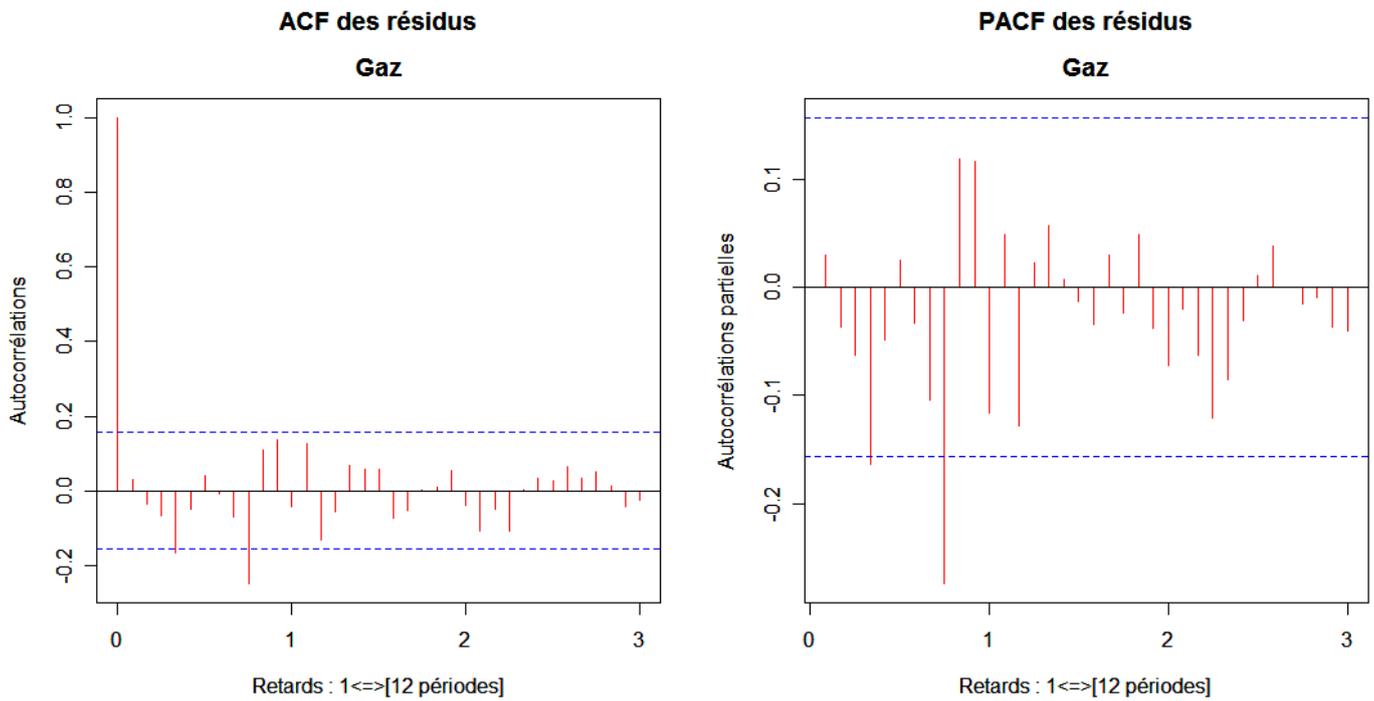


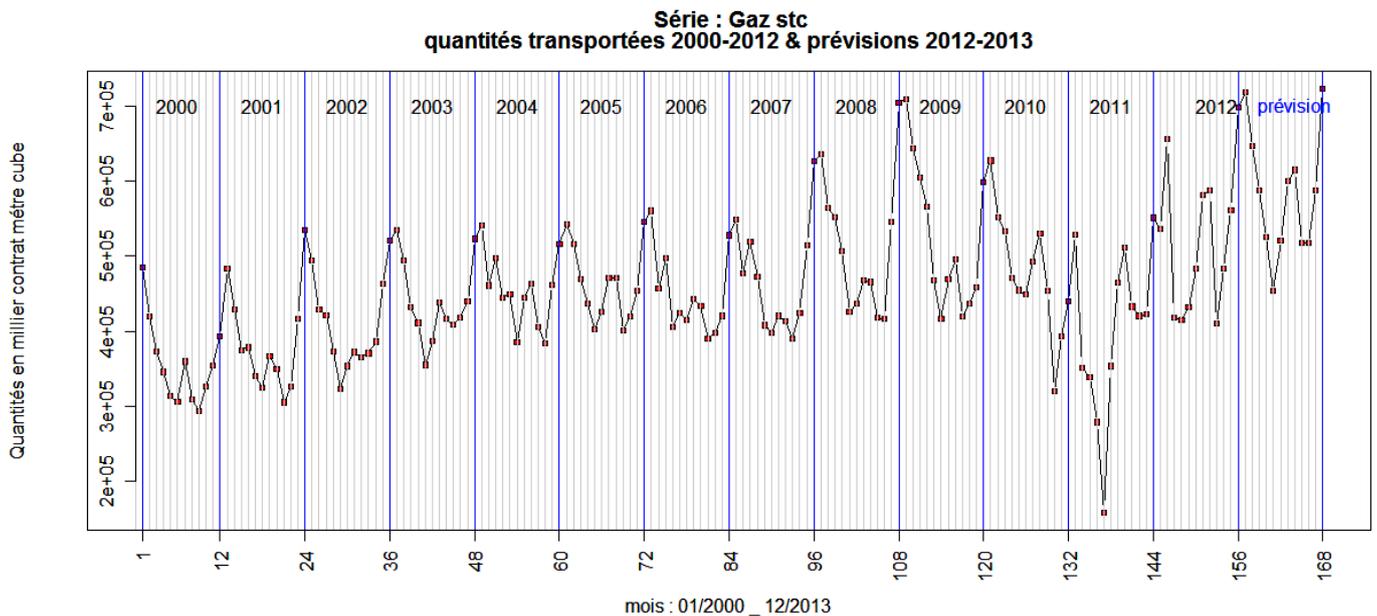
Figure. 4.20 : Corrélogramme des résidus : Gaz.

- **Résultats des prévisions**

Les résultats de prévisions sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau. 4.3 : prévisions mensuelles des quantités transportées de gaz pour l'année 2013.

Prévisions 2013	Quantités de GAZ
Janvier	718 219
Février	646 824
Mars	587 579
Avril	525 891
Mai	453 740
Juin	521 049
Juillet	600 339
Aout	614 872
Septembre	517 451
Octobre	517 228
Novembre	587 975
Décembre	723 474

Figure. 4.21 : Prévisions des quantités transportées de gaz.

Conclusion

Dans ce présent chapitre nous avons proposé un système de prévision basé sur la modélisation des séries chronologiques en utilisant la méthode de Box & Jenkins.

La modélisation a porté sur deux séries de produits : pétrole et gaz, ou on a calculé les quantités prévisionnelles transportées par canalisation, pour l'année 2013, qui seront utilisées dans le chapitre suivant qui portera sur la gestion budgétaire au sein de la SONATRACH (DRGB).

5

LA GESTION BUDGETAIRE AU SEIN DE LA SONATRACH

Introduction

La gestion budgétaire est un système de gestion qui a pour utilité le chiffrage des prévisions décrivant l'avenir et le dégagement des écarts entre les réalisations et les prévisions, afin de détecter les dysfonctionnements, repérer les corrections et situer les responsabilités. Pour qu'elle remplisse pleinement sa mission, elle devra en principe, couvrir l'ensemble des activités de l'entreprise et bien s'intégrer dans le système d'information globale afin de faciliter les comparaisons réalisations-prévisions.

Ce chapitre est subdivisé en deux sections. Dans la première, nous allons expliquer la procédure suivie par la Sonatrach, la direction régionale de Bejaia dans l'élaboration de budget. La deuxième section sera consacrer au contrôle budgétaire, ou on va calculer et interpréter les écarts sur quantités et les écarts sur chiffre d'affaires.

Les tableaux et les figures illustrés dans ce chapitre sont réalisés par nos soins à partir des données de Sonatrach.

5.1. Procédures d'élaboration budgétaire au sein de la DRGB

Deux volets budgétaires ont été pris en compte par la direction régionale de Bejaia, département budget/contrôle de gestion, à savoir les budgets d'investissement et d'exploitation.

Le service budget lance au mois de juin de chaque année une campagne budgétaire qui est une phase très importante ou il s'adresse à chaque département de la direction pour que ces derniers préparent leurs besoins pour la réalisation des objectifs fixés pour l'année N+1.

5.1.1. Budget d'investissement

La campagne budgétaire se repose sur trois (3) étapes fondamentales :

- Remise des fiches techniques ;
- Réunion avec les différents départements ;
- Finalisation du plan annuel et à moyen terme.

a. La fiche technique

Est un instrument de suivie des projets. Elle retrace l'historique d'un projet. Elle comporte la nature de projet, l'identité de l'entreprise traitante ainsi que toute autres informations concernant le projet. Elle est élaborer dans le but de contrôler le suivi et l'état d'avancement des projets, elle est élaborée dans le but de contrôler le suivi et l'état d'avancement des projets tout au long de leurs réalisations. Ces fiches sont énumérées comme suite :

- Fiche signalétique du projet, ou se trouve un résumé du projet, l'intitulé, la localisation, la finalité, l'opportunité, et la consistance de l'opération du projet.
- Planning des travaux et fournitures, c'est les délais de réalisation des travaux avec les dates de début et de fin des exécutions.
- Contrats et évolution physique.
- Le coût des projets, on trouve dans cette rubrique deux sous rubriques : physique valorisé, et l'enveloppe financière.

- Déglobalisation en matière physique valorisé.
- L'explication des écarts, on constate dans cette rubrique des écarts entre le montant prévu du projet et le montant actuel, et on donne les causes et les explications des écarts résumées dans un tableau.
- La liste exhaustive des fournitures.

Le département juridique interviendra ensuite pour lancer les appels d'offres dans une revue technico-économique nommée BAOSEM (Bulletin des appels d'offres du Secteur d'énergie et des Mines), afin de sélectionner les éventuelles entreprises contractants.

- Répartition par STC OB1 et GG1.

b. La coordination avec les différents départements

Les différents services qui ont contribué à l'inscription de chaque projet au plan doivent se réunir pour aborder les différentes questions du projet qui va aider à mieux gérer et respecter les budgets avec le département budget en premier, ensuite la division d'Alger pour des réunions de pré-arbitrage.

- Réunion de pré- arbitrage du plan : Les services concernés par les projets inscrits se réunissent avec le département budget plus d'une fois lors de la campagne budgétaire afin de compléter tous les oublis et corriger les erreurs afin de mieux les défendre au siège de division d'exploitation à Alger.
- Réunion de l'arbitrage : Durant la campagne budgétaire, une délégation de la direction se présentera à Bejaia pour une réunion définitive ou chaque département présentera ces différents projets, avant d'élaborer le plan annuel et à moyen terme qui sera présenté devant la division d'exploitation à Alger.

c. La finalisation du plan

Après avoir étudié les fiches techniques remises par le département et après les différentes réunions de ces derniers avec le service budget et la commission de la division de la R.T.C, le service budget peut finaliser son plan annuel qui est présenté sous forme de tableaux dans lesquels on classe les projets selon qu'ils soient entamés (programme en cours)

ou à venir (programmes nouveaux), et aussi son plan à moyen terme qui a le même principe que le plan annuel, sauf que le plan à moyen terme (PMT), les prévisions sont données sur cinq (05) ans (N+1 à N+5) et non pas sur une année.

- Ce travail est fait au mois d'août est consiste en une consolidation de toutes les fiches techniques.
- Une fois le plan achevé, il sera présenté par la R.T.C de Bejaia devant le divisionnaire de la R.T.C à Alger et pour abrogation et autorisation de son exécution.
- Le plan annuel : Il est constitué de tableau dont les projets sont classés selon leur réalisation (projets en cours, projets nouvelles programmés).

Dans chaque rubrique, on étale les projets selon l'aspect technico-économique dont ils appartiennent, on retrouve dans le plan de l'année N+1 coût actuel de chaque projet, la réalisation à la fin de l'année N+1 pour les projets encours, ainsi que la réalisation du premier trimestre de l'année N et la prévision de clôture pour l'année en cours N de ces mêmes projets et la prévision pour l'année N+1.

Les prévisions sont faites par les approches suivantes :

- Echéance prévisionnel des réalisations en financier, les montants totaux sont donnés en milliers de dinars algériens(KDA), et une colonne donne la partie en devise incluse dans le montage financier du projet.
- Le plan à moyen terme : Il a le procédé tel que le plan annuel, sauf que ce plan, les prévisions sont faites sur cinq ans et non pour une année.
- La déglobalisation du plan : Pour un suivi plus fiable, son procédé à la déglobalisation des prévisions de l'exercice N+1 qui veut dire, on passe des prévisions annuelles aux prévisions mensuelles.

Elle est faite en donnant une prévision pour chaque mois de l'année et non en divisant les prévisions annuelles par douze(12)mois, en étudiant les avantages et les inconvénients de chaque mois et se basant sur le planning de réalisation établi par les département concernés et mentions sur le contrats de réalisation.

5.1.2. Les principes d'élaboration de budget d'exploitation

Les principes d'élaboration de budget d'exploitation sont les mêmes par rapport au budget d'investissement.

Le budget d'exploitation contient essentiellement les charges d'exploitation et les produits. Il détermine le niveau de charges pour l'année en cours et celle d'avenir. Ces dernières obéissent à un traitement particulier pour arriver à dégager les prévisions.

a. Les charges d'exploitation

a. 1. Phase préparatoire

Cette phase consiste à renseigner les imprimés déjà conçu par le service budget en matière d'achat sur le marché national et international ainsi que les services ou revient à chaque département de communiquer ces informations au service budget. Après examen et contrôle, ces imprimés seront validés et affectés par le compte de résultats.

a. 2. Phase opérationnelle

Cette phase consiste à faire l'étude de chaque charge d'exploitation à savoir :

- Matière et fournitures consommés : il est question de cerner l'ensemble des besoins exprimés par chefs de structure ainsi que le bon de commande lancé pour déterminer le niveau de ces charges. Chaque document va être soumis à un traitement spécifique afin d'arriver à consolider et avoir une information proche de la réalité ;
- Services : contient les services internes et externes.
 - ✓ Service interne : représenté par l'ensemble de prestations de services indispensables au fonctionnement des procédures budgétaires ;
 - ✓ Service externe : représenté par des prestations des autres unités de SH (société hydrocarbures), pour le compte de la direction régionale de Bejaia, elle se résume dans les prestations de transports, d'hôtellerie,...
- Frais du personnel :
Représentent les coûts supportés par agent, l'effectif existant, et les coûts à une date donnée.

- Impôts et taxes : généralement, la procédure reste simple pour les versements forfaitaires, le calcul des impôts et taxes se fait à partir du chiffre d'affaires prévisionnel en lui appliquant le taux à 3%.
- Frais financiers : c'est tous les frais engendrés par la relation existante entre l'entreprise et les banques.
- Frais divers : contient les frais d'assurance, la section d'assurance qui communique les informations sur la valeur assurée.
- Amortissement : consiste à déterminer le taux d'amortissement de chaque investissement. Les informations sont communiquées par la comptabilité analytique.
- L'auto consommation : il s'agit du pétrole brut que l'on utilise dans les stations de la société, ces informations sont communiquées par le département exploitation.

a. 3. La répartition des charges au sein de la DRGB

Le service budget de la DRGB analyse les charges à partir des rapports annuels. Les centres d'analyses sont représentés par deux systèmes de transport par canalisation(STC) :

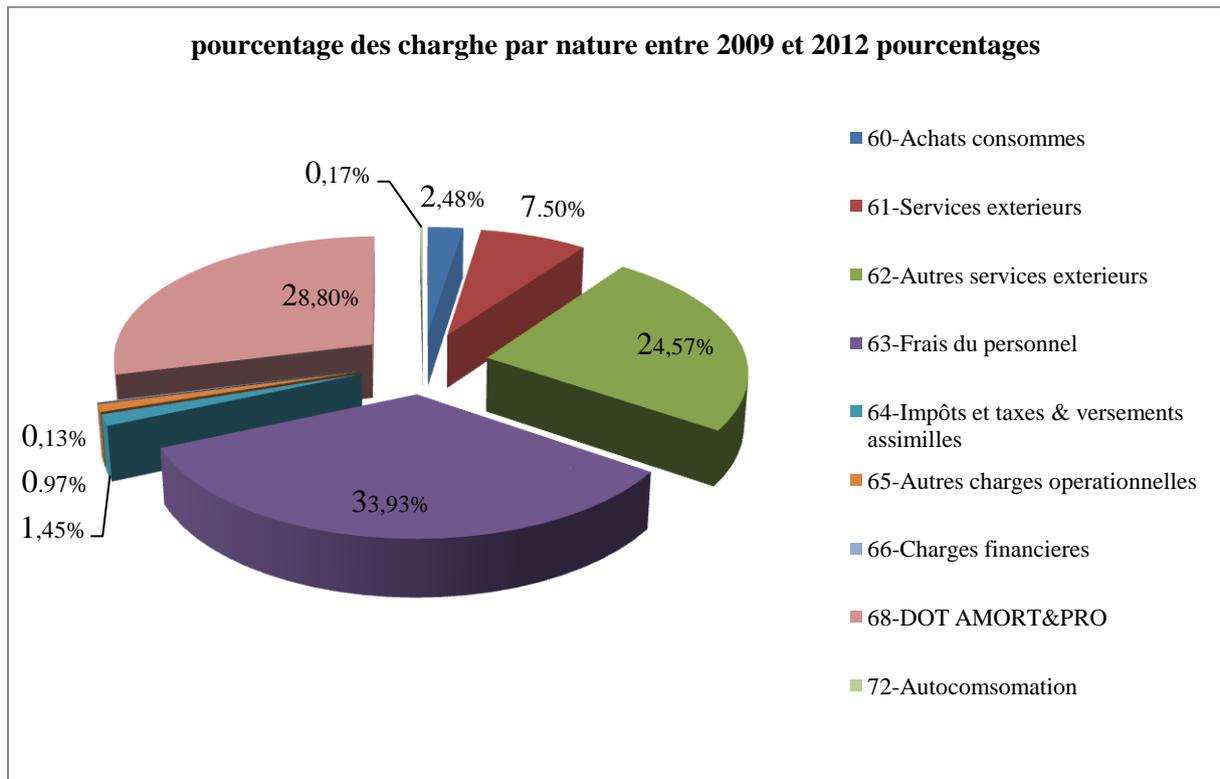
- OB1 : Oléoduc Haoud el Hamra(HEH) vers Bejaia (24) pouce.
- GG1 : Gazoduc Hassi R'mel.

Nous avons pu constituer la démarche suivie par l'entreprise en faisant apparaître les différents centres principaux ainsi que la répartition des différentes charges sur ces centres.

• Répartition des charges par nature

Le secteur de la figure.5.1 représente le pourcentage de répartition moyenne des charges par nature dans la direction régionale de Bejaia pour la période allant de 2009 à 2012.

Figure. 5.1 : pourcentages des charges par nature (voir annexe 2)



L'analyse du graphique montre le pourcentage de chaque centre par rapport au total des charges. On constate que les frais du personnel présente 33.93%, et les dotations aux amortissements et provisions 28.80% des charges, vue l'importance des investissements dans lesquelles l'entreprise s'engage. Viennent après, autres services extérieurs 24.57%, services extérieurs 7.50%, achats consommées 2.48%, impôts et taxes 1.45%, autres charges opérationnelles 0.97%, autoconsommation 0.17% et en fin les charges financières 0.13% et cela vue la nature de ces charges et la nature de l'activité de la DRGB.

Exemple

Tableau. 5.2 : exemple sur la répartition des charges par STC année 2010. (voir annexe 2)

Désignation	Charges STC OB1/OG1	Charges STC GG1	Charges totales
60-Achats consommés	277 563 896	68 080 025	345 643 921
61-Services extérieurs	798 500 666	583 636 175	138 2136 841
62-Autre services extérieurs (DA)	1 576 106 079	1 510 851 236	3086 957 315
63-Frais du personnel (DA)	2 413 915 540	1 261 886 684	3675 802 224

64-Impôts et taxes (DA)	56 880 564	122 784 341	179 664 905
65-Autre charges opérationnelles	265 952 224	55 967 280	321 919 504
66-Charges financières	12 657 721	6 815 696	19 473 417
68-Dotation aux Amortissements	2 885 062 947	1 353 519 223	4238 582 170
72-Auto consommation	2 553 783	11 790 318	14 344 101
Totale des charges	8 289 193 420	4975 330 978	13264 524 398
Quantités transportées (TEP)	5 082 708	5 790 101	10 872 809
Coût de revient opératoire (DA/TEP)	1 061	624	828
Coût de revient global (DA/TEP)	1 631	859	1 220
Tarif (DA/TEP)	350	700	525
Différence	-711	76	-303

Commentaire sur le tableau :

Ce tableau représente la répartition des charges par STC, il fait apparaître, les charges consommées par le STC OB1/OG1 et les charges consommées par le STC GG1.

- Le coût de revient opératoire = $[\sum \text{charges directes} - (\text{charges financières} + \text{dotations aux amortissements et provision})] / \text{quantités transportées}$.
- Le prix de revient¹ est calculé en divisant les totaux des charges directes sur les quantités transportées suivant la fonction ci-dessous :

$$\text{Prix de revient} = \text{total des charges} / \text{quantités transportées}$$

- Le tarif : il est fixé par la commission des tarifs au niveau de la direction générale.
- La différence : représente la marge unitaire soit bénéficiaire, soit déficitaire, elle est calculé comme suite :

$$\text{Différence} = \text{Le cout de revient opératoire} - \text{tarif}$$

Si Le coût de revient opératoire > tarif, l'entreprise réalise une marge bénéficiaire ;

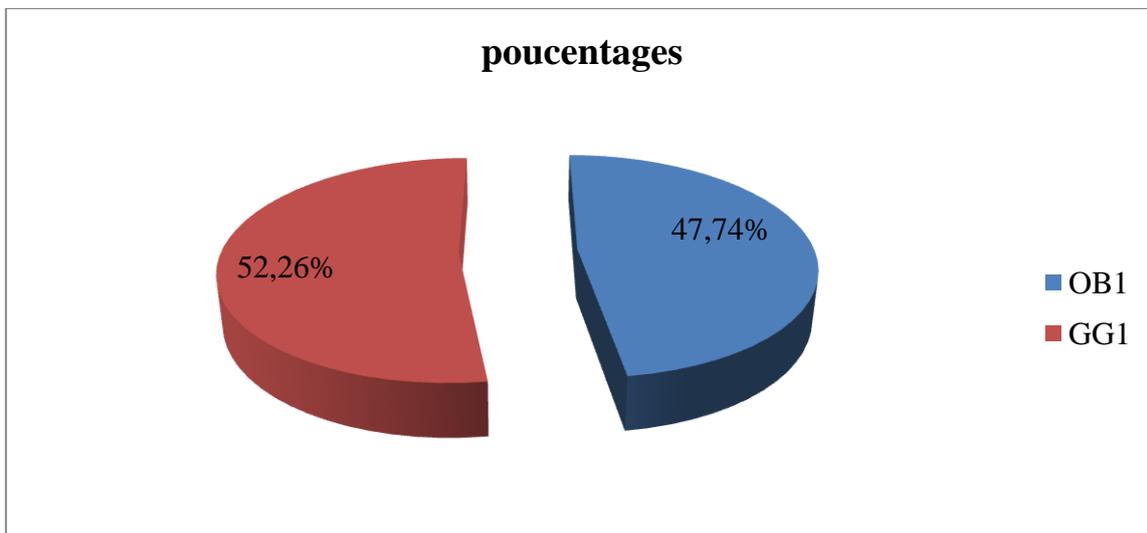
¹ Le prix de revient = Coût de revient globale.

Si Le coût de revient opératoire < tarif, l'entreprise réalise une marge déficitaire.

- **La répartition par destination**

Les charges globales sont réparties par destination : STC Oléoduc (OB1) et STC Gazoduc (GG1), comme le montre le secteur de la figure 5.2.

Figure. 5.2: Répartition des charges par destination. (voir annexe 2)



D'après le secteur de la figure. 5.2 On constate que les charges consommées par le STC OB1 qui représentent 47.74% des charges globales sont inférieures aux charges consommées par le STC GG1 qui représentent 52.26% des charges globales.

b. Les produits

Consiste à calculer les chiffres d'affaires prévisionnels à partir des quantités transportées, et de communiquer le tarif pour chaque quantité transportée (TEP)².

Pour calculer le chiffre d'affaire prévisionnelle pour l'année 2013, on utilise les quantités prévisionnelles calculées dans le chapitre précédent, le tarif est communiqué par la direction générale.

$$\text{Le chiffre d'affaire} = \text{les quantités transportées} \times \text{tarif}$$

² TEP : Tonne Equivalent Pétrole.

Tableau. 5.3 : Calcule de chiffre d'affaire prévisionnelle pour l'année 2013.

Mois	Pétrole	Gaz
Janvier	1 632 185	718 219
Février	1 229 662	646 824
Mars	1 402 322	587 579
Avril	1 256 424	525 891
Mai	1 092 938	453 740
Juin	1 437 118	521 049
Juillet	1 356 529	600 339
Août	1 524 078	614 872
Septembre	1 218 779	517 451
Octobre	1 147 745	517 228
Novembre	1 477 911	587 975
décembre	1 478 118	723 474
totale	16 253 809	7014 641
tarif	756	686
CA(DA)	1 228 787 964	48 124 376

Le chiffre d'affaire total = les chiffre d'affaires du pétrole + les chiffre d'affaires du GAZ

$$=1228787964 + 481204376$$

$$=17 099 923 330 \text{ DA.}$$

5.1.3. Le budget d'exploitation

Pour que notre présentation soit uniforme, il ya lieu à présenter le budget des années précédente afin de suivre la même démarche pour calculer le budget de l'année à venir. L'essentiel de ce travail va s'articuler autour des trois années 2010, 2011est 2012.

Tableau. 5.4 : Budget d'exploitation pour les années 2010, 2011 et 2012.

DESIGNATION	Budget 2010	Budget 2011	Budget 2012
60-Achats consommés	362 040 000	423 844 000	361 444 000
61-Services extérieurs	1 578 669 000	1 322 880 000	897 290 000
62-Autres services extérieurs	676 572 000	445 650 000	565 211 000
63-Frais du personnel	3 240 058 000	4 135 005 000	3 029 318 000
64-Impôts et taxes & versements assimilés	276 988 000	268 336 000	233 243 000
65-Autres charges opérationnelles	0	0	0
66-Charges financières	0	0	0
68-DOT AMORT&PRO	2 329 766 000	4 012 197 000	4 543 676 000
72-Autoconsommation	31 000 000	11 118 000	2 596 000
TOTAL (DA)	8 495 093 000	10 619 030 000	9 632 778 000

Source : document interne

Vue l'insuffisance des données communiquées durant notre stage au niveau de service budget, nous avons estimé le budget pour l'année 2013, en se basant sur la moyenne des budgets des trois années précédentes.

Puisque on a calculé les quantités prévisionnelles transportées par canalisation, et le chiffre d'affaire prévisionnelle, cela nous permet de calculer les impôts et taxes qui représentent 3% de chiffre d'affaire. Par contre, pour les autres centres nous allons prendre la moyenne par apport aux trois années précédentes, car la démarche suivie par l'entreprise pour déterminer le budget est basé sur les besoins exprimés par chaque centre.

Tableau. 5.5: Budget pour l'année 2013. (voir Annexe 2)

DESIGNATION	Budget 2013
60-Achats consommés	382 442 667
61-Services extérieurs	1 266 278 667
62-Autres services extérieurs	562 477 667
63-Frais du personnel	3 468 127 000
64-Impôts et taxes & versements assimilés	512 997 700
65-Autres charges opérationnelles	0
66-Charges financières	0
68-DOT AMORT&PRO	3 628 546 333
72-Autoconsommation	14 904 667
TOTAL (DA)	9 835 774 701

5.2. La mise en œuvre du contrôle budgétaire dans le cas de SONATRACH

Le contrôle budgétaire représente un outil de mesure de l'efficacité que toute entreprise doit prendre en considération et l'adopter pour d'avantage d'efficience dans sa gestion.

Dans la mise en œuvre du contrôle budgétaire dans la direction régionale de Bejaia, nous nous intéressons aux calculs des deux écarts suivants: l'écart sur chiffre d'affaires, écart sur quantités.

5.2.1. Écart sur quantités

L'écart sur quantités se calcule de la manière suivante :

$$\text{Ecart sur quantité} = \text{Quantités réelles} - \text{Quantités prévues}$$

a. Écart sur quantités de gaz

Nous avons calculé l'écart sur quantité par rapport aux prévisions faites par l'entreprise SONATRACH, on suite en va calculer l'écart par rapport à nos prévisions.

Tableau. 5.6 : Calcul des écarts sur quantité de gaz transporté par rapport aux prévisions de Sonatrach des mois de janvier, février et mars de l'année 2013.

Mois	Prévisions (10 ³ CM ³)	Réalisations (10 ³ CM ³)	Les écarts (10 ³ CM ³)	Taux de réalisation %
Janvier	618848	743820	124972	120%
Février	578965	681293	102328	117,67%
Mars	483131	616591	133460	127,62%
Total	1680944	2041704	360760	121,46%

Analyse des écarts :

Il ya un excédent de transport par rapport aux prévisions du premier trimestre de l'année 2013 d'une quantité de $360760 \times 10^3 \text{ CM}^3$, avec un taux de réalisation de 121.46%.

Tableau. 5.7: Calcul des écarts sur quantité de gaz transporté par rapport à nos prévisions des mois de janvier, février et mars de l'année2013.

Mois	Nos prévisions (10 ³ CM ³)	Réalisations (10 ³ CM ³)	Les écarts (10 ³ CM ³)	Taux de réalisation %
Janvier	718 219	743 820	25 601	103,56%
Février	646 824	681 293	34 469	105,32%
Mars	587 579	616 591	29 012	104,93%
Total	1 952 622	2 041 704	89 082	104,56%

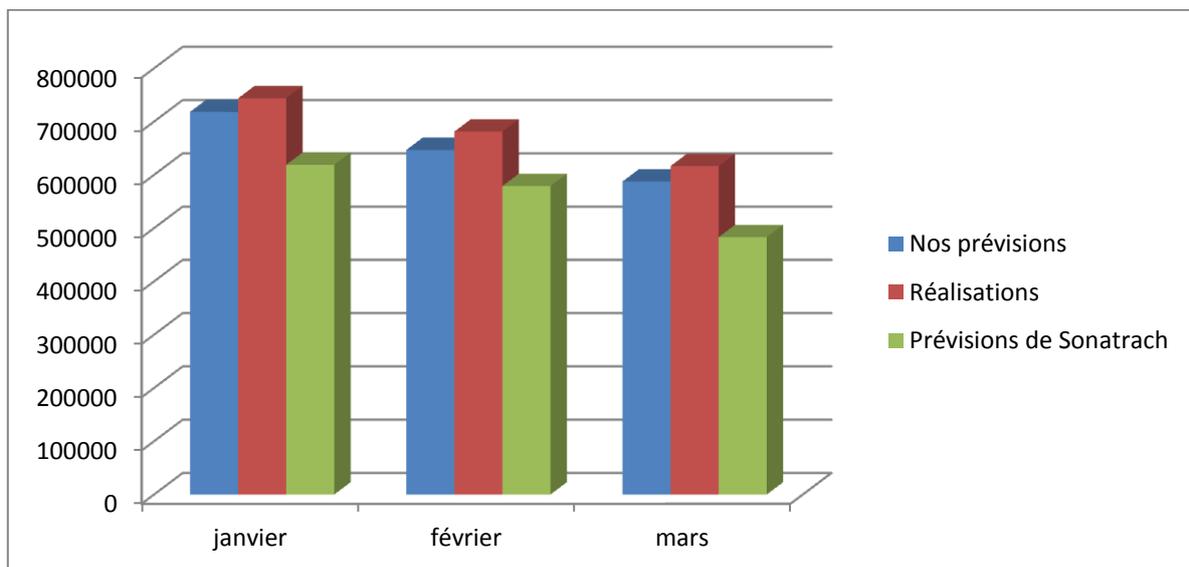
Analyse des écarts :

Il ya un excédent de transport par rapport à nos prévisions d'une quantité de 89082 *10³ CM³, avec un taux de réalisation 104.56%

- Comparaison entre les prévisions de Sonatrach et nos prévisions :

Le taux de réalisation (104.56%) calculer par rapport à nos prévisions est inférieur au taux de réalisation calculer par rapport aux prévisions de Sonatrach (121.46%), cela signifie que nos prévisions sont plus proche des réalisations pendant le trimestre de l'année 2013 (janvier, février, mars) que les prévisions de Sonatrach, ce que nous montre la figure.5.3.

Figure. 5.3 : Comparaison entre nos prévisions et prévisions de Sonatrach par rapport aux réalisations liée au gaz.



b. Écart sur quantité de pétrole

Nous allons faire une comparaison entre nos prévisions et les prévisions de Sonatrach par rapport aux réalisations du premier trimestre de l'année 2013.

Tableau. 5.8 : Calcul des écarts sur quantité de pétrole transporté par rapport aux prévisions de Sonatrach des mois de janvier, février et mars de l'année2013.

Mois	prévisions de Sonatrach (TM ³)	Réalisations (TM)	les écarts (TM)	taux de réalisations
Janvier	861 002	795 726	-65 276	92,41%
Février	777 679	672 988	-104 691	86,53%
Mars	861 002	1 038 993	177 991	120,67%
Total	2 499 683	2 507 707	8 024	100,32%

Analyse des écarts :

D'après le tableau 5.6 nous constatons que les écarts sur quantité pour les mois de janvier et février sont négatifs, ce qui signifie que cet écart est défavorable à l'entreprise. Par contre l'écart sur quantité pour le mois de mars est favorable. En outre, l'écart sur le total des quantités transporté durant les trois mois est de 8024 TM, avec taux de réalisations de 100.32%.

Tableau. 5.9 : Calcul des écarts sur quantité de pétrole transporté par rapport à nos prévisions des mois de janvier, février et mars de l'année2013

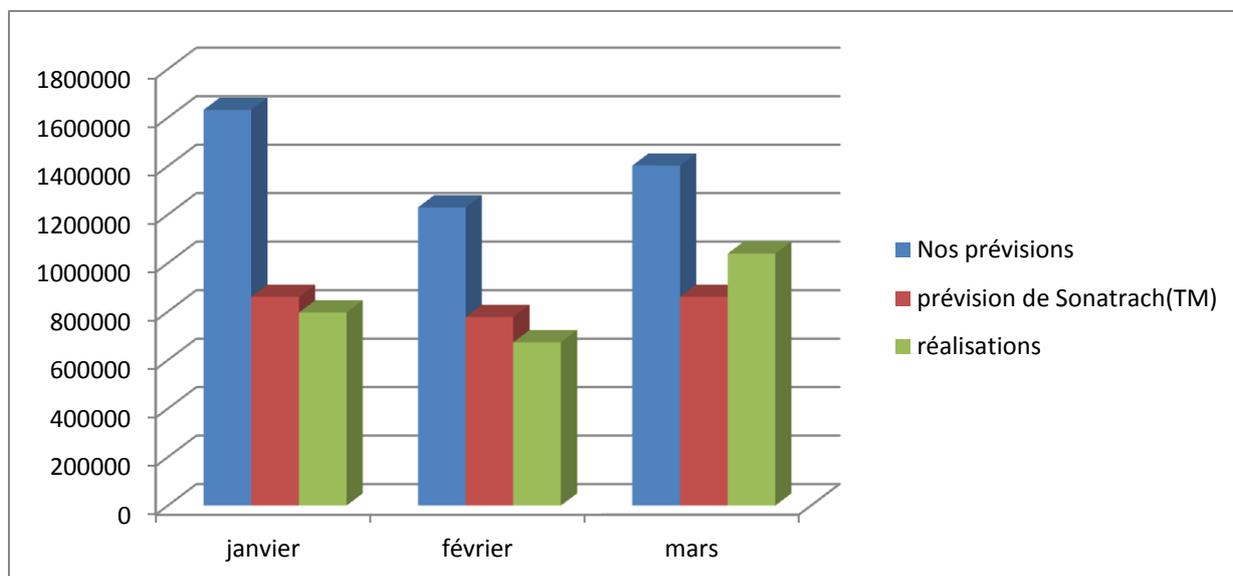
mois	Nos prévisions (TM)	Réalisations (TM)	les écarts	taux de réalisations %
janvier	1 632 185	795 726	-836 459	48,75%
février	1 229 662	672 988	-556 674	54,72%
mars	1 402 322	1 038 993	-363 329	74,09%
total	4 264 169	2 507 707	-1 756 462	58,80%

Analyse des écarts :

Par rapport à nos prévisions nous constatons que les écarts sur quantité de pétrole durant le premier trimestre de l'année 2013, sont défavorables pour l'entreprise car le taux de réalisation total est de 58.80%. Et cela parce que l'entreprise Sonatrach à arrêté le transport du condensat depuis 2010.et ils sont crée une nouvelle canalisation au niveau d'Arziew, ce dernier à influencé sur la série étudiée.

³ TM : Tonne métrique.

Figure. 5.4 : Comparaison entre nos prévisions et prévisions de Sonatrach par rapport aux réalisations liée au pétrole.



Source : Réalisé par nos soins à partir des données de Sonatrach.

5.2.2. L'écart sur chiffre d'affaires

L'écart sur chiffre d'affaires se calcule de la manière suivante :

$$E/CA = \text{chiffre d'affaires réel} - \text{chiffre d'affaires prévisionnel}$$

a. L'écart sur chiffre d'affaires lié au gaz

Pour calculer l'écart sur chiffre d'affaire par rapport aux quantités transportées de gaz, on utilise les données du tableau.5.2.

Tableau. 5.10: les écarts sur chiffre de gaz par rapport à nos prévisions.

mois	chiffre d'affaire prévisionnel (DA)	chiffre d'affaire réel (DA)	Les écarts (DA)	taux de réalisation%
Janvier	492 698 234	510 260 520	17 562 286	103,56%
Février	443 721 264	467 366 998	23 645 734	105,32%
Mars	403 079 194	422 981 426	19 902 232	104,93%
Total	1 339 498 692	1 400 608 944	61 110 252	104,56%

Source : Réalisé par nos soins à partir des données de Sonatrach.

Interprétation des écarts :

Les écarts sur le chiffre d'affaire sont favorables, durant le premier trimestre. Après le calcul des écarts de chaque mois (Janvier, Février, Mars), nous constatons que le chiffre d'affaire réalisé par rapport à nos prévisions est très proche de chiffre d'affaire réel.

Tableau. 5.11 : les écarts sur chiffre d'affaire de gaz par rapport aux prévisions de Sonatrach.

Mois	chiffre d'affaire prévisionnel de Sonatrach (DA)	chiffre d'affaire réel (DA)	Les écarts (DA)	taux de réalisation %
Janvier	424 529 728	510 260 520	85 730 792	120,19%
Février	397 169 990	467 366 998	70 197 008	117,76%
Mars	331 427 866	422 981 426	91 553 560	127,62%
Total	1 153 127 584	1400 608 944	247 481 360	121,46%

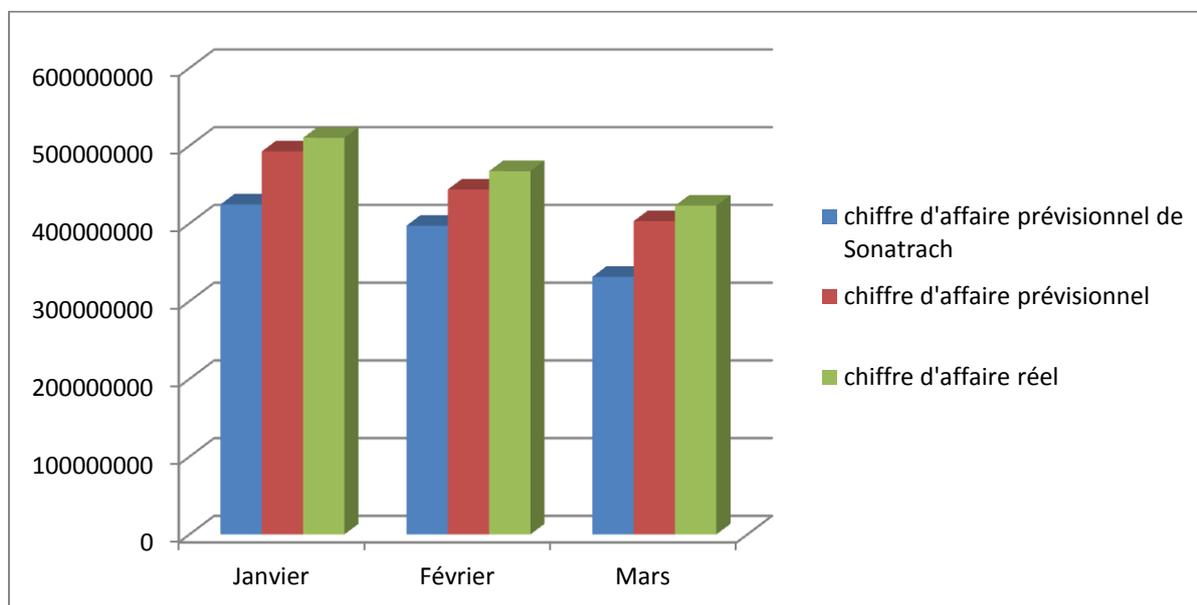
Source : Réalisé par nos soins à partir des données de Sonatrach.

Analyse des écarts :

Les écarts sur chiffre d'affaires calculé par rapport aux prévisions de Sonatrach sont favorables, avec un taux de réalisation total de 121.46%. Mais en comparant avec le taux de réalisation par rapport à nos prévisions nous constatons que le chiffre d'affaires calculé par rapport à nos prévisions est plus proche de chiffre d'affaire réel.

La figure suivante nous montre la comparaison entre le chiffre d'affaire prévisionnel (par rapport à nos prévisions) et le chiffre d'affaire prévisionnel de Sonatrach par rapport au chiffre d'affaire réel.

Figure.5.5 : comparaison entre le chiffre d'affaires prévisionnel de gaz de Sonatrach et notre chiffre d'affaire par rapport au chiffre d'affaires réel.



b. Le chiffre d'affaire lié au pétrole

Pour calculer l'écart sur chiffre d'affaire par rapport aux quantités transportées de pétrole, on utilise les données du tableau.5.2.

Tableau.5.12 : les écarts sur chiffre d'affaires prévisionnel lié au pétrole par rapport au chiffre d'affaire réel.

Mois	Chiffre d'affaire prévisionnel (DA)	Chiffre d'affaire réel (DA)	Les écarts (DA)	Taux de réalisation%
Janvier	1 233 931 860	601 568 856	-632 363 004	48,75%
Février	929 624 472	508 778 928	-420 845 544	54,72%
Mars	1 060 155 432	785 478 708	-274 676 724	74,09%
Total	3 223 711 764	1 895 826 492	-1 327 885 272	58,80%

Analyse des écarts :

Les écarts sur chiffre d'affaires liés au pétrole, sont défavorables pour l'entreprise, avec un taux de réalisation de 58.80%.

Tableau. 5.13 : les écarts sur chiffre d'affaires prévisionnel de Sonatrach lié au pétrole par rapport au chiffre d'affaire réel.

Mois	Chiffre d'affaire prévisionnel (DA)	Chiffre d'affaire réel (DA)	Les écarts (DA)	Taux de réalisation%
Janvier	650 917 512	601 568 856	-49 348 656	92,41%
Février	587 925 324	508 778 928	-79 146 396	86,53%
Mars	650 917 512	785 478 708	134 561 196	120,67%
Total	1 889 760 348	1 895 826 492	6 066 144	100,32%

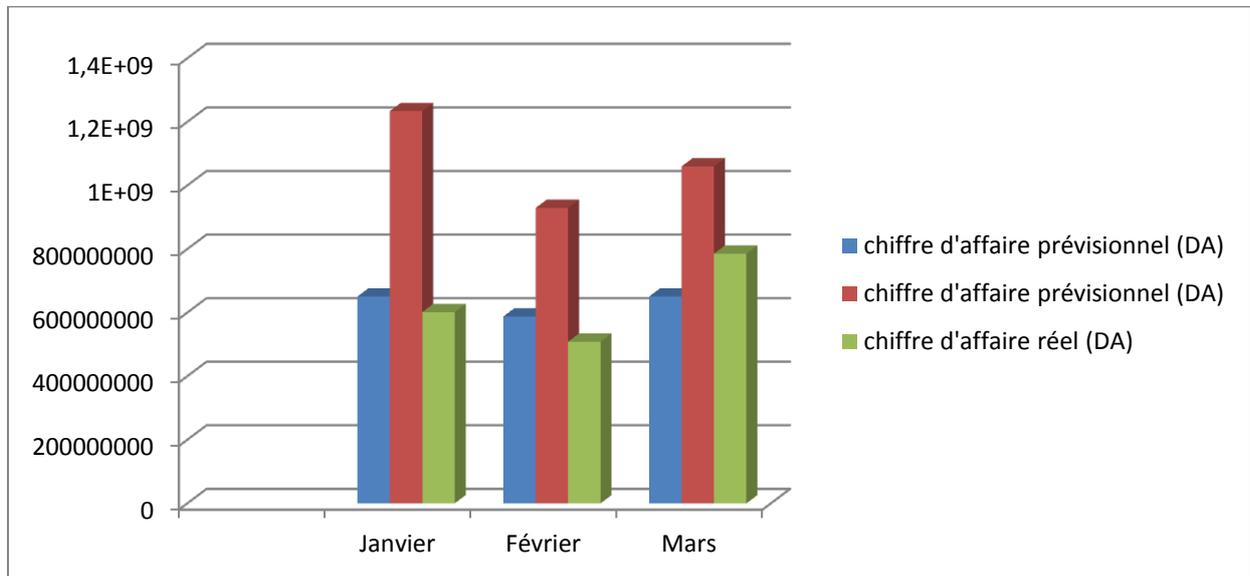
Analyse des écarts :

L'es écarts sur chiffre d'affaires liés au pétrole sont défavorables pour les mois de janvier et février, mais avec des taux très proche des réalisations (92.41%, 86.53%). pour le mois de mars l'écart sur chiffre d'affaires est favorable, avec un taux de réalisation de 120.67%, le taux de réalisation total est de 100.32%.

Nous constatons, que les écarts de chiffre d'affaires de Sonatrach sont plus proche de chiffre d'affaires réel donc il est favorable. Par contre les écarts sur chiffre d'affaires par rapport à nos prévisions sont défavorables.

La figure ci-après nous montre la différence entre le chiffre d'affaires calculé par rapport à nos prévisions et le chiffre d'affaires prévisionnel de Sonatrach avec les réalisations durant le premier trimestre de l'année 2013.

Figure. 5.6: comparaison entre le chiffre d'affaire prévisionnel de pétrole de Sonatrach et notre chiffre d'affaire par rapport au chiffre d'affaire réel.



Conclusion

Les bonnes décisions dépendent des bonnes prévisions, cela signifie que les dirigeants de l'entreprise ont donc besoins d'établir des prévisions afin de d'engager des actions, et adapter leurs organisations à l'environnement. Cette démarche permettra de préparer l'entreprise à exploiter les atouts et affronter les difficultés qu'elle rencontra dans l'avenir.

Dans ce chapitre, nous avons procédé à la méthode suivie par l'entreprise Sonatrach à fin de préparer son budget. Ensuite nous avons passé au contrôle budgétaire ou nous avons calculé les écarts sur quantité et sur chiffre d'affaire. Notamment, nous avons comparé nos prévisions calculés à partir de la modélisation statistique et les prévisions de la Sonatrach par rapport aux réalisations du premier trimestre de l'année 2013.

Conclusion générale

Tout au long de ce travail, nous avons tenté d'apporter des éléments de réponse afin de confirmer ou infirmer nos hypothèses, que nous jugeons essentiels à notre thème '*l'élaboration d'un modèle prévisionnel des hydrocarbures transportés par canalisation, pour la répartition budgétaire*', au sein de l'entreprise 'Sonatrach de Bejaia' dont son activité principale est le transport des hydrocarbures par canalisation.

Pour atteindre cet objectif, nous avons adopté une méthodologie basée d'abord sur une recherche documentaire qui nous a permis de prendre connaissance des théories déjà élaborées et de compléter les informations et les données indispensables pour réaliser notre étude, nous avons aussi eu des entretiens avec le chef de département budget, chef de département exploitation liquide et exploitation gaz. Les informations recueillies par ces entretiens libres nous ont permis d'avoir des précisions sur les techniques de prévision, l'élaboration des budgets, le suivi et le contrôle budgétaire de Sonatrach de Bejaia.

Toute entreprise qui se veut prospère doit se doter de bonnes techniques de gestion prévisionnelles, tel que la gestion budgétaire qui s'appuie sur des prévisions en fonction des conditions intérieures à l'entreprise, elle traduit un programme d'actions chiffrées appelé '*budget*'. Ce dernier est censé remplir de multiples rôles. D'une part, il contribue à organiser les processus décisionnels, il permet de planifier et d'organiser l'allocation des ressources ainsi que de coordonner les actions. D'autre part, le budget contribue à orienter les comportements, en les faisant converger vers les objectifs de la direction générale.

Alors la gestion budgétaire s'insère dans une démarche globale de planification de l'activité de l'entreprise qui nécessite une organisation dans les centres de responsabilité, chaque centre établit ses prévisions à court terme à l'aide des techniques de prévision. Pour que l'entreprise soit informée sur le degré de réalisation des plans et des budgets établis elle doit mettre en place un système de contrôle budgétaire qui est une comparaison périodique des prévisions budgétaires et des réalisations afin d'analyser les écarts et de prendre des mesures correctives nécessaires (Béatrice, Grandguillot F., 2009).

Après l'étude et l'analyse du système budgétaire de l'entreprise Sonatrach (DRGB), durant le stage pratique qui a été d'une durée de 30 jours, nous avons enregistré des limites et

des insuffisances. D'une part, l'entreprise en vue de préparer son budget, ne donne pas une grande importance aux chiffres d'affaires réalisés par son activité principale qui le transport des hydrocarbures par canalisation, il représente 3% des impôts et taxes. D'autre part, Sonatrach n'exerce pas sa gestion budgétaire d'une manière libre, contrairement à une entreprise qui se fixe elle-même ses propres objectifs, car la direction régionale de Bejaia est une des sept branches de transport par canalisation (RTC), et toutes les décisions sont prises par la direction générale.

Dans notre étude, nous avons proposé une méthode de prévision par la modélisation des séries chronologiques des quantités transportées pour deux produits pétrole et condensat, pour l'année 2013. Cette modélisation a été faite avec le logiciel R, et en appliquant la méthode de Box & Jenkins.

Pour conclure nous disons, que dans le cadre de ce mémoire nous avons présenté, dans la première partie les différentes notions de la gestion budgétaire, et nous avons proposé un état de l'art sur le contrôle budgétaire, aussi nous avons présenté les outils statistiques nécessaires à l'analyse de nos données et à la prévision, notamment la méthode de Box & Jenkins. Dans la deuxième partie, tout d'abord nous avons procédé à la modélisation statistique, afin de calculer les quantités prévisionnelles des deux produits, en suite nous avons élaboré la gestion budgétaire au sein de Sonatrach de Bejaia. En fin nous sommes passés au contrôle budgétaire par l'analyse et le calcul des écarts sur quantités et sur chiffre d'affaires.

Comme perspectives, nous proposons :

- la décentralisation de système de gestion de la direction régionale de Bejaia ;
- donner plus d'importance au système budgétaire prévisionnel.
- Faire une étude comparative entre le chiffre d'affaire réalisé par l'entreprise avant 2011 en transportant le pétrole le gaz et le condensat, et le chiffre d'affaire réalisé en transportant juste le pétrole et le gaz.

Enfin, nous pouvons dire que ce travail nous a permis de forger notre idée de la vie active et professionnelle.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages

1. Akaike, H., ''*A new look at the bayes procedure*'', Biometrika 65, 1978, P. 53-59.
2. Alain Burland, Robert Taller, Stéphane Chalelain-Pouray, Sphie Mgon, Elisabeth Wlliser, '' *Contrôle budgétaire* '', Edition Vuibert, Paris, septembre, 2004.
3. Alazard C. ; Sépari S., '' *contrôle de gestion, manuel et application* '', 2^{éd} Dunod, Paris, 2010.
4. Béatrice ; Grandguillot F., ''*l'essentiel du contrôle de gestion*'', 4^{ed} l'extenso, Paris, 2009.
5. Bouquin H., ''*Le contrôle de gestion*'', 8ème édition. Paris: Puf Gestion, 2008.
6. Bouquin H., ''*Le contrôle de gestion*'', PUF, Paris, 2006.
7. Bourbonnais R., Terraza M., ''*Analyse des séries temporelles, application à l'économie et à la gestion*'', Dunod, Paris, 2004.
8. Box G.E.P et Jenkins G.M., '' *time Series Analysis, Forecasting and control*'', Holden-Day, San Francisco, 1970.
9. Brigitte D., « *Contrôle de gestion en 28 fiches* », 5^{ème} édition, DUNOD, 2008.
10. Chrutian Et Christian R., '' *comptabilité analytique, contrôle de gestion* '', édition Dunod, Paris 1990.
11. Forget J., '' *Gestion budgétaire: prévoir et contrôler les activités de l'entreprise* '', édition, d'organisation, 2005.
12. Gervais M., '' *Contrôle de gestion* '', 6^{ème} édition, economica, 1997.
13. Gervais M., ''*contrôle de gestion par le système budgétaire* '', Vuibert, Paris, 1987.
14. Gervais M., ''*Contrôle de gestion par système budgétaire* ''. Edition Vuibert, Paris, 1987.
15. Gervais M., ''*Animation et gestion budgétaire*'', in Encyclopédie de comptabilité, contrôle de gestion et audit, coord. Colasse, B., éd. Economica, 2000.

BIBLIOGRAPHIE

16. Gervais, M., ‘*Contrôle de gestion*’. 8ème édition. Paris: Economica Gestion, 2009.
17. Hamini A., ‘*Gestion budgétaire et comptabilité prévisionnelle*’, Edition Berti, P.95.
18. Leurion J., ‘*comptabilité analytique, contrôle de gestion*’, Edition Faucher, Paris, 1987.
19. Marin J.M., ‘*Initiation au logiciel R*’, Université Paris Dauphin, Paris, 2005.
20. Meyer J., ‘*gestion budgétaire*’, édition Dunod, Paris, 1969.
21. Quenouille M.H., ‘*Approximate tests of correlation in times series*’. Fournal of the royal statistical society, series B, 1949.
22. Taladidia T., ‘*Econométrie des modèles dynamiques*’, édition L’harmattan, Paris, 2002.

Articles, memoires, revues

1. Abdelaâli H., ‘*Proposition d’un système de prévision des ventes*’, Master en contrôle de gestion, Institut Supérieur du Commerce et Administration des Entreprises, Casablanca, 2005.
2. Anderson O.D., ‘*Prévisions officielles dans le gouvernement anglais*’, Revue de statistique appliquée, vol. xxv N°1, 1977.
3. Berland N., ‘*Fonctions du contrôle budgétaire et turbulence*’, 21ème congrès l’Association Française de Comptabilité, Angers, 2000.
4. Berland N., ‘*La gestion sans budget : évaluation de la pertinence des critiques et interprétation théorique*’, Finance, Contrôle, Stratégie, vol. 7, n° 4, P. 37-58, 2004.
5. Berland N., ‘*les rôles du contrôle budgétaire : un modèle d’interprétation*’, revue française de gestion, septembre-octobre 2001, P. 111-120.
6. Boscos P.-L., Cauvin E., Langevin P., Mendoza C., ‘*Critiques du budget: une approche contingente*’, Comptabilité, Contrôle, Audit, vol. 10, n° 1, P. 165-185, 2004.
7. Hidra Y., ‘*Calcul des besoins en composants pour la gestion des stocks des huiles brutes cas du complexe agroalimentaire COGB-Labelle de Bejaia*’, 2009/2010.

BIBLIOGRAPHIE

8. Ktlyne T., ‘*Application de la méthodologie de box Jenkins aux séries de ministère de la santé*’, thèse de doctorat, Université de Québec, avril 2011.
9. Mohamed B., ‘*Analyse des séries temporelles*’, Master M2-AE PRO, Econométrie Bancaire et Financière, Octobre 2006.
10. Sponem S., ‘*Diversité des pratiques budgétaires des entreprises françaises : proposition d'une typologie et analyse des déterminants*’, Thèse de sciences de gestion, Université Paris Dauphine, Paris, 2004.
11. Schwartz G., ‘*Estimating the dimension of the model*’, the annal of statistics, vol.14, P.456-471.
12. Van Der Stede W. A., ‘*Measuring tight budgetary control*’, Management Accounting Research, vol. 12, n° 1, 2001, P. 119-137.

Dictionnaires et encyclopédies

1. Ardoin J-L., ‘*plans et budgets*’, encyclopédie de gestion, Economica, Paris, 1989.
2. Boyer A., ‘*l'essentiel de la gestion de A à Z*’, Organisation, Paris, 2001.
3. Bruno A., ‘*Dictionnaire d'économie et de sciences sociales*’, Ellipses, Paris, 2005.
4. Martinet A-C. ; Silem A., ‘*lexique de gestion*’, 6^{éd}Dalloz, Paris, 2003.

ANNEXES

NB : Les annexes N°1, N°2 et N°4, sont réalisés par nos soins à partir des données de Sonatrach.

Annexe N°1 : Quantités des hydrocarbures transportées par canalisation entre 2000-2013.

Tableau. 6.1 : Quantités de pétrole transportées par canalisation.

Années	Mois	Pétrole brute	Moyenne	Variance
2000	janvier	527956	487 156	3 329 280 000
2000	février	446 356	454 259,3333	4 911 212 033
2000	mars	388 466	454 315,25	3 274 153 862
2000	avril	454 483	455 274	2 460 211 405
2000	mai	459 109	443 891	2 745 605 258
2000	Juin	386 976	447 490,2857	2 378 688 385
2000	juillet	469 086	447 924,125	2 040 381 491
2000	aout	450 961	444 998,6667	1 862 358 563
2000	septembre	421 595	441 673,9	1 765 970 567
2000	octobre	411 751	436 484,7273	1 885 576 160
2000	novembre	384 593	436 254,5833	1 714 795 740
2000	décembre	433 723	434 614,3846	1 606 869 369
2001	janvier	414 932	43 346,9286	1 502 019 896
2001	février	418 410	431 948	1 428 885 742
2001	mars	410 823	430 451	1 369 482 837
2001	avril	407 996	430 231	1 284 712 959
2001	mai	426 711	424 646,5556	1 770 489 964
2001	Juin	329 711	426 536,1579	1 739 970 754
2001	juillet	460 549	430 904,2	2 029 989 182
2001	aout	513 897	429 509,619	1 969 331 700
2001	septembre	401 618	435 046	2 549 887 309
2001	octobre	551 310	433 898,2609	2 464 281 358
2001	novembre	408 648	435 691,4583	2 434 312 062
2001	décembre	476 935	438 878,8	2 586 861 065
2002	janvier	515 375	436 683,6154	2 608 676 345
2002	février	381 804	436 446,3704	2 509 862 340
2002	mars	430 278	437 579,0357	2 452 826 537
2002	avril	468 161	440 180,3103	2 561 457 851
2002	mai	513 016	440 560,0667	2 477 458 164
2002	Juin	451 573	440 430,1935	2 395 399 103
2002	juillet	436 534	440 654,75	2 319 741 784
2002	aout	447 616	441 332,7273	2 262 418 408
2002	septembre	463 028	445 033,5294	2 659 522 114

ANNEXES

2002	octobre	567 160	447 284,1429	2 758 585 006
2002	novembre	523 805	447 239,7222	2 679 839 327
2002	décembre	445 685	447 970,7568	2 625 172 571
2003	janvier	474 288	448 365,6053	2 560 146 364
2003	février	462 975	449 981,7436	2 594 638 312
2003	mars	511 395	451 557,775	2 627 464 124
2003	avril	513 023	453 739,1463	2 756 871 139
2003	mai	540 994	454 299,4286	2 702 814 859
2003	Juin	477 271	455 977	2 759 474 698
2003	juillet	526 435	458 206,2955	2 913 970 230
2003	aout	554 066	458 407,7778	2 849 570 414
2003	septembre	467 273	460 757,6739	3 040 259 172
2003	octobre	566 503	461 800,4043	3 025 269 050
2003	novembre	509 766	460 582,3958	3 032 111 760
2003	décembre	403 336	458 198,4286	3 247 424 461
2004	janvier	343 768	457 782,64	3 189 794 499
2004	février	437 409	457 449,1373	3 131 671 037
2004	mars	440 774	457 025,3846	3 079 603 170
2004	avril	435 414	456 230,4717	3 053 870 019
2004	mai	414 895	455 049,2222	3 071 598 748
2004	Juin	392 443	455 014,4364	3 014 783 843
2004	juillet	453 136	454 317,7321	2 987 151 810
2004	aout	415 999	452 310,8947	3 163 371 407
2004	septembre	339 928	452 376,1207	3 108 120 420
2004	octobre	456 094	450 086,8136	3 363 746 837
2004	novembre	317 307	448 529,9833	3 452 157 400
2004	décembre	356 677	448 868,6721	3 401 618 760
2005	janvier	469 190	445 526,6774	4 038 328 094
2005	février	241 665	445 907,0635	3 982 309 465
2005	mars	469 491	445 396	3 935 814 101
2005	avril	413 199	444 704,1231	3 905 432 094
2005	mai	400 424	445 508,6515	3 888 068 080
2005	Juin	497 803	445 908,1045	3 839 848 657
2005	juillet	472 272	445 836,5735	3 782 885 417
2005	aout	441 044	445 420,3623	3 739 207 741
2005	septembre	417 118	444 731,1143	3 718 270 724
2005	octobre	397 173	444 211,7746	3 684 302 241
2005	novembre	407 858	442 606,2917	3 817 996 103
2005	décembre	328 617	442 500,1644	3 765 790 579
2006	janvier	434 859	441 965,2162	3 735 380 952
2006	février	402 914	442 757,08	3 731 931 450
2006	mars	501 355	442 070,5	3 717 998 164
2006	avril	390 577	440 849,3377	3 783 902 419

ANNEXES

2006	mai	348 041	440 451,6282	3 747 098 309
2006	Juin	409 828	440 312,8861	3 700 579 288
2006	juillet	429 491	440 486,5625	3 656 149 592
2006	aout	454 207	440 173,9012	3 618 366 044
2006	septembre	415 161	440 203	3 573 764 291
2006	octobre	442 560	440 420,6747	3 534 114 529
2006	novembre	458 270	440 855,369	3 507 407 406
2006	décembre	476 935	440 855,369	3 507 407 406
2007	janvier	424 157	440 855,369	3 507 407 406
2007	février	428 349	440 855,369	3 507 407 406
2007	mars	426 385	440 549,9412	3 473 581 882
2007	avril	414 894	440 464,186	3 433 348 652
2007	mai	433 175	439 573,2644	3 462 481 498
2007	Juin	362 954	439 626,1364	3 422 928 860
2007	juillet	444 226	439 457,7416	3 386 555 697
2007	aout	424 639	439 755,4111	3 356 479 153
2007	septembre	466 248	439 616,8462	3 320 932 162
2007	octobre	427 146	439 555,663	3 284 782 793
2007	novembre	433 988	439 797,0538	3 254 497 694
2007	décembre	462 005	439 797,0538	3 254 497 694
2008	janvier	419 675	438 909,2872	3 293 587 259
2008	février	356 347	438 909,2872	3 293 587 259
2008	mars	417 069	438 831,7789	3 259 119 813
2008	avril	431 546	438 610,9375	3 229 495 299
2008	mai	417 631	438 114,5052	3 219 759 895
2008	Juin	390 457	438 343,7347	3 191 716 020
2008	juillet	460 579	438 106,0707	3 164 739 422
2008	aout	414 815	437 711,91	3 148 308 624
2008	septembre	398 690	438 302,5248	3 152 056 942
2008	octobre	497 364	438 761,6176	3 142 346 618
2008	novembre	485 130	439 253,1942	3 136 428 989
2008	décembre	489 394	439 345,9519	3 106 873 038
2009	janvier	448 900	439 114,2857	3 082 634 528
2009	février	415 021	440 017,566	3 139 763 131
2009	mars	534 862	440 152,8785	3 112 101 836
2009	avril	454 496	440 021,787	3 084 872 750
2009	mai	425 995	441 174,4679	3 201 134 486
2009	Juin	565 664	441 949,3273	3 237 811 057
2009	juillet	526 409	442 677,4054	3 267 217 263
2009	aout	522 766	443 632,6696	3 339 986 207
2009	septembre	549 667	445 466,2124	3 690 057 229
2009	octobre	650 823	447 886,5	4 325 190 157
2009	novembre	721 379	450 500,0174	5 072 754 305

ANNEXES

2009	décembre	748 441	453 372,0086	5 985 450 098
2010	janvier	783 651	454 798,6923	6 171 996 272
2010	février	620 294	454 444,3983	6 134 056 028
2010	mars	412 992	454 291,0336	6 084 871 469
2010	avril	436 194	453 704,8083	6 074 977 305
2010	mai	383 944	453 379,9008	6 037 125 845
2010	Juin	414 391	452 083,6393	6 192 228 090
2010	juillet	295 236	452 013,7724	6 142 072 534
2010	aout	443 490	450 427,0645	6 404 324 565
2010	septembre	255 262	44 8284,64	6 926 424 637
2010	octobre	182 624	448 086,0159	6 875 984 135
2010	novembre	423 258	447 954,4016	6 823 612 767
2010	décembre	431 371	450 577,0313	7 650 291 394
2011	janvier	783 651	451 892,6667	7 813 809 147
2011	février	620 294	451 593,4308	7 764 877 459
2011	mars	412 992	451 475,8779	7 706 957 880
2011	avril	436 194	450 964,2727	7 682 675 796
2011	mai	383 944	450 689,2857	7 634 530 882
2011	Juin	414 391	449 529,1866	7 757 469 618
2011	juillet	295 236	449 484,4519	7 699 848 215
2011	aout	443 490	448 056,3456	7 920 182 603
2011	septembre	255 262	446 118,8832	8 376 211 149
2011	octobre	182 624	445 953,2246	8 318 858 023
2011	novembre	423 258	445 848,3165	8 260 106 236
2011	décembre	431 371	448 535,2857	9 211 453 475
2012	janvier	822 024	449 939,922	9 423 850 809
2012	février	646 589	453 680,6127	11 343 987 879
2012	mars	981 118	456 062,7622	12 075 573 665
2012	avril	794 328	457 693,4861	12 374 062 584
2012	mai	690 887	461 486,0069	14 373 697 611
2012	Juin	1 007 609	46 5863	17071 646 681
2012	juillet	1 100 527	469 922,9796	19 377 782 435
2012	aout	1 062 680	473 568,0135	21 212 329 084
2012	septembre	1 009 388	477 755,1879	23681 334 533
2012	octobre	1 097 457	481 497,2867	25 622 894 857
2012	novembre	1 039 070	485 123,1589	27 437 264 969
2012	décembre	1 029 004	485 123,1589	27 437 264 969

Tableau.6.2 : Les quantités transportées de gaz par canalisation entre 2000-2012.

Années	Années	GAZ	Moyenne	Variance
2000	janvier	485122	452173,5	2171207305
2000	février	419225	425655,333	3195243142
2000	mars	372619	405643,25	3732096012
2000	avril	345607	387217,6	4496594899
2000	mai	313515	373648,333	4702025906
2000	Juin	305802	371653	3946224408
2000	juillet	359681	363845,25	3870165744
2000	aout	309191	356005,333	3939573666
2000	septembre	293286	352957,1	3594760523
2000	octobre	325523	353050,545	3235380524
2000	novembre	353985	356368,667	3073374162
2000	décembre	392868	366143,385	4059346091
2001	janvier	483440	370641,357	4030333296
2001	février	429115	370900,667	3743460967
2001	mars	374531	371370,375	3497426918
2001	avril	378416	369521,471	3336951343
2001	mai	339939	367047,389	3250839532
2001	Juin	324988	367051,684	3070237687
2001	juillet	367129	366202,8	2923058317
2001	aout	350074	363292,619	2954757618
2001	septembre	305089	361614,727	2875991932
2001	octobre	326379	364000,478	2876176605
2001	novembre	416487	371134,667	3972644909
2001	décembre	535221	376076,6	4417685665
2002	janvier	494683	378110,615	4348545922
2002	février	428961	379691,704	4248789843
2002	mars	420800	379465,821	4092855894
2002	avril	373367	377538,138	4054445416
2002	mai	323563	376733,967	3934037696
2002	Juin	353413	376585,161	3803589540
2002	juillet	372121	376213,531	3685312588
2002	aout	364693	376042	3571117528
2002	septembre	370553	376334,353	3465807833
2002	octobre	385982	378800,143	3576676506
2002	novembre	462637	382750,667	4036324730
2002	décembre	521019	386864	4550226509
2003	janvier	534944	389702,816	4733484668
2003	février	494739	390802,077	4656045908
2003	mars	432574	391305,9	4546813623
2003	avril	410955	390417,951	4465469857

ANNEXES

2003	mai	354900	390329,405	4356885258
2003	Juin	386699	391432,814	4305502904
2003	juillet	437776	391996,295	4219345432
2003	aout	416226	392379,933	4130074228
2003	septembre	409260	392939,022	4052673474
2003	octobre	418098	393927,66	4010509901
2003	novembre	439405	396618,292	4272675953
2003	décembre	523078	399560,224	4607755339
2004	janvier	540773	400784,18	4588622870
2004	février	460758	402673,078	4678815215
2004	mars	497118	403479,077	4620854685
2004	avril	444585	404341,283	4571392261
2004	mai	449176	403988,981	4491841861
2004	Juin	385317	404718,273	4437912219
2004	juillet	444100	405751,625	4417020653
2004	aout	462586	405738,789	4338154675
2004	septembre	405020	405357,707	4270469686
2004	octobre	383636	406318,525	4251308061
2004	novembre	462046	408141,783	4378708157
2004	décembre	515714	410341,459	4600882647
2005	janvier	542322	412041,839	4704718390
2005	février	515765	412949,302	4680715634
2005	mars	469212	413320,797	4615251120
2005	avril	436725	413157,708	4544866697
2005	mai	402720	413348,045	4477336749
2005	Juin	425720	414212,478	4459563592
2005	juillet	471265	415051,485	4440870446
2005	aout	471265	414854,072	4378252583
2005	septembre	401430	414922,243	4315124952
2005	octobre	419626	415474,099	4275102987
2005	novembre	454104	417283,153	4450523016
2005	décembre	545726	419244,205	4669448318
2006	janvier	560440	419757,568	4624985280
2006	février	457233	420800,64	4644085486
2006	mars	497988	420606,408	4585031531
2006	avril	406039	420651,455	4524858417
2006	mai	424075	420582,179	4466468347
2006	Juin	415248	420868,873	4415699211
2006	juillet	443231	421024,788	4361749021
2006	aout	433342	420636,679	4319428042
2006	septembre	389588	420356,317	4272547201
2006	octobre	397647	420357,024	4220443008
2006	novembre	420415	421637,345	4307288964

ANNEXES

2006	décembre	527904	423131,635	4445808450
2007	janvier	548652	423757	4427137789
2007	février	476913	424859,092	4481330223
2007	mars	519639	425406,443	4456184897
2007	avril	473026	425210,888	4408949967
2007	mai	408002	424902,722	4367958137
2007	Juin	397476	424853,033	4319649950
2007	juillet	420381	424722,674	4273744669
2007	aout	412860	424350,925	4240143286
2007	septembre	390150	424347,223	4194551635
2007	octobre	424003	425300,105	4236187210
2007	novembre	514871	427401,885	4615673828
2007	décembre	627071	429558,485	5018733109
2008	janvier	636592	430938,837	5153720067
2008	février	564833	432164,96	5249965437
2008	mars	552325	432906,86	5251977104
2008	avril	506355	432836,594	5199956000
2008	mai	425810	432872,078	5148599720
2008	Juin	436456	433207,01	5109677685
2008	juillet	467370	433516,279	5070016493
2008	aout	465371	433371,962	5023453210
2008	septembre	418363	433207,472	4978478843
2008	octobre	415936	434259,327	5049896839
2008	novembre	545756	436766,407	5681530320
2008	décembre	705024	439262,321	6307948341
2009	janvier	708821	441124,664	6631592425
2009	février	644120	442594,55	6811127891
2009	mars	604282	443697,589	6886036404
2009	avril	566135	443908,345	6829573173
2009	mai	467513	443663,605	6775962800
2009	Juin	416008	443886,661	6722246217
2009	juillet	469315	444333,802	6686984355
2009	aout	495755	444122,88	6634543015
2009	septembre	419656	444063,246	6578257160
2009	octobre	437086	444184,782	6524266960
2009	novembre	458526	445469,625	6667539922
2009	décembre	598366	446973,826	6885754350
2010	janvier	627478	447831,189	6918525796
2010	février	551572	448529,122	6921731230
2010	mars	533677	448707,605	6869407154
2010	avril	470661	448754,408	6814282526
2010	mai	454558	448761,873	6759775287
2010	Juin	449695	449107,189	6721270152

ANNEXES

2010	juillet	492617	449736,742	6719077933
2010	août	529690	449766,922	6666702636
2010	septembre	453630	448764,515	6745649369
2010	octobre	319454	448343,916	6716934158
2010	novembre	393666	448280,523	6666190322
2010	décembre	439976	448888,827	6664903425
2011	janvier	529185	448159,739	6686021708
2011	février	351191	447349,415	6724770394
2011	mars	338766	446109,11	6884173602
2011	avril	278668	444004,015	7440660299
2011	mai	157711	443348,377	7445669715
2011	Juin	353526	443503,597	7395064561
2011	juillet	464924	443988,75	7374814922
2011	août	511425	443910,113	7323009575
2011	septembre	432901	443743,176	7275030607
2011	octobre	420205	443599,266	7226759553
2011	novembre	423164	444345,944	7256506963
2011	décembre	551121	444977,731	7263991926
2012	janvier	535955	446425,651	7519980242
2012	février	656374	446235,088	7473811682
2012	mars	418413	446024,236	7429549290
2012	avril	415029	445934,483	7380549924
2012	mai	432651	446183,253	7340299018
2012	Juin	483250	447076,159	7411753035
2012	juillet	581012	448004,48	7493659210
2012	août	588181	447756,686	7453753305
2012	septembre	410092	447987,831	7413263870
2012	octobre	483353	448715,948	7447299769
2012	novembre	560846	450318,199	7799736828
2012	décembre	698667	450318,199	7799736828

ANNEXES

Annexe N°2 : La répartition des charges d'exploitations au sein de la Sonatrach(DRGB).

Tableau. 6.3 : Charges de 2009.

Désignation	Charges OB1	Charges GG1	Totales des charges	pourcentage
60-Achats consommés	76063223,2	19015805,8	95079029	0,87%
61-Services extérieurs	231110286,5	174346356,5	405456643	3,70%
62-Autres services extérieurs	1678964529	1613122783	3292087312	30,07%
63-Frais du personnel	2224771179	1197953712	3422724890	31,26%
64-Impôts et taxes	80797937,79	179840571,2	260638509	2,38%
65-Autres charges opérationnelles	1102998,4	242121,6	1345120	0,01%
66-Charges financières	20762648,48	16313509,52	37076158	0,34%
68-DOT AMORT&PRO	238421742,7	3167603152	3406024895	31,11%
72-Autoconsommation	4879131,12	22227152,88	27106284	0,25%
total des charges			10 947 538 840	100,00%

Tableau. 6.4 : Charges 2010.

DESIGNATION	CHARGES STC OB1/OG1	CHARGES STC GG1	CHARGES TOTALES	pourcentage
60-Achats consommés	277563896	68080025	345643921	2,60%
61-Services extérieurs	798500666	583636175	1382136841	10,41%
62-Autres services extérieurs	1576106079	1510851236	3086957315	23,27%
63-Frais du personnel	2413915540	1261886684	3675802225	27,71%
64-Impôts et taxes	56880564	122784241	179664805	13,54%
65-Autres charges opérationnelles	26595224	55967280	321919504	2,42%
66-Charges financières	12657721	6815696	19473417	0,14%
68-DOT AMORT&PRO	2885062947	1353519223	4238582170	31,95%
72-Autoconsommation	2553783	11790318	14344100	0,10%
total des charges	8049836420	4975330878	13264524298	100%

ANNEXES

Tableau. 6.5: Charges 2011.

Désignation	Charges OB1	Charges GG1	Totales des charges	pourcentage
60-Achats consommés	233305680,8	58326420,2	291632101	2,30%
61-Services extérieurs	737818629,9	556600019,1	1294418649	10,22%
62-Autres services extérieurs	1252655438	1203531696	2456187134	19,39%
63-Frais du personnel	2227558585	1750224603	3977783188	31,40%
64-Impôts et taxes	77906424,88	173404623,1	251311048	1,98%
65-Autres charges opérationnelles	61046968,04	13400553,96	74447522	0,59%
66-Charges financières	264481,1	142412,9	406894	0,00%
68-DOT AMORT&PRO	301475057,4	4005311477	4306786534	34,00%
72-Autoconsommation	2528954,1	11520790,9	14049745	0,11%
total des charges	4 894 560 220	7772462595	12667022815	100,00%

Tableau.6.6 : Charge 2012.

Désignation	Charges OB1	Charges GG1	Totales des charges	pourcentage
60-Achats consommés	243516327,2	60879081,8	304395409	4,14%
61-Services extérieurs	237441888,1	179122827,9	416564716	5,66%
62-Autres services extérieurs	58285956,9	56000233,1	114286190	25,55%
63-Frais du personnel	2857075703	2244845195	5101920898	45,35%
64-Impôts et taxes	1897511,86	4223494,14	6121006	0,08%
65-Autres charges opérationnelles	50809111,42	11153219,58	61962331	0,84%
66-Charges financières	2325156,6	1252007,4	3577164	0,05%
68-DOT AMORT&PRO	93368729,51	1240470263	1333838993	18,13%
72-Autoconsommation	2584471,68	11773704,32	14358176	0,20%
total des charges	3 547 304 856	3809720027	7 357 024 883	100,00%

Tableau. 6.7 : Pourcentage des charges par nature.

Désignation	2009	2010	2011	2012	Moyenne
60-Achats consommés	0,87%	2,60%	2,30%	4,14%	2,48%
61-Services extérieurs	3,70%	10,42%	10,22%	5,66%	7,50%
62-Autres services extérieurs	30,07%	23,27%	19,39%	25,55%	24,57%
63-Frais du personnel	31,26%	27,71%	31,40%	45,35%	33,93%
64-Impôts et taxes	2,38%	1,35%	1,98%	0,08%	1,45%
65-Autres charges opérationnelles	0,01%	2,43%	0,59%	0,84%	0,97%
66-Charges financières	0,34%	0,15%	0,00%	0,05%	0,13%
68-DOT AMORT&PRO	31,12%	31,95%	34,00%	18,13%	28,80%
72-Autoconsommation	0,25%	0,11%	0,11%	0,20%	0,17%
Total des charges	100%	100%	100 %	100%	100%

ANNEXES

Tableau. 6.8 : Répartition des charges totales par destination

Charges	2009	2010	2011	2012	Moyenne
OB1	41,62%	62%	38,64%	48,21%	47,74%
GG1	58,37%	37,53%	61,35%	51,78%	52,26%

Tableau. 6.9 : Budget d'exploitation des années 2010, 2011, 2012.

DESIGNATION	Budget 2010	Budget2011	Budget 2012	Moyenne
60-Achats consommés	362040000	423844000	361444000	382442667
61-Services extérieurs	1578669000	1322880000	897290000	1266278667
62-Autres services extérieurs	676572000	445650000	565211000	562477667
63-Frais du personnel	3240058000	4135005000	3029318000	3468127000
64-Impôts et taxes & versements assimilés	276988000	268336000	233243000	259522333
65-Autres charges opérationnelles	0	0	0	0
66-Charges financières	0	0	0	0
68-DOT AMORT&PRO	2329766000	4012197000	4543676000	3628546333
72-Autoconsommation	31000000	11118000	2596000	14904667
total des charges	8495093000	10619030000	9632778000	9582299334

Annexe N°3 : Les fiches techniques.

1/7

FICHE TECHNIQUE-PROJET

STRUCTURE
DIRECTION REGIONALE BEJAIA

Intitulé	Réhabilitation du bac 4E2(35 000 m3) au terminal marin de Bejaia	Rubrique	Installations de production
Localisation	TM nord Béjaia		
Département Responsable	PTO		
Finalité	Réhabilitation du bac suite à une fuite qui s'est déclarée le 02/10/08 sur ce dernier		
Opportunité	Après l'annulation du projet relatif à la réhabilitation de 4 bacs de 35 000 m3 dont il fait partie et suite à la fuite qui s'est déclarée le 02/10/09, il devient impératif de procéder à la réhabilitation de ce bac d'autant plus que ce dernier n'est pas concerné par la consolidation de l'assise.		
Consistance de l'opération	<ul style="list-style-type: none"> - Nettoyage et inspection du fond. - Réfection ou réparation du fond. - Réfection ou réparation du toit. - Réalisation d'un revêtement stratifié sur le fond et refaction peinture sur le toit - Réalisation d'un revêtement adéquat sur le toit - Remplacement de tout équipement défectueux 		

PLANNING DE LA MATURATION (Indiquer les dates)

Nature document d'engagement	C. des charges	Dem. Visa	Appel d'offres	Ouverture Plis tech.	Ouverture Plis Com.	Signature Doc.Eng	Ordre de Sc	Observations
C1 (réhabilitation bac 4E2)	dec.2008	mai-09	juin-09	juil.-09	nov.-09	févr.-10	avr.-10	

STRUCTURE:
DIRECTION REGIONALE BELAJA

FICHE TECHNIQUE-PROJET

PLANNING DES TRAVAUX ET FOURNITURES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Designations des Contrats / Bon. Commande																														
2008																														
2009																														
2010																														
C1 (réhabilitation bae-4A2)																														

* 07 mois pour réparation du fond et du toit et 10 mois pour réfection du fond et réparation du toit.

4

I : Mois début d'exécution

STRUCTURE:
DIRECTION REGIONALE BEJAIA

FICHE TECHNIQUE-PROJET

COÛT*Physique Valorisé*

Unité: Milliers de dinars

Année	Coût global		Cumul à fin 2009		Clôture 2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev
Fournitures																
Tx fait /n même																
Externe	69 850				55 850		14 000									
Total	69 850				55 850		14 000									

Enveloppe Financière

Année	Coût global		Cumul à fin 2009		Clôture 2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev
Total	69 850				50 000		19 850									

STRUCTURE:
DIRECTION REGIONALE BEJAIA

FICHE TECHNIQUE-PROJET

COÛT*Physique Valorisé*

Unité: Milliers de dinars

Année	Coût global		Cumul à fin 2009		Clôture 2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev
Fournitures																
Tx fait /n même																
Externe	69 850				55 850		14 000									
Total	69 850				55 850		14 000									

Enveloppe Financière

Année	Coût global		Cumul à fin 2009		Clôture 2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev	KDA	dt Dev
Total	69 850				50 000		19 850									

STRUCTURE:
DIRECTION REGIONALE BEJAIA

FICHE TECHNIQUE-PROJET

Projet n°:

DEGLOBALISATION

Physique Valorisé

NATURE DE L'INVESTISSEMENT	JANVIER		FEVRIER		MARS		AVRIL		MAI		JUN		JUILLET		AOÛT		SEPTEMBRE		OCTOBRE		NOVEMBRE		DECEMBRE		TOTAL		
	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	
14 000		14 000																								14 000	0

Enveloppe Financière

NATURE DE L'INVESTISSEMENT	JANVIER		FEVRIER		MARS		AVRIL		MAI		JUN		JUILLET		AOÛT		SEPTEMBRE		OCTOBRE		NOVEMBRE		DECEMBRE		TOTAL		
	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	KDA	Dt DEV	
19 850			19 850																							19 850	0

STRUCTURE:
DIRECTION REGIONALE BEJAIA

FICHE TECHNIQUE- PROJET

EXPLICATIONS DES ECARTS

1- Ecart

Déclassement	Initial	Actuel	Ecart	Taux d'évol.
Coût Global	50 000	69 850	19 850	40%
2008				
2009	50 000			
2010		69 850		

2- Causes / Actions

2.1-Déclassement

	Causes	Retards (mois)
Internes	Moyens Internes Insuffisants	
	Siège	
	Commission de marché	
	Faiblesse de l'Engineering	
	Non maîtrise des Prévisions	
Externes	Appels d'offres Infructueux	
	Négociations Infructueuses	
	Partenaires	X
	Financement	

2.2- Explication des écarts *

* Actualisation des prix.

* Expliquer les écarts sur le coût global et sur les Prévisions Initiales.

 <p>الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية SONEELGAZ</p>	<p>Activité Transport par Canalisation Division Exploitation Région Transport Centre</p>	<p>Plan Annuel 2012 à PMT 2012-2016 Volet Exploitation Fiche Technique (Nouvelles Affaires)</p>	<p>Compte Comptable : 81 Sous Compte: 6152151 Compte Analytique : 40 16 30</p>
	<p>009 / PTO / 2012</p>	<p>Intitulé du compte: E/R Matériel et outillage</p>	<p>STC: OBI / DOG1 : 60 % GG1 : 40 %</p>
	<p>Recordement des postes PC au réseau électrique BT de SONEELGAZ</p>	<p>PTO</p>	<p>Assurer l'alimentation électrique des nouveaux postes de Protection Cathodique</p>

Affaire N°:

Intitulé de l'affaire:

Département Responsable:

Finalité:

Durée du contrat:

Affaire Inscrite pour l'exercice:

Planning de la Maturation (Indiquer les dates):

Contrat	Finalisation D.J.A.O	VISA CMC	Lancement AO	Ouverture OT et dépot OF	Finalisation travaux DEO	VISA CMC	Date de Signature	ODS	Observations
	nov-11						févr-12	mars-12	Consultation Fournisseurs

Planning Prévisionnel de Réalisation :

Contrat	Tranche 2011		Tranche 2012		Tranche 2013		Unité :KDA
	Montant	Dont Devis	Montant	Dont Devis	Montant	Dont Devis	
	1 000		500		500		

Déglobalisation Mensuelle

Intitulé de l'Affaire	Exercice 2012												TOTAL
	JANVIER KDA	FEVRIER KDA	MARS KDA	AVRIL KDA	MAI KDA	JUIN KDA	JUILLET KDA	AOUT KDA	SEPTEMBRE KDA	OCTOBRE KDA	NOVEMBRE KDA	DECEMBRE KDA	
Recordement des postes PC au réseau électrique BT de SONEELGAZ			50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	500

Le Chef de Département de la Structure Gestionnaire :

Sous Directeur et ou le Chef de Département Finances et Juridique :

Directeur de la Structure :

Annexe N°4 : Instruction et commande du logiciel R pour la modélisation statistique.

La modélisation sur R de la série Gaz :

```
GG<-c(485122,419225,372619,345607,313515,305802,359681,309191,293286,325523,35
3985,392868,483440,429115,374531,378416,339939,324988,367129,350074,305089,326
379,416487,535221,494683,428961,420800,373367,323563,353413,372121,364693,3705
53,385982,462637,521019,534944,494739,432574,410955,354900,386699,437776,41622
6,409260,418098,439405,523078,540773,460758,497118,444585,449176,385317,444100
,462586,405020,383636,462046,515714,542322,515765,469212,436725,402720,425720,
471265,471265,401430,419626,454104,545726,560440,457233,497988,406039,424075,4
15248,443231,433342,389588,397647,420415,527904,548652,476913,519639,473026,40
8002,397476,420381,412860,390150,424003,514871,627071,636592,564833,552325,506
355,425810,436456,467370,465371,418363,415936,545756,705024,708821,644120,6042
82,566135,467513,416008,469315,495755,419656,437086,458526,598366,627478,55157
2,533677,470661,454558,449695,492617,529690,453630,319454,393666,439976,529185
,351191,338766,278668,157711,353526,464924,511425,432901,420205,423164,551121,
535955,656374,418413,415029,432651,483250,581012,588181,410092,483353,560846,6
98667,718219,646824,587579,525891,453740,521049,600339,614872,517451,517228,58
7975,723474)
```

```
serie<- ts(GG,start=c(2000,1),freq=12)
```

```
plot(GG,main=c(" Série originale: GG1 "),xlab="mois : 01/2000 _
12/2012",xlim=c(0,156),ylab="Quantités en millier contrat mètre _
cube",type="o",pch=22,bty="l",bg=10,cex=0.7,cex.axis=0.8,col.axis="red4",axes=
FALSE);
rug(c(0:156),tck=1,col="grey80");
```

```
abline(v=c(1,12,24,36,48,60,72,84,96,108,120,132,144,156),lty=1,col="blue");ab
line(h=1*c(1,3,5,8,10),lty=1,col="orange")
```

```
axis(1,c(1,12,24,36,48,60,72,84,96,108,120,132,144,156),font=1,las=2);axis(2,p
os=0);box();
```

```
text(6,700000,'2000',col='black')
text(18,700000,'2001',ccol='black')
text(30,700000,'2002',col='black')
text(42,700000,'2003',col='black')
text(54,700000,'2004',col='black')
text(66,700000,'2005',col='black')
text(78,700000,'2006',col='black')
text(90,700000,'2007',col='black')
text(102,700000,'2008',col='black')
text(114,700000,'2009',col='black')
text(126,700000,'2010',col='black')
text(138,700000,'2011',col='black')
text(153,700000,'2012',col='black')
```

```
par(mfrow=c(1,2));
acf(serie,lag=36,col="red",main=c("ACF série originale", "
","Gaz"),xlab="Retards : 1<=>[12
périodes]",ylab="Autocorrélations",axes=FALSE);axis(1,0:36,0:36);axis(2);box()
pacf(serie,lag=36,col="red",main=c("PACF série originale", "
","Gaz"),xlab="Retards : 1<=>[12 périodes]",ylab="Autocorrélations
```

```

partielles", axes=FALSE); axis(1, 0:36, 0:36); axis(2); box()

serie2<-log(serie)

par(mfrow=c(1,2));
acf(serie2, lag=36, col="red", main=c("ACF de différentiation log", "
", "Gaz"), xlab="Retards : 1<=>[12
périodes]", ylab="Autocorrélations", axes=FALSE); axis(1, 0:36, 0:36); axis(2); box()
pacf(serie2, lag=36, col="red", main=c("PACF de différentiation log", "
", "Gaz"), xlab="Retards : 1<=>[12 périodes]", ylab="Autocorrélations
partielles", axes=FALSE); axis(1, 0:36, 0:36); axis(2); box()

serie2<-diff(serie2)

par(mfrow=c(1,2));
acf(serie2, lag=36, col="red", main=c("ACF de différentiations premières", "
", "Gaz"), xlab="Retards : 1<=>[12
périodes]", ylab="Autocorrélations", axes=FALSE); axis(1, 0:36, 0:36); axis(2); box()
pacf(serie2, lag=36, col="red", main=c("PACF de différentiations premières", "
", "Gaz"), xlab="Retards : 1<=>[12 périodes]", ylab="Autocorrélations
partielles", axes=FALSE); axis(1, 0:36, 0:36); axis(2); box()

serie2<-diff(serie2, lag=12)
Attention: là il faut respecter le lag=12 si vous avez les données mentuelles.

par(mfrow=c(1,2));
  acf(serie2, lag=36, col="red", main=c("ACF de différentiation saisonnière", "
", "Gaz"), xlab="Retards : 1<=>[12
périodes]", ylab="Autocorrélations", axes=FALSE); axis(1, 0:36, 0:36); axis(2); box()
  pacf(serie2, lag=36, col="red", main=c("PACF de différentiation saisonnière", "
", "Gaz"), xlab="Retards : 1<=>[12 périodes]", ylab="Autocorrélations
partielles", axes=FALSE); axis(1, 0:36, 0:36); axis(2); box()

serie<- ts(GG, start=c(2000,1), freq=12)
serie2<-log(GG)
serie2<-diff(serie2)
serie2<-diff(serie2, lag=12)

plot(serie, main=c(" Série originale transformée : gaz "), xlab="mois : 01/2000 _
12/2012", xlim=c(0,156), ylab="Quantités en millier contrat mètre
cube", type="o", pch=22, bty="n", bg=10, cex=0.7, cex.axis=0.8, col.axis="red4", axes=
FALSE);
  rug(c(0:156), tck=1, col="grey80");

abline(v=c(1,12,24,36,48,60,72,84,96,108,120,132,144,156), lty=1, col="blue"); ab
line(h=1*c(-2,-1,0,1,2), lty=1, col="orange")

axis(1, c(1,12,24,36,48,60,72,84,96,108,120,132,144,156), font=1, las=2); axis(2, p
os=0); box();

modélisation:

serie<- ts(GG, start=c(2000,1), freq=12)
serie2<-log(serie)

```

```
SARIMA <- arima(serie2,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
```

```
SARIMA
```

```
Call:
```

```
arima(x = serie2, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))
```

```
Coefficients:
```

```
Call:
```

```
arima(x = serie2, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))
```

```
Coefficients:
```

```
          ma1      sma1
-0.4049 -0.8001
s.e.    0.0915   0.0897
```

```
sigma^2 estimated as 0.01422:  log likelihood = 94.97,  aic = -183.94
```

```
a<-residuals(SARIMA)
```

```
par(mfrow=c(1,2));
```

```
acf(a,lag=36,col="red",main=c("ACF des résidus"," ","Gaz"),xlab="Retards :
1<=>[12
périodes]",ylab="Autocorrélations",axes=FALSE);axis(1,0:36,0:36);axis(2);box()
pacf(a,lag=36,col="red",main=c("PACF des résidus"," ","Gaz"),xlab="Retards :
1<=>[12 périodes]",ylab="Autocorrélations
partielles",axes=FALSE);axis(1,0:36,0:36);axis(2);box()
```

```
Box.test(a, lag = 35, type = "Ljung")
```

```
Box-Ljung test
```

```
data: a
```

```
X-squared = 40.4898, df = 35, p-value = 0.2409
```

```
p <- predict(SARIMA, n.ahead=12)
```

```
p
```

```
résultat sur R:
```

```
$pred
```

```
          Jan      Feb      Mar      Apr      May      Jun      Jul      Aug
2013 14.18147 13.98068 14.31761 14.18451 14.09567 14.29590 14.43852 14.37813
          Sep      Oct      Nov      Dec
2013 14.33055 14.46739 14.32662 14.31677
```

```
$se
```

```
          Jan      Feb      Mar      Apr      May      Jun      Jul
```

```

2013 0.1919678 0.2189294 0.2429167 0.2647395 0.2848955 0.3037168 0.3214379
      Aug      Sep      Oct      Nov      Dec
2013 0.3382318 0.3542305 0.3695371 0.3842345 0.3983900

```

```

GGprev<-c(485122,419225,372619,345607,313515,305802,359681,309191,293286,32552
3,353985,392868,483440,429115,374531,378416,339939,324988,367129,350074,305089
,326379,416487,535221,494683,428961,420800,373367,323563,353413,372121,364693,
370553,385982,462637,521019,534944,494739,432574,410955,354900,386699,437776,4
16226,409260,418098,439405,523078,540773,460758,497118,444585,449176,385317,44
4100,462586,405020,383636,462046,515714,542322,515765,469212,436725,402720,425
720,471265,471265,401430,419626,454104,545726,560440,457233,497988,406039,4240
75,415248,443231,433342,389588,397647,420415,527904,548652,476913,519639,47302
6,408002,397476,420381,412860,390150,424003,514871,627071,636592,564833,552325
,506355,425810,436456,467370,465371,418363,415936,545756,705024,708821,644120,
604282,566135,467513,416008,469315,495755,419656,437086,458526,598366,627478,5
51572,533677,470661,454558,449695,492617,529690,453630,319454,393666,439976,52
9185,351191,338766,278668,157711,353526,464924,511425,432901,420205,423164,551
121,535955,656374,418413,415029,432651,483250,581012,588181,410092,483353,5608
46,698667,718219,646824,587579,525891,453740,521049,600339,614872,517451,51722
8,587975,723474)

```

```

plot(GGprev, main=c(" Série : Gaz stc","quantités transportées 2000-2012 &
prévisions 2012-2013"),xlab="mois : 01/2000 _
12/2013",xlim=c(0,168),ylab="Quantités en millier contrat mètre
cube", type="o",pch=22,bty="l",bg=10,cex=0.7,cex.axis=0.8,col.axis="red4",axes=
FALSE);
  rug(c(0:156),tck=1,col="grey80");rug(c(156:168),tck=1,col="grey80");
abline(v=c(1,12,24,36,48,60,72,84,96,108,120,132,144,156,168),lty=1,col="blue"
);abline(h=1*c(1,3,5,8,10),lty=1,col="orange")

axis(1,c("1","12","24","36","48","60","72","84","96","108","120","132","144","
156","168"),font=1,las=2);axis(2,pos=0);box();

```

```

text(6,700000,'2000',col='black')
text(18,700000,'2001',ccol='black')
text(30,700000,'2002',col='black')
text(42,700000,'2003',col='black')
text(54,700000,'2004',col='black')
text(66,700000,'2005',col='black')
text(78,700000,'2006',col='black')
text(90,700000,'2007',col='black')
text(102,700000,'2008',col='black')
text(114,700000,'2009',col='black')
text(126,700000,'2010',col='black')
text(138,700000,'2011',col='black')
text(153,700000,'2012',col='black')

text(164,700000,'prévision',col='blue')
text(164,700000,'2013',col='blue').

```

Annexe N°5 : Les cartes du transport des hydrocarbures RTC Bejaia.



Source : Document interne de Sonatrach.

Résumé

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons présenté dans la première partie, les notions de bases liées à la gestion et le contrôle budgétaire et nous en avons proposée un état de l'art sur le contrôle budgétaire, ou nous avons donnée un aperçu sur les travaux de référence qui ont souligné la diversité des pratiques budgétaires et montre les rôles et les différents critiques qui lui sont adressés. Toute entreprise à besoins d'un système prévisionnel pertinent, pour cela nous avons présenté quelques notions sur les séries chronologiques et la méthode de Box & Jenkins.

La seconde partie de ce mémoire, nous l'avons consacré à la partie pratique, dans la première étape, nous avons procédé à la modélisation statistique, afin de calculer les quantités prévisionnelles des deux produits d'hydrocarbures, pétrole et gaz, transportées par canalisation, on utilisant le logiciel R. dans la deuxième étape, nous avons expliquer la procédure suivie par la Sonatrach, la direction régionale de Bejaia dans l'élaboration de sont budget. Dans la troisième étape, nous avons procédé au contrôle budgétaire, ou on a calculé et interpréter les écarts sur quantités et les écarts sur chiffre d'affaire.

Afin d'améliorer le processus de prévision de l'entreprise Sonatrach, Direction régionale de Bejaia (DRGB), nous avons proposé une méthode de prévision basée sur la modélisation des séries chronologiques et la méthode de Box & Jenkins, qui nous a permis de réduire les écarts défavorables et donc améliorer le système prévisionnel de l'entreprise.

Mots clés : Gestion budgétaire, contrôle budgétaire, prévisions, séries chronologiques, Box & Jenkins, Sonatrach.

Abstract

In this research and in its first step we have presented some basis notions which are related to management and budgetary control and suggested one state of budgetary control art that shows all reference works which underlined the diversity of budgetary practises also which are showed the roles of all kinds critics addressed to this later. All need an forecasting system that's why we are presented some notions in chronological series and Box & Jenkins method.

*The second part of our reacherch is a practical durvey in the first step we are proceded the numirique modelisation in order to compte expectations quantities of Oil and Gaz which are transported with pipe line using **R** software, in the second step we explain the procedure which Sonatrach DR regional of Bejaia elabrat its budget and in third we are proceded to budgetary control, where we calculated and interpreted gaps quantities and turnover gaps.*

In order to improve the process of forecasting Sonatrach D.B we suggested forecasting method based on chronological series and the method of Box & Jenkins which decrease the negative gaps and to improve the forecasting system of the firm.

Key words: budget management, expectations, chronological series, Box & Jenkins, Sonatrach.