

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA.

**FACULTÉ DES SCIENCES ÉCONOMIQUES, COMMERCIALES ET DES
SCIENCES GESTION.**

Département des Sciences Economiques

**Mémoire de fin de Cycle
Pour l'obtention du diplôme de Master en Sciences Economiques**

Option : Economie Appliqué et Ingénierie Financière

Thème

*Etude prévisionnelle de L'Evolution des Accidents de la circulation en
Algérie : cas de l'Autoroute Est-Ouest*

Réalisé par :

1— Berdjah Fatma
2— Berkemal Warda

Encadreur :

Mr: Hidra Younes

Membre du Jury

Président : Mme Bousuira Houria (université de Bejaia)
Examineur : Mr Dermal Ali (université de Bejaia)
Rapporteur : Mr Hidra Younes (université de Bejaia)

Promotion 2016-2017

Promotion 2016-2017

Remerciements

Nous voudrions tout d'abord témoigner toute notre gratitude et notre reconnaissance envers Mr. HIDRA Younes, notre encadreur, qui par son soutien, ses conseils et ses encouragements a donné le jour à ce modeste travail.

Nous remercions tout le personnel du commandements régionaux de la gendarmerie nationale chéraga, et celui du centre national de la prévention et de la sécurité routière, pour leurs aides précieuses dans la collecte de données.

Nous remercions également les membres de jury qui ont accepté d'évaluer notre travail et de l'améliorer avec leurs critiques et orientations.

A cette liste, il faudrait ajouter tous ceux et celles qui au long de ce travail nous ont soutenu. Sans les nommer explicitement, nous les remercions de leurs encouragements.

DÉDICACE

Je tiens à dédier ce modeste travail à :

Mes très chers parents qui m'ont soutenu et encouragé tout au long de mon cursus d'étude

Mes frères et mes sœurs

Toute ma famille, ami(es) et tous ceux qui me sont chers.

Ainsi qu'à toutes les personnes qui m'ont soutenu et aidé dans la réalisation de ce travail.

warda

DÉDICACES

Je tiens à dédier ce modeste travail à :

Mes très chers parents qui m'ont soutenu et encouragé tout au long de mon cursus d'étude

Mon cher frère et mes sœurs

Toute ma famille, ami(es) et tous ceux qui me sont chers.

Ainsi qu'à toutes les personnes qui m'ont soutenu et aidé dans la réalisation de ce travail.

FATMA

- **La liste des abréviations**

- **AR** : Auto Régressif
- **ARMA** : Auto Régressif et Moyenne Mobile
- **AVP** : Accident de la Voie Publique
- **CNPSR** : Centre Nationale des Préventions et de Sécurité Routière
- **INRETS** : Institut National de Recherche et d'Etudes des Transports et de leur Sécurité
- **IFSTTAR** : Institut Français des Sciences et Technologie des Transports de l'Aménagement et des Réseaux
- **MA** : Moyenne Mobile
- **MARC** : Mobilité, Attitudes, Risques et Comportements
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- **ONSER** : Organisme National de Recherche et de la Sécurité Routière

Table de matière

Remerciement

Liste des abréviations

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : cadre conceptuel des accidents de circulation.....	4
Introduction.....	4
1.1 Quelques notions relatives aux accidents de circulation.....	4
1.1.1 L'accidentologie routière.....	4
1.1.2 Accidents de la circulation.....	4
1.1.3 Sécurité routière.....	5
1.1.4 Les victimes.....	5
1.1.5 Voie.....	5
1.1.6 Point noir.....	5
1.1.7 Agglomération.....	6
1.1.8 Lieu d'accident.....	6
1.1.9 Les mesures de gravité.....	6
1.1.10 Les types d'accidents.....	7
1.2 Les facteurs et les caractéristiques d'un accidents.....	7
1.2.1 Les facteurs d'un accident de circulation.....	7
1.2.2 Les caractéristiques d'un accident de circulation.....	9
1.3 Les causes d'un accident de circulation.....	11
1.3.1 Les causes liées aux facteurs humains.....	11
1.3.2 Les causes liées aux véhicules.....	14
1.3.3 Les causes liées à l'environnement.....	15
1.4 Les conséquences des accidents routiers.....	18
1.4.1 conséquences sur le plan social.....	18
1.4.2 conséquences sur le plan économique.....	18

1.5 Les axes de recherche en sécurité routière.....	18
1.5.1 Axes de recherche liée aux comportements des usagers de la route.....	18
1.5.2 Axes de recherche liée aux véhicule	19
1.5.3 Axes de recherche liée aux infrastructures routière.....	20
Conclusion.....	22
Chapitre 2 : Evolution annuelle des accidents de la circulation en Algérie cas de l’autoroute Est- Ouest.....	23
Introduction.....	23
2.1 L’Evolution annuelle des accidents de circulation en Algérie (1970-2016).....	23
2.1.1 L’Evolution annuelle du nombre d’accidents.....	23
2.1.2 L’Evolution annuelle du nombre de blessés.....	26
2.1.3 L’Evolution annuelle du nombre de tués	29
2.1.4 Les Causes des accidents	32
2.2 L’Evolution annuelle des accidents sur l’autoroute Est-Ouest (2011-2016)	33
2.2.1 Evolution annuelle du nombre d’accidents	33
2.2.2 Evolution annuelle du nombre de tués.....	35
2.2.3 Evolution annuelle du nombre de blessés	36
2.3 L’Evolution mensuelle des accidents de circulation sur l’autoroute Est-Ouest (2011-2016).....	37
2.3.1 Evolution mensuelle du nombre d’accidents.....	37
2.3.2 Evolution mensuelle du nombre de tués.....	38
2.3.3 Evolution mensuelle du nombre de blessés.....	39
2.4 Répartition des accidents par wilaya sur l’autoroute Est-Ouest (2011-2016).....	40
2.4.1 La répartition du nombre d’accidents, blessés et tués par wilaya.....	40
2.4.2 Les causes moyennes des accidents circulation sur l’autoroute Est-Ouest (2015-2016)....	42
Conclusion.....	43
Chapitre 3 : Rappels théoriques sur la méthodologie de Box-Jenkins.....	45
Introduction.....	45

3.1 Concepts de base.....	45
3.1.1 Processus aléatoire.....	45
3.1.2 Processus stationnaire.....	45
3.1.3 Bruit blanc.....	46
3.1.4 Fonction d'autocorrélation.....	46
3.2 Modèle de base.....	47
3.2.1 Le modèle Auto Régressif (AR).....	47
3.2.2 Le modèle Moyenne Mobile (MA).....	51
3.2.3 Le modèle ARMA (p,q).....	53
3.2.4 Le modèle ARIMA (p,d,q).....	53
3.2.5 Le modèle SARIMA (p,d,q)(P D Q).....	54
3.3 Les étapes de la méthode de Box-Jenkins.....	54
3.3.1 Etapes d'identification.....	55
3.3.2 Estimation des paramètres.....	61
3.3.3 Validation des modèles.....	61
3.3.4 Prévision.....	62
Conclusion.....	66
Chapitre 4 : modélisation statistique par la méthode de Box-Jenkins.....	67
4.1 Modélisation statistique de la série du nombre d'accidents.....	67
4.2 Modélisation statistique de la série du nombre de blessés.....	78
4.3 Modélisation statistique de la série du nombre de tués.....	87
Conclusion.....	95
Conclusion générale.....	96
Bibliographie.....	98
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Annexes	

INTRODUCTION GENERALE

Les accidents figurent aujourd'hui parmi les principales causes de décès, vu le nombre des blessures légères et graves qu'ils provoquent la somme des souffrances qui en résulte .Les accidents prennent le caractère d'un danger à combattre.

L' accident de la route (ou accident de la voie publique : AVP) est un choc qui a lieu sur le réseau routier entre un engin roulant (automobile, moto, vélo, etc.) et tout autre chose ou personne et qui engendre des blessures humaines et/ou des dégâts matériels, que ces dégâts soient occasionnés aux véhicules, à un élément de la route (chaussée, panneaux, barrières de protection, etc...) ou un élément extérieur à celle-ci (bâtiment, mobilier urbain, cabine de téléphone, arbre)¹ .

Les accidents de la route se définissent aussi comme des évènements malheureux ou dommageables survenus sur une route ou un chemin ouvert à la circulation².

De nos jours, avec la mécanisation de tous les secteurs de l'économie et surtout la modernisation de plus en plus poussée de trafic routier, nous assistons à une augmentation exponentiel du nombre d'accidents de la route. Selon l'OMS,³ le nombre de décès dus à des accidents de la circulation est de 1,25 million en 2013, ce chiffre stagne en dépit de la croissance mondiale de la population et du nombre de véhicules à moteur. Cette stagnation, dans le contexte d'une croissance de la population mondiale de 4% entre 2010 et 2013 et la hausse de 16% du nombre de véhicules dans la même période laisse penser que les interventions mises en œuvre ces dernières années afin d'améliorer la sécurité routière dans le monde ont permis de sauver des vies. Ce rapport montre que 68 pays ont connu une hausse du nombre de décès dus à des accidents de la circulation depuis 2010, 84 % d'entre eux étant des pays à revenu faible ou intermédiaire.

En Algérie la gendarmerie nationale⁴ a enregistré durant 15 ans de 2000 à 2015 ,375581 accidents, 55350 morts et 653249 blessés, le taux des accidents baisse de plus

¹ Zemmour Ouarda : les accidents de la route et identification des facteurs de risque prospective réalisée au niveau du service de médecine légale du CHU d'Annaba à propos de 236 cas, l'année 2009

² Idem

³ OMS-Rapport de situation sur la sécurité routière dans le monde 2015

⁴ http://www.mdn.dz/site_cgn/index.php?L=fr&P=undefined#undefined

de 16,5% durant l'année 2015. Le bilan des accidents de la circulation routière enregistré durant l'année 2015 s'élève à 20361 accidents, ayant engendré 3801 morts et 36657 blessés. En comparaison avec l'année 2014, il a été enregistré une diminution du nombre d'accidents, de blessés et de mort respectivement de 16,51 % (- 4027 accidents), de 17,71 % (- 7889 blessés) et de 04,59 % (- 183 morts).

Malgré le bilan, jugé positif, le phénomène demeure préoccupant, au regard des dégâts qu'il engendre, et dont les causes peuvent s'expliquer par l'inconscience des usagers de la route vis-à-vis du respect du code de la route. Au titre des causes à l'origine des accidents de la route, en 2015 le facteur humain demeure prépondérant avec un taux estimé à 91,76 %, et les 08,24 % restants, incombent à l'environnement et les causes liées au véhicules respectivement avec un taux de 03,43% et de 04,81%⁵.

L'Algérie a connu une forte croissance de sa population depuis son indépendance, nécessitant d'avantage de développement des grandes infrastructures de base, surtout de transport, pour répondre aux besoins exprimés par la population. Le trafic routier représente plus de 80% du secteur de transport⁶.

L'idée de l'autoroute Est-Ouest est née dès les années 70 sur la base de diverses études prospectives sur le développement du trafic routier lié à celui de l'économie et à l'accroissement de la population. En effet, s'étendant sur une superficie de 2,4 millions de km², l'Algérie compte une population d'environ 40 millions d'habitants, dont les deux tiers occupent la frange Nord, sur une bande représentant à peine 4% de la superficie totale du pays. C'est aussi dans cette bande que se concentrent l'essentiel de la capacité industrielle du pays ainsi que ses principales activités.

La réalisation de l'Autoroute Est-Ouest contient deux programmes : le « programme ancien» et le « programme neuf ». Le linéaire total de l'autoroute Est-Ouest (Ancien et programme neuf) est de 1216 Km⁷.

La gendarmerie nationale a enregistré durant l'année 2014 sur l'autoroute Est-Ouest, un nombre de 1345 accidents de la circulation. Il a été constaté une diminution de 107 accidents, soit un taux de -07,96 % pendant l'année 2015.⁸

⁵ http://www.mdn.dz/site_cgn/index.php?L=fr&P=undefined#undefined

⁶ BELATTAF.M : Impacts socioéconomiques et environnementaux de l'autoroute Est-Ouest en Algérie, Laboratoire d'économie et de développement FSEGC université Bejaia journées du développement du GRES

⁷ .Idem

⁸ http://www.mdn.dz/site_cgn/index.php?L=fr&P=undefined#undefined.

L'objectif de ce travail est de déterminer si le nombre d'accidents sur l'autoroute Est-Ouest va être à la hausse ou à la baisse pendant les années à venir, dans ce cadre nous cherchons à déterminer :

Quels serait la prévision de l'évolution des accidents de circulation sur l'autoroute Est-Ouest de l'Algérie ?

Quels sont les facteurs déterminants des accidents de circulation en Algérie ?

Pour répondre à la question, nous formulons des hypothèses que nous tentons de vérifier sur la base des données empiriques au long de ce travail :

- Le nombre d'accidents, de tués et de blessés : va augmenter durant les prochaines années sur l'autoroute est-ouest
- Le modèle prévisionnel adéquat est un ARMA avec tendance et saisonnalité

Pour mieux expliquer les concepts théoriques liés à notre problématique, notre recherche sera menée à travers la lecture des différents ouvrages liés à la présentation de secteur de transport, de l'accidentologie dans le monde généralement et en Algérie particulièrement, en se basant sur une recherche documentaire et des collectes d'informations et des statistiques relatives au thème. En plus des recherches bibliographiques effectuées au niveau des bibliothèques universitaires et des écoles nationales en outre des données et informations ont été recueillies au niveau des différents organismes suivants :

- Centre national de prévention et de sécurité routière
- commandements régionaux de la gendarmerie nationale (Chéraga).
- Algérienne de Gestion des Autoroutes.
- Institut national des preuves et de Criminalité (Bouchaoui).

Ainsi, pour vérifier nos hypothèses, nous avons divisé notre travail en quatre chapitres. Le premier sera sur le cadre conceptuel des accidents de circulation. Dans le deuxième nous avons étudié l'évolution des accidents de circulation en Algérie cas de l'autoroute Est-Ouest. Le troisième contient un rappel théorique sur les séries chronologiques et nous terminons par le quatrième chapitre dans lequel nous avons développé des modèles prévisionnels et nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

**CHAPITRE01 : Cadre conceptuel des accidents de
la circulation**

Introduction

Les accidents de la route anéantissent des milliers de vie humaine et causent des tragédies sociales, ainsi que des pertes économiques importantes partout dans le monde, Causé par nombreux facteurs naturels et météorologique (Pluie, brouillard...) ou par le mauvais état de la chaussée et de la voiture ou par le conducteur lui-même, les accidents de la route constituent une problématique sociale, et une hémorragie économique entravant le développement de plusieurs pays. Une guerre sur les routes qui fait des milliers de tués et blessés par an, et que rien ne semble arrêter ce phénomène, même les campagnes de sensibilisation et la sévérité des amendes infligées aux contrevenants, d'où la nécessité absolue de trouver une solution efficace pour arrêter cette hécatombe¹.

Dans ce présent chapitre, nous allons étudier les raisons principales et ainsi définir et aborder les divers facteurs qui sont à l'origine des accidents de la circulation.

1.1 Quelques notions relatives aux accidents de circulation

1.1.1 L'accidentologie routière

Le terme d'accidentologie a été créé en 1968 par des chercheurs de l'ONSER, l'organisme national de recherche dans le domaine de la sécurité routière qui est devenu l'INRETS (Institut national de recherche et d'études des transports et de leur sécurité) et finalement l'IFSTTAR (Institut Français des sciences et Technologie des transports de l'Aménagement et des Réseaux).L'intention était d'individualiser une activité souvent confondue avec la traumatologie. Cette dernière s'intéresse à la phase finale de l'accident, celle qui provoque les lésions, alors que la compréhension de l'accident commence avant l'ouverture de la portière d'une voiture par celui qui va les produire ou le subir. L'accidentologie est alors l'étude des accidents en termes d'aspects et mécanismes².

1.1.2 Accident de la circulation

L'accident de la route(ou accident de la voie publique :AVP) est un choc qui a lieu sur le réseau routier entre un engin roulant(automobile, moto, vélo, etc.) et tout autre chose ou personne et qui engendre des blessures humaines et/ou des dégâts matériels, que ces dégâts soient occasionnés aux véhicules, à un élément de la route (chaussés, panneaux, barrières de

¹Houria BENCHERIF : Etude de l'insécurité routière en Algérie : de l'usage des modèles au développement des politiques publiques, thèse de doctorat université Batna, 2015, p2

² www.securité-routière.org

protection, etc...)ou un élément extérieur à celle-ci (bâtiment, mobilier urbain, cabine de téléphone, arbre)³.

1.1.3 Sécurité routière

La sécurité routière représente l'ensemble des normes, des mécanismes et des mesures prises par les différents acteurs en charge de la construction des infrastructures routières et de la gestion du trafic routier afin d'assurer la protection des usagers de la route, et aussi de leurs biens⁴.

1.1.4 Les victimes

D'une manière générale les victimes sont classées selon la gravité de leurs blessures. Les termes les plus communément utilisés dans les statistiques des accidents de la route sont : tués, blessés graves et blessés légers.⁵

Les victimes peuvent être classées en deux catégories :

- **Les personnes tuées** : la définition d'une personne tuée est « toute personne qui a été tuée au moment de l'accident ou qui est morte dans les 30 jours qui suivent cet accident ».
- **Les personnes blessées** : une personne blessée se définit comme toute personne qui n'a pas été tuée, mais qui a subi une ou plusieurs blessures ou légères résultant de l'accident.⁶

1.1.5 Voie

Subdivisions de la chaussée ayant une largeur suffisante pour mettre la circulation d'une file de véhicule.⁷

1.1.6 Point noir

Endroit à la circulation qui est particulièrement difficile ou dangereux dont on enregistre trois accidents corporels avec tués et /ou blessés par an voir plus⁸.

³ Zemmour Ouarda : les accidents de la route et identification des facteurs de risque prospective réalisée au niveau du service de médecine légale du CHU d'Annaba à propos de 236 cas, l'année 2009

⁴ Houria BENCHERIF : Etude de l'insécurité routière en Algérie : de l'usage des modèles au développement des politiques publiques, thèse de doctorat université Batna, 2015, p29

⁵ Idem, p14

⁶ AMGHAR Fouzia : Elaboration des modèles prévisionnels des accidents des accidents de circulation en Algérie : cas de la wilaya de Bejaia Mémoire de master université Bejaia. p9

⁷ Idem, page 7

1.1.7 Agglomérations

Groupe d'habitations constituant un village ou une ville et dont l'entrée et la sortie sont signalées par des panneaux placés à cet effet le long de la route qui le traverse ou le borde. En matière de code de la route, une agglomération est constituée d'habitations suffisamment rapprochées les unes et des autres et situées en bordure de la route⁹.

1.1.8 Lieu d'accident

Il existe les accidents intervenant dans les zones urbaines et les zones rurales

- **Zone urbaine**

Indique l'ensemble des réseaux situés entre les panneaux de début et de fin de l'agglomération, au sens du code de la route.

- **Zone rurale**

Indique le reste de réseau situé hors agglomération.

1-1-9 les mesures de gravités

On distingue trois mesures principales dans l'analyse statistique :

- **Taux de tués :**

C'est le rapport entre le nombre de tués et le nombre d'accidents ou le nombre de personnes accidentées.

Taux de tués = nombre de tués / le nombre d'accidents.

- **Taux de morbidité :**

Il est calculé en rapportant le nombre de blessés sur le nombre total d'accidents, ce taux est un indice qui mesure la gravité de la situation en matière de la sécurité routière.

- **Taux d'accident**

Ce taux est calculé sous l'équation suivante :

$$TA = N * 10 / L * T * 365$$

Tel que :

TA = taux d'accidents.

N = nombre d'accident.

⁸ACHAT Manen, ANKIK Katia : Analyse économétrique des facteurs de risque des accidents routiers en Algérie. Mémoire de master, université Bejaia .2015.p 6

⁹ Idem

L=longueur de la section concernée.

T=trafic moyen journalier annuel¹⁰.

On note, qu'il existe d'autres taux qui nous permettent d'avoir une idée plus large sur la gravité des accidents de la route, tel que le taux de victimes.

1.1.10 Les types d'accidents de circulation

Il existe deux types d'accident de circulation :

- **Accidents corporels** : Ce sont des accidents qui se manifestent par des dommages corporels (blessés, tués). Il peut s'agir d'un accident de piéton ou d'un accident entre deux véhicules.
- **Accidents matériels** : Ce sont des accidents qui ne se manifestent pas des dommages matériels enregistrés sur les véhicules, les équipements, l'infrastructure ou toute autre construction.

1.2 Les facteurs et les caractéristiques d'un accident

1.2.1 les facteurs d'un accident de circulation

Un facteur accidentogène peut être défini comme étant un élément intervenant directement dans le déroulement de l'accident de la route est le résultat de certains facteurs liés aux différentes composantes de système, ces facteurs peuvent être regroupés en trois grandes catégories :

- **facteurs liés à l'homme**

Le facteur humain demeure l'élément prépondérant dans la survenance des accidents de la circulation, ceci est en relation, avec la nature et l'instinct de l'être humain, manifestés par le désir d'expression des capacités de maîtrise des situations. Ce sentiment de puissance et de maîtrise l'entraîne à un comportement visant à outrepasser les barrières de la réglementation par la commission d'infraction souvent dangereuses et à l'origine d'accidents graves¹¹. Les causes liées au facteur humain peuvent être énumérées comme suit : excès de vitesse, perte du contrôle, dépassement dangereux, non

¹⁰ AMGHAR Fouzia : Elaboration des modèles prévisionnels des accidents de circulation en Algérie : cas de la wilaya de Bejaia Mémoire de master université Bejaia 2014. P10

¹¹ Idem. P14

utilisation des passages piétons, non-respect de la distance de sécurité, inattention du conducteur dans les quartiers, refus de priorité, conduite sans permis, arrêt ou stationnement dangereux.

- **Facteurs liés à l'environnement**

On peut les diviser en deux catégories :

- **Facteur liés à l'infrastructure**

- dégradation de la chaussée.
- manque ou absence signalisation.
- mauvais éclairage.
- Mauvaise conception de la route.
- La visibilité lisibilité de la route.
- l'intensité de trafic.

- **Facteur liés aux conditions atmosphériques**

- le vent.
 - le brouillard.
 - soleil.
 - l'humidité.
 - la verglas.
 - la neige.

- **Facteurs liés au véhicule**

- conception (puissance, visibilité.....)
- d' défaillance mécaniques.
- surcharge
- usure des freins et pneumatiques.¹²

¹² AMGHAR Fouzia : Elaboration des modèles prévisionnels des accidents de circulation en Algérie : cas de la wilaya de Bejaia Mémoire de master université Bejaia 2014.p15

1.2.2 Les caractéristiques d'un accident de circulation

- **Caractéristique du véhicule**
 - Type
 - Age
- **Caractéristique de l'infrastructure**
 - catégorie de la voie
 - largeur de la chaussée
- **Caractéristique de l'utilisateur de la route**
 - Age, sexe
 - catégorie socioprofessionnelle.

En plus de ces trois caractéristiques de système on peut distinguer les caractéristiques spatio-temporelles

- **Les caractéristiques spatio-temporelles des accidents**

Elles sont caractérisées par deux facteurs :

-le facteur temporel

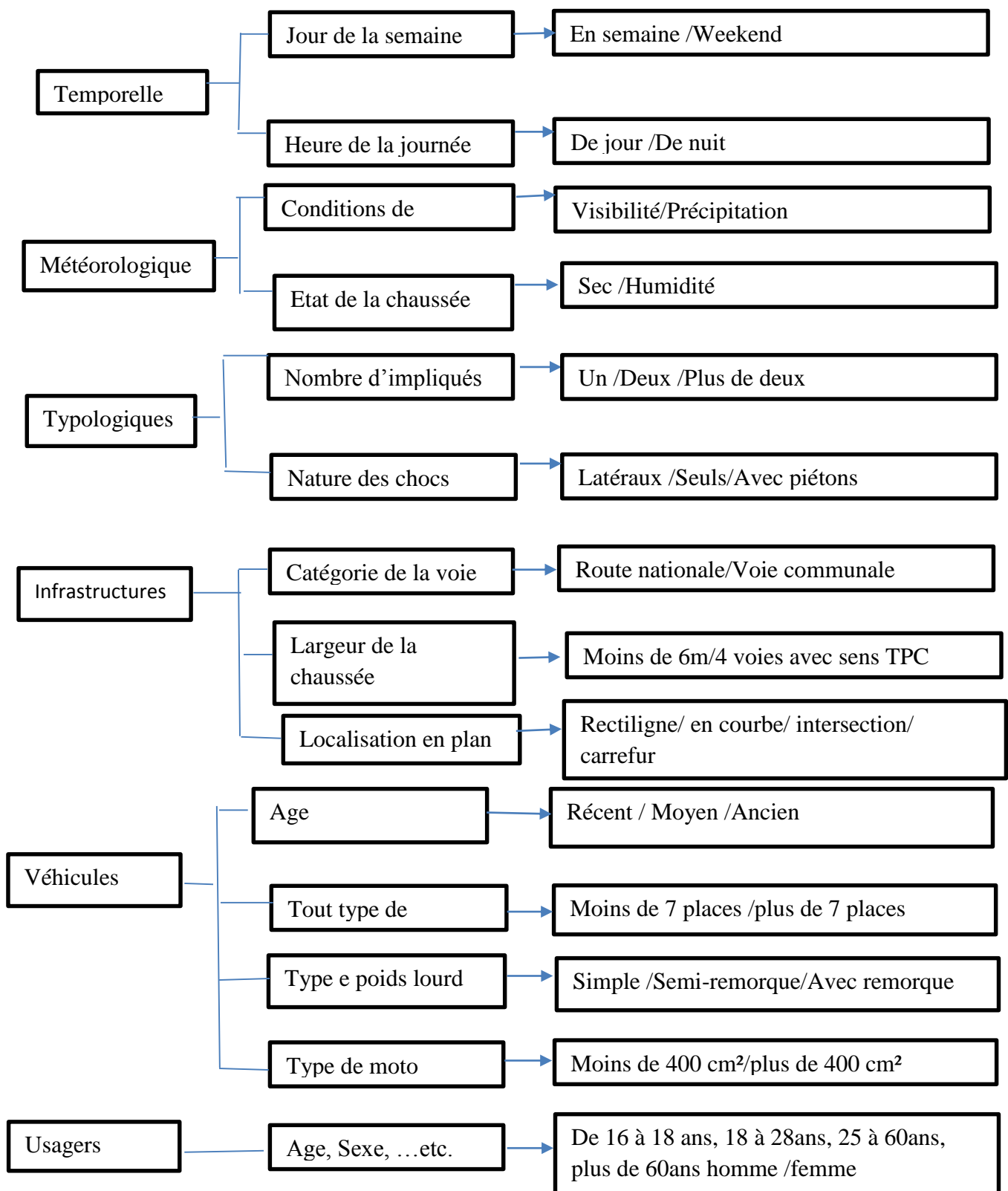
La répartition des accidents de circulation routière varie selon les périodes.

-le facteur spatial

Dans ce type de facteur, les accidents varient en fonction des lieux, que ce soit urbain ou rural¹³. Dans le diagramme suivant on distingue les principales caractéristiques d'un accident de circulation :

¹³ ACHAT Manen, ANKIK Katia : Analyse économétrique des facteurs de risque des accidents routiers en Algérie. Mémoire de master, université Bejaia, 2015

Figure 1.1 : Diagramme des principales caractéristiques un accident de circulation



Source : Données du CNPSR (2015).

1.3 Les causes d'un accident de circulation

Dans le domaine de la sécurité routière, on se réfère traditionnellement au triangle Homme-Véhicule-Environnement. Les accidents de circulation ont pour origine trois facteurs principaux :

1.3.1 Les causes liées aux facteurs humains

Généralement l'être humain est considéré comme étant la principale cause des accidents de circulation routière

- la vitesse

La vitesse des véhicules motorisés est au cœur du problème des accidents de la route entraînant des blessures. Elle influe à la fois sur les risques d'accident et sur les conséquences des accidents. Il y a « excès de vitesse » lorsqu'un véhicule roule au-dessus de la limite de vitesse applicable. Un véhicule roule à une « vitesse inappropriée » lorsque sa vitesse ne correspond pas à l'état de la route et aux conditions de circulation¹⁴. Les études faites sur la vitesse de circulation dans différents pays, montrent qu'il existe une variation proportionnelle entre la vitesse et les blessures car lorsque la vitesse moyenne augmente de 1 Km/h les blessures augmentent de 3% et contrairement lorsque la vitesse diminue de 1Km/h les blessures diminuent de 3%. En effet, plus le conducteur augmente la vitesse, plus la distance de sécurité qu'il doit laisser est plus grande, exemple à 50Km/h il faut laisser une distance de sécurité de 25 mètres et à 100Km/h il faut laisser une distance de 95 mètres¹⁵. Si seules les vitesses excessives sont illégales, il appartient en revanche à chaque conducteur et motocycliste de décider de la vitesse qui convient à l'intérieur des limites imposées. Il existe un lien direct entre l'augmentation de la vitesse moyenne et la probabilité et la gravité d'un accident. En outre :

- un piéton adulte a un risque de mourir inférieur à 20% s'il est heurté par une voiture à 50 km/h ; à 80 km/h, le risque atteint presque 60%.
- l'aménagement de zones où la vitesse est limitée à 30 km/h réduit le risque d'accident et est recommandé là où il y a beaucoup d'utilisateurs vulnérables (zones résidentielles, abords d'écoles) ;

¹⁴ OMS : Rapport mondiale sur la prévention des traumatismes dus aux accidents de la circulation, 2004

¹⁵ ACHAT Manen, ANKIK Katia : Analyse économétrique des facteurs de risque des accidents routiers en Algérie. Mémoire de master, université Bejaia, 2015, p9

- la baisse de la vitesse moyenne diminue le nombre d'accidents mais a aussi d'autres effets positifs sur la santé (une atténuation des problèmes respiratoires liés aux gaz d'échappement)¹⁶.

- L'expérience et l'âge du conducteur

L'âge des conducteurs est un facteur important dans la survenance des accidents de la route. A l'échelle mondiale, les accidents de la route sont une des principales causes de décès chez les jeunes conducteurs et les jeunes motocyclistes. Leur jeune âge et leur inexpérience contribuent au risque élevé qu'ils encourent. Les jeunes conducteurs risquent plus d'avoir un accident que les conducteurs plus âgés. Les risques d'accident sont également plus élevés pour les jeunes hommes au volant. Il est établi que, dans les pays industrialisés, les hommes, et plus particulièrement les jeunes dans les premières années qui suivent l'obtention du permis, ont plus d'accidents que les femmes, même en tenant compte des facteurs d'exposition¹⁷. L'expérience ne peut être enseignée elle est acquise au fil des années.

- l'imprudence des piétons

Les piétons ont un comportement dangereux lors de l'utilisation de la route ce qui provoque l'augmentation du risque d'exposition aux accidents de la route. En effet, lors de leurs mobilités certains piétons ne respectent ni les signalisations ni les passages piétons ni au moins l'utilisation des passerelles et trottoirs. D'après les données de l'OMS de l'année 2004 les piétons ont 90% de chances de survivre à une collision avec une voiture si la vitesse d'impact est au maximum de 30Km/h, mais leur chance de survie tombe à moins de 50% si cette vitesse est supérieure ou égale à 45Km/h, quand la vitesse d'impact passe de 30 Km/h à 50 Km/h, la probabilité qu'un piéton soit tué est multipliée par huit on note aussi que les piétons sont plus vulnérables physiquement à mesure que la vitesse augmente¹⁸.

- fatigue du conducteur

La fatigue ou la somnolence peuvent être associées à divers facteurs, Comme la conduite sur de longues distances, le manque de sommeil et la perturbation des rythmes circadiens. Trois groupes de personnes présentent des risques élevés :

-les jeunes âgés de 16 à 29 ans ;

-les travailleurs de quarts dont le sommeil est perturbé par un travail de nuit ou par des heures de travail longues et irrégulières ;

¹⁶ <http://www.who.int/entity/mediacentre/factsheets/fr/>

¹⁷ OMS : Rapport mondiale sur la prévention des traumatismes dus aux accidents de la circulation, 2004

¹⁸ ACHAT Manen, ANKIK Katia : Analyse économétrique des facteurs de risque des accidents routiers en Algérie. Mémoire de master, université Bejaia, 2015, p10

- les personnes souffrant d'un syndrome de l'apnée du sommeil ou de narcolepsie non traités. La proportion des collisions attribuée à la somnolence du conducteur varie selon le type d'étude et la qualité des données. D'après une étude de cas démographique néo-zélandaise, les facteurs suivants augmentent sensiblement le risque d'accident entraînant la mort ou des blessures graves :

- conduire en état de somnolence ;
- conduire après moins de cinq heures de sommeil dans les 24 heures écoulées ;
- conduire entre deux heures et cinq heures du matin.¹⁹

- l'utilisation de téléphones cellulaires

L'utilisation du téléphone cellulaire peut nuire à la conduite, autant sur le plan physique qu'en ce qui concerne les perceptions et la prise de décisions. En composant un numéro, le conducteur n'est plus aussi attentif à la route. Les études montrent que les conducteurs ont surtout du mal à bien rester dans leur voie, à maintenir la distance voulue avec la voiture qui précède, à rester à la vitesse appropriée, et à juger les distances de sécurité dans le trafic et à les respecter. Il apparaît aussi que les conducteurs qui utilisent un téléphone cellulaire au volant présentent quatre fois plus de risques d'accident que ceux qui n'en utilisent pas.

- la conduite en état d'ivresse

Parmi les principales causes des accidents de la route et la consommation de l'alcool au volant car le problème principale de l'alcool est la méconnaissance des risques encourus sur la route. Les conducteurs et les motocyclistes dont l'alcoolémie est positive ont plus de risque d'avoir un accident que ceux dont l'alcoolémie est nulle. Pour l'ensemble des conducteurs, le risque d'accident commence à augmenter sensiblement lorsque l'alcoolémie atteint 0,04 g/dl (gramme d'alcool par litre du Sang). Les jeunes adultes inexpérimentés qui conduisent avec une alcoolémie de 0,05 g/dl courent un risque deux fois et demi plus grand d'avoir un accident que des conducteurs plus expérimentés. Les conducteurs adolescents risquent cinq fois plus d'avoir un accident que les conducteurs âgés de 30 ans ou plus, quelle que soit l'alcoolémie. Le risque pour les conducteurs du groupe d'âge des 20 à 29 ans seraient trois fois supérieures à celui des conducteurs âgés de 30ans ou plus, quelle que soit l'alcoolémie. Les conducteurs adolescents dont l'alcoolémie s'élève à 0,03 g/dl et qui transportent deux passagers ou plus risquent 34 fois plus d'avoir un accident que les conducteurs âgés de 30 ans ou plus, ayant une alcoolémie nulle et un passager à bord de leur

¹⁹ OMS : Rapport mondiale sur la prévention des traumatismes dus aux accidents de la circulation, 2004

véhicule. Si la limite de l'alcoolémie est fixée à 0,10 g/dl, le risque d'accident sera trois fois supérieures à celui encouru avec la limite la plus courante dans les pays à revenu élevé, c'est-à-dire 0,05 g/dl. Si la limite légale est de 0,08 g/dl, le risque sera encore deux fois supérieur à ce qu'il serait à une limite fixée à 0,05 g/dl. Les conducteurs qui consomment de l'alcool mettent en danger les piétons et les passagers de deux-roues motorisés²⁰.

- **Défaut de port de la ceinture et non utilisation de siège pour enfants dans les véhicules automobiles**

Le défaut de port de la ceinture est un facteur de risque important pour les occupants d'un véhicule. En cas de choc frontal, les traumatismes crâniens sont les blessures les plus fréquentes et les plus graves pour les occupants du véhicule qui ne portent pas la ceinture. L'efficacité des ceintures de sécurité dépend du type d'accident et de sa gravité, et de la place occupée dans le véhicule. Il ressort d'études sur les accidents réalisées dans différents pays que le taux de port de la ceinture est sensiblement inférieur dans les accidents mortels que le taux moyen général²¹.

1.3.2 Les causes liées aux véhicules

Les problèmes liés au véhicule causant des accidents sont en général des problèmes qui surviennent de manière soudaine, souvent du fait d'un défaut d'entretien. Les pneus et les freins sont souvent en cause²². Il est essentiel, pour la sécurité de tous les usagers de la route, de voir et d'être vu. Des études détaillées réalisées en Australie, en Allemagne et au Japon montrent que les erreurs visuelles jouent un rôle très important dans la cause des collisions. Dans les pays motorisés, une mauvaise visibilité joue un rôle essentiel dans trois types de collisions :

- un véhicule qui heurte l'arrière ou le côté d'un autre véhicule qui roule lentement ou qui est à l'arrêt devant lui, de nuit ;
- les collisions en angle ou de plein fouet, de jour ;
- les chocs arrière dans le brouillard, de jour comme de nuit.

Dans les pays à faible revenu et à revenu moyen, le fait que les piétons et les véhicules ne soient pas bien visibles constitue souvent un grave problème. Dans ces pays, il y a moins de routes suffisamment éclairées et certaines ne le sont pas du tout. De plus, il est fréquent

²⁰ ACHAT Manen, ANKIK Katia : Analyse économétrique des facteurs de risque des accidents routiers en Algérie. Mémoire de master, université Bejaia, 2015, p10

²¹ OMS : Rapport mondiale sur la prévention des traumatismes dus aux accidents de la circulation, 2004

²² Claire Charbit : Article sur Les facteurs humains dans les accidents de la circulation : un potentiel important pour des actions de prévention, MAIF, 1997

qu'un grand nombre de vélos et que d'autres véhicules roulent sans éclairage et que les usagers qui roulent vite et ceux qui se déplacent lentement se partagent la route²³. Les constructeurs de véhicule s'accordent à dire que les prochaines évolutions techniques mettront du temps pour offrir un niveau de sécurité bien supérieur à celui d'aujourd'hui. Le contrôle technique des véhicules est quasi obligatoire dans tous les pays occidentaux, ou il est réellement effectué et donne lieu à un suivi. Il est clair qu'un effort important doit être fait dans les pays à revenu faible et moyen pour rajeunir et entretenir la flotte des véhicules. C'est notamment des véhicules commerciaux comme les taxis, les bus et les camions qui représentent en moyenne 50% du parc de ces pays et pour lesquels il faut instaurer en priorité un contrôle technique réel et indépendant. Ce contrôle doit être intransigeant sur les fonctions vitales du véhicule : le freinage, les amortisseurs et l'éclairage.

Autre sujet de préoccupation dans les pays à faible et moyen revenu : le chargement excessif des véhicules commerciaux transportant des marchandises ou des personnes. Il est impératif de réglementer les charges maximales et de les contrôler. Le développement de secteur des transports publics et commerciaux est une des meilleures façons d'éviter les surcharges.

La qualité du véhicule est donc un élément important mais, contrairement à une idée reçue, elle arrive au troisième rang seulement des causes d'accident²⁴.

1.3.3 Les causes liées à l'environnement

Les défauts dans la conception de la route entraînent des accidents dans la mesure où les conducteurs ne parviennent pas à apprécier de manière adéquate les possibilités et les risques dans une configuration de route donnée. Les facteurs liés à un environnement défavorable contribuent aux accidents en rendant plus difficiles les manœuvres du véhicule. L'infrastructure (route et environnement) est un facteur important dans 28 % des accidents²⁵. Les accidents de la circulation ne sont pas répartis uniformément sur l'ensemble du réseau routier. Les accidents de circulation se produisent par grappes aux mêmes endroits, sur certains tronçons de route ou un peu partout dans des zones résidentielles, notamment dans les quartiers socialement défavorisés. Les techniques routières peuvent sensiblement aider à réduire la fréquence et la gravité des accidents de la circulation, mais elles peuvent aussi contribuer aux collisions. Le réseau routier influe sur le risque de collision parce qu'il détermine la façon dont les usagers de la route perçoivent leur environnement et leur indique,

²³ OMS : Rapport mondiale sur la prévention des traumatismes dus aux accidents de la circulation, 2004

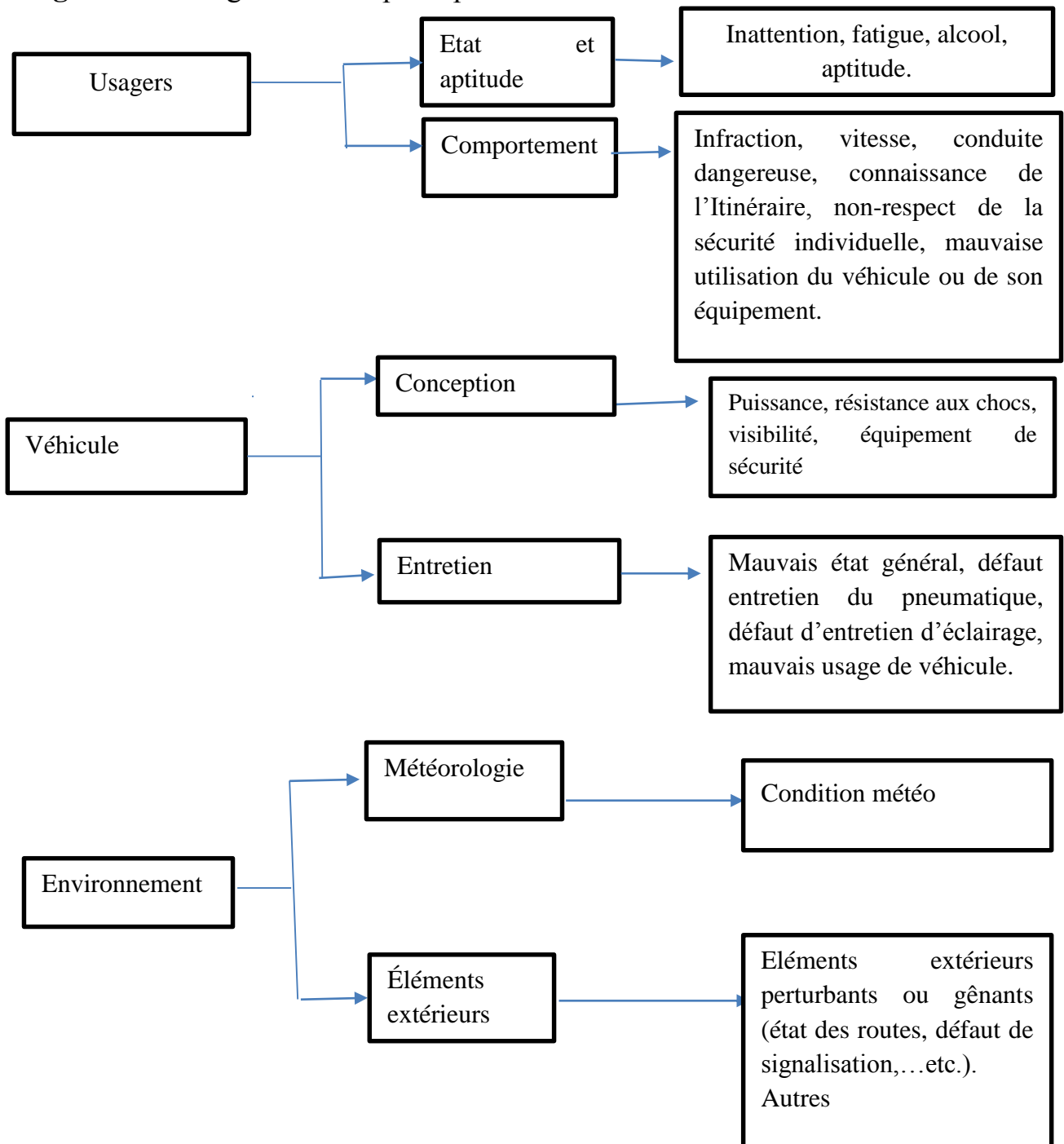
²⁴ ACHAT Manen, ANKIK Katia : Analyse économétrique des facteurs de risque des accidents routiers en Algérie. Mémoire de master, université Bejaia, 2015, p14

²⁵ Claire Charbit : Article sur Les facteurs humains dans les accidents de la circulation : un potentiel important pour des actions de prévention, MAIF, 1997

au moyen de signalisation et de contrôles routiers, ce qu'ils devraient faire. Beaucoup de mesures de gestion de la circulation et d'aménagement de sécurité routière fonctionnent en influençant le comportement humain. Parmi les facteurs relatifs à l'aménagement routier figurent des défauts qui provoquent directement une collision, quand des éléments du réseau routier induisent l'utilisateur de la route en erreur et lui font commettre une faute ou quand des modifications possibles au réseau auraient réduit le risque de collision. Dans la planification, la conception et l'entretien du réseau routier, quatre éléments particuliers influent sur la sécurité routière. Les voici :

- le souci de la sécurité dans la planification de nouveaux réseaux routiers ;
- l'intégration de dispositifs de sécurité dans la conception de nouvelles routes ;
- l'amélioration de la sécurité des routes existantes²⁶ ; pour mieux comprendre l'ensemble de ces causes on va les présenter dans un diagramme qui suit :

²⁶ OMS : Rapport mondiale sur la prévention des traumatismes dus aux accidents de la circulation, 2004

Figure 1.2 : Diagramme des principaux facteurs d'un accident de la circulation

Source : Achat Manen, Ankik Katia²⁷

²⁷ ACHAT Manen, ANKIK Katia : Analyse économétrique des facteurs de risque des accidents routiers en Algérie. Mémoire de master, université Bejaia, 2015, p16

1.4 Les conséquences des accidents routiers

Après avoir cité les causes principales de la survenance des accidents de la circulation, il est utile de citer les conséquences de ce phénomène. Les accidents de la route entraînent des tragédies sociales pour les victimes et leurs familles, aussi, des pertes considérables pour l'économie nationale.

1.4.1 Conséquences des accidents sur le plan social

- Les souffrances physiques et morales des victimes blessées (handicapés à vie) ;
- Les souffrances morales des proches des victimes.

1.4.2 Conséquences des accidents sur le plan économique

Sur le plan économique nous pouvons résumer les points suivants :

- Les couts médicaux et sociaux : couts des services de transport sanitaire, cout des premiers secours, couts des soins médicaux, couts des médicaments...etc.
- Les couts matériels : (dommage occasionnés aux véhicules, dommage causés à l'environnement, remorquage...etc.).
- Le cout d'embouteillage :(consommation de carburant, pollution, perte de temps ...etc.
- Les frais généraux : (frais des services d'incendie, frais d'expertise, frais de justice, cout des services d'assurances, frais d'administration divers.).
- Perte de production future (compétences des tuées).
- Perte de production temporaire (des blessés, des personnes emprisonnées...etc.).²⁸

1.5 Les axes de recherche en sécurité routière

La recherche en sécurité routière passe par plusieurs axes de réflexion

1.5.1 Axes de recherche liés aux comportements des usagers de la route

Le premier axe de recherche, qui prend en considération la diversité des usagers aux aptitudes différentes, se consacre à l'étude des comportements et habitudes des individus. La recherche sur cet axe mobilise des chercheurs en sciences humaines, en sciences sociales, en physiologie, en économie, etc.

L'étude MARC (Mobilité, Attitudes, Risques et Comportements) réalisé en France constitue un bon exemple qui illustre les types de recherches menées dans cet axe. Cette étude

²⁸M. BOUGUERIOUA, Thèse de magister en économie et statistique appliquée, ENSSEA, juin 2007.

qui avait pour objectifs de mieux connaître le risque routier des automobilistes de 18 à 25 ans depuis 2002 jusqu'à 2005, a été conduite selon trois (03) volets (INRETS, 2005)²⁹.

- Volet socio-économique dont l'objectif est d'analyser le risque routier des jeunes automobilistes et son évolution et évaluer l'impact des initiatives pédagogiques en matière de conduite automobile sur le risque,
- Volet psychologique dont l'objectif est de proposer un modèle de prédiction des comportements de vitesse en tenant compte des comportements passés.

- Volet économique dont l'objectif est de tester ce que les jeunes automobilistes seraient prêts à payer pour réduire leurs risques d'accident au volant, dont les conséquences peuvent être plus ou moins graves. Aujourd'hui, de nouvelles thématiques sont développées pour l'étude des déterminants du comportement des usagers de la route et la prévention des conduites à risque. Ces thématiques sont situées à l'interface de la sécurité routière, de la protection de l'environnement et de la santé, se déploient dans deux directions complémentaires :

- L'analyse des déterminants cognitifs, émotionnels et motivationnels des comportements,
- La modification et la prévention des conduites à risque.

Cet axe de recherche, est d'une importance capitale, dans la mesure où l'évolution des innovations en matière de sécurité routière exige en parallèle une adaptation de la part des usagers pour mieux s'accommoder des nouveaux mécanismes mis en place. De plus, la recherche sur les individus doit déboucher sur de nouvelles recherches technologiques, pour adapter les outils de conduite au comportement mais également conduire à des modifications de la réglementation³⁰.

1.5.2 Axes de recherche liés aux véhicules

Les démarches de recherche menées dans cet axe visent à rendre le véhicule plus fiable par le renforcement de la sécurité de l'ensemble des fonctions du véhicule qui vont aider le conducteur à éviter l'accident, tels que le freinage, la tenue de route, la signalisation, la visibilité et les aides à la conduite. Il s'agit aussi d'assurer la sécurité de l'ensemble des fonctions du véhicule qui vont minimiser la gravité des blessures subies par les occupants du véhicule ainsi que les usagers extérieurs au véhicule tels que la ceinture de sécurité, le système de freinage ABS, etc.

²⁹ Houria BENCHERIF : Etude de l'insécurité routière en Algérie : de l'usage des modèles au développement des politiques publiques, thèse de doctorat université Batna 2015, p17

³⁰ Idem, p17

Par ailleurs, cet axe représente un domaine de recherche particulièrement vaste et complexe qui mobilise les législateurs, les constructeurs automobile et les responsables de la sécurité routière. Les outils de base utilisés sont l'accidentologie et la simulation pour mieux comprendre l'enchaînement des causes de l'accident.

De plus, le développement des technologies de l'informatique et de la communication ont permis des progrès dans le domaine de la sécurité automobile. En effet, les aides actuelles permettent au conducteur de mieux se diriger (navigation GPS) et de mieux contrôler sa vitesse. De nouvelles fonctionnalités sont prometteuses aussi en termes de prévention des risques, il s'agit particulièrement de la :

- Détection de l'hypovigilance au volant,

Contrôle intelligent de la vitesse (l'ordinateur de bord connaît les limitations de vitesse), -Ethyloests anti-démarrage (contrôle et réhabilitation des conducteurs)³¹.

1.5.3. Axes de recherche liés aux infrastructures routières

La recherche sur l'infrastructure constitue le troisième et dernier grand axe de la recherche en sécurité routière. Cette recherche porte en premier lieu sur les facteurs liés à la conception routière qui sont de nature technique. Il s'agit particulièrement de mauvaises conceptions des routes, des virages et du manque d'adhérence de la chaussée, etc. Elle porte aussi sur les facteurs liés aux interactions entre infrastructure et conducteur tels que la lisibilité de la route, la signalisation, la perception de l'aménagement, etc.

Les recherches menées dans ce domaine ont commencé par l'identification des points noirs en zone urbaine comme en milieu rural pour passer ensuite à des essais en situation réelle pour l'amélioration des tracés, des revêtements et de la signalisation routière.

Notons que la sécurité des infrastructures routières exige aussi des moyens financiers importants, ce qui représente un obstacle majeur pour la majorité des pays émergents. Elle exige aussi une collaboration entre différents acteurs de différents milieux (urbain et rural) et niveaux (central, régional et local) qui n'ont pas toujours tendance à travailler ensemble.

En termes de prévention, les recherches menées dans les trois axes mentionnés ci-dessus constituent la matrice de Haddon qui constitue une référence pour les spécialistes de la sécurité routière dans laquelle on distingue :

³¹Houria BENCHERIF : Etude de l'insécurité routière en Algérie : de l'usage des modèles au développement des politiques publiques, thèse de doctorat université Batna 2015, p18

- La prévention primaire qui a pour objectif essentiel la prévention de l'accident. Elle s'appuie sur les trois types de recherches mentionnés plus haut : la recherche sur le véhicule, la recherche sur l'individu et la recherche sur l'infrastructure.

- La prévention secondaire a pour objectif de réduire les conséquences. C'est la raison pour laquelle elle se concentre avant tout sur l'amélioration de la sécurité des véhicules et dans une moindre mesure sur l'infrastructure.

- La prévention tertiaire a pour objectif d'analyser les accidents. Elle s'appuie sur les données de l'accidentologie et sur les études plus spécifiques comme les études détaillées d'accidents ou les études de cas.³²

Tableau 1.1: Illustration de la matrice de Haddon³³

	Usagers	Véhicule	Environnement physique	Environnement social
Pré-événement (→ prévention primaire)	Compétence au volant ; Pressions de temps (pressé pour rentrer ?) Facultés affaiblies?	Conception automobile et tenue de route ; Système de freinage antiblocage Entretien de l'automobile	Conception de la route ; Limite de vitesse	Le recours au transport privé, plutôt qu'au transport public, accroît le volume de la circulation ; Respect des lois relatives aux ceintures de sécurité

³², Houria BENCHERIF : Etude de l'insécurité routière en Algérie : de l'usage des modèles au développement des politiques publiques, thèse de doctorat université Batna 2015, p19

³³ Idem, p20

Pendant l'évènement (→ prévention secondaire)	Port de la ceinture de sécurité ?	Coussins de sécurité gonflables fonctionnent ? (→ Taille de la voiture et résistance aux collisions)	Conditions météorologiques Glace sur la route ?	Qualité de l'aide d'urgence ; Aide des spectateurs
Post-évènement (→ prévention tertiaire)	Capacité de demander l'aide (téléphone disponible ?) ; Connaissance des premiers soins ?	Tendance de l'auto à prendre en feu	Accès au lieu de la collision par les véhicules d'urgence	Financement continu des services d'urgence

Conclusion

Pour conclure nous pouvons dire que les raisons des accidents de circulation sont multiples comme nous avons pu le constater dans ce présent chapitre. Néanmoins, l'être humain reste la cause principale de ce fléau, par son comportement non respectueux du code de la route et par sa nature imprévisible, ce qui constitue toujours un handicap majeur à la gestion de la problématique des accidents de la circulation. De ce fait, il est nécessaire de penser à une manière pour contrôler et adapter le comportement des gens sur les routes en le rendant plus courtois et responsable, afin d'obtenir une circulation moins agressive et moins meurtrière. Et dans le chapitre suivant nous allons étudier l'évolution des accidents sur l'autoroute Est-Ouest.

**CHAPITRE02 : Evolution annuelle des accidents
de la circulation en Algérie cas de l' autoroute Est-
Ouest**

Introduction

L'objectif de ce chapitre est premièrement d'étudier et d'analyser l'évolution des accidents de la circulation sur le territoire national sur la période allant de 1970 à 2016. Par la suite, étudier l'évolution de ce phénomène sur l'autoroute Est-Ouest sur la période allant de 2011 à 2016.

Nous terminerons ce chapitre par l'étude des principales causes des accidents sur l'autoroute Est-Ouest pour les deux années 2015 et 2016.

2.1 L'évolution annuelle des accidents de circulation en Algérie

2.1.1 Évolution annuelle du nombre d'accidents

Tableau 2.1 : Evolution annuelle du nombre d'accidents sur le territoire national (1970-2016)

Années	Accidents	Différence	Variation %
1970	24437	-	-
1971	24163	-274	-1.12
1972	23621	-542	-2.24
1973	25714	2093	8.86
1974	26560	846	3.29
1975	29484	2924	11.01
1976	31424	1940	6.58
1977	31111	-313	-0.99
1978	32616	1505	4.84
1979	32335	-281	-0.86
1980	33275	940	2.91
1981	36428	3153	9.47
1982	27742	-8686	-23.84
1983	29154	1412	5.09
1984	29497	343	1.18
1985	35308	5811	19.70
1986	34899	-409	-1.16
1987	34292	-607	-1.74

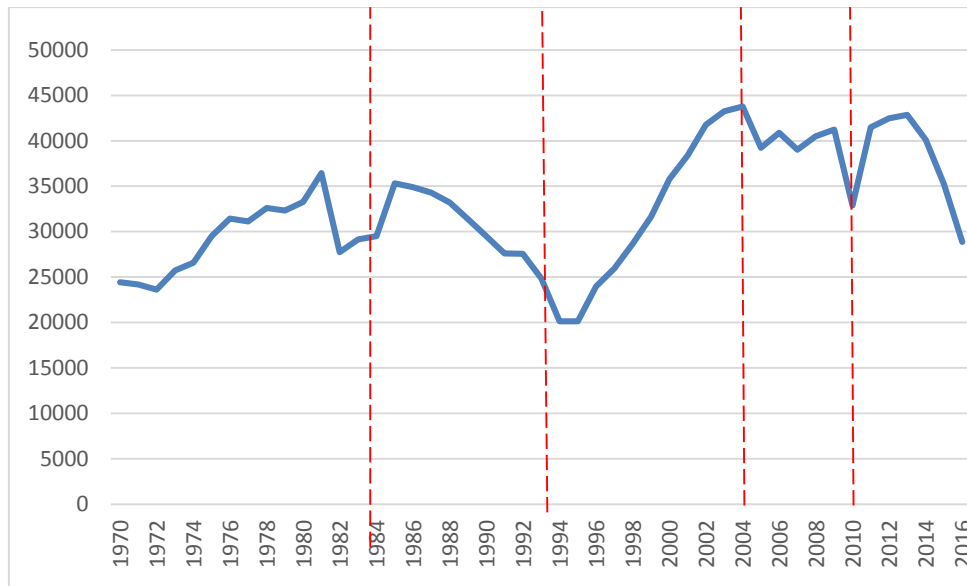
*L'évolution annuelle des accidents de la circulation en Algérie cas l'autoroute
Est-Ouest*

Chapitre 2

1988	33186	-1106	-3.22
1989	31372	-1814	-5.47
1990	29493	-1879	-5.99
1991	27585	-1908	-6.47
1992	27550	-35	-0.13
1993	24842	-2708	-9.83
1994	20141	-4701	-18.92
1995	20127	-14	-0.07
1996	23949	3822	18.99
1997	25930	1981	8.27
1998	28693	2763	10.65
1999	31639	2946	10.27
2000	35771	4132	13.06
2001	38393	2622	7.33
2002	41754	3361	8.75
2003	43227	1473	3.53
2004	43777	550	1.27
2005	39233	-4544	-10.38
2006	40885	1652	4.21
2007	39010	-1875	-4.59
2008	40481	1471	3.77
2009	41224	743	1.83
2010	32873	-8351	-20.26
2011	41467	8594	26.14
2012	42477	1010	2.43
2013	42846	369	0.87
2014	40101	-2745	-6.41
2015	35199	-4902	-12.22
2016	28856	-6343	-18.02

Source : Données du CNPSR.

Figure 2.1 : Evolution annuelle du nombre d'accidents sur le territoire national (1970-2016)



Source : Réalisée par nos soins à partir des données de tableau 2.1

A travers le tableau 2.1 et la courbe comparative de l'étude d'évolution annuelle du nombre d'accidents sur la période qui va de 1970 à 2016 on distingue 5 périodes principales :

La première période de 1970 à 1985 nous relevons une augmentation du nombre d'accidents avec un taux de variation de 44.48%, sur cette dernière nous avons remarqué un pic avec un nombre de 27742 accidents en 1982, cela peut être expliqué par le nouveau code de la route exigés par l'état algérien où ils ont effectué des procès à chaque erreur réalisé par les conducteurs.

La deuxième période allant de 1986 à 1994 nous remarquons une baisse du nombre d'accidents à 20141 accidents soit une diminution de -42.28% de 1994 par rapport à l'année 1986, cela peut être due à l'application de la loi 87-09 de 10 février 1987 relative à l'organisation, la sécurité et la police de la circulation routière.

La troisième période allant de 1995 à 2004 sur cette période le nombre d'accidents a enregistré une augmentation, jusqu'à atteindre le maximum avec 43777 accidents pendant tout la période d'étude, cela peut être expliqué par :

-l'applications de la loi 2001.

-La libéralisation du transport après avoir été monopolisé par l'état.

-une forte croissance du parc automobile.

La quatrième période 2005 à 2010 est caractérisée par une diminution du nombre d'accidents avec un taux de -16.21%

La cinquième période de 2010 à 2016 : sur cette période on remarque une tendance à la hausse jusqu'à 2013, depuis cette dernière (2013), le nombre d'accidents commencé à baisser cela peut être expliqué par les nouvelles réformes de code de la route.

2.1.2 Evolution annuelle du nombre de blessés

Tableau 2.2 : Evolution annuelle du nombre de blessés sur le territoire national (1970-2016)

Années	Blessés	Différence	Variation %
1970	19730	-	-
1971	20072	342	1.73
1972	21883	1811	9.02
1973	23423	1540	7.04
1974	24618	1195	5.10
1975	27954	3336	13.55
1976	27530	-424	-1.52
1977	27860	330	1.20
1978	30143	2283	8.19
1979	30118	-25	-0.08
1980	31928	1810	6.01
1981	35616	3688	11.55
1982	35347	-269	-0.75
1983	35596	249	0.70
1984	36612	1016	2.85
1985	37936	1324	3.62
1986	38548	612	1.61
1987	38012	-536	-1.39
1988	37937	-75	-0.20
1989	36565	-1372	-3.62

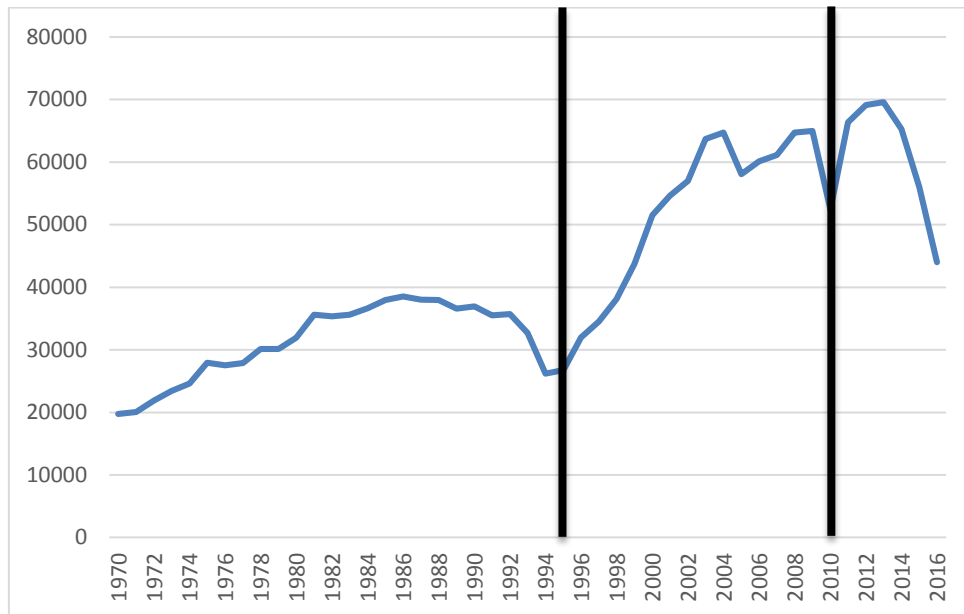
*L'évolution annuelle des accidents de la circulation en Algérie cas l'autoroute
Est-Ouest*

Chapitre 2

1990	36955	390	1.07
1991	35484	-1471	-3.98
1992	35726	242	0.68
1993	32689	-3037	-8.50
1994	26198	-6491	-19.86
1995	26768	570	2.17
1996	31952	5184	19.37
1997	34534	2582	8.08
1998	38092	3585	10.30
1999	43765	5673	14.89
2000	51506	7741	17.69
2001	54633	3127	6.07
2002	57013	2380	4.36
2003	63699	6686	11.73
2004	64714	1015	1.59
2005	58082	-6632	-10.25
2006	60120	2038	3.51
2007	61139	1019	1.69
2008	64708	3569	5.84
2009	64979	271	0.42
2010	52435	-12544	-19.30
2011	66361	13926	26.56
2012	69141	2780	4.20
2013	69582	441	0.64
2014	65263	-4319	6.21
2015	55994	-9269	-14.20
2016	44007	-11987	-21.41

Source : Données du CNPSR.

Figure 2.2 : Evolution annuelle du nombre de blessées sur le territoire national (1970-2016)



Source : Réalisée par nos soins sous Excel à partir des données de tableau 2.2

A partir du tableau 2.2 et la courbe (figure 2.2) qui représentent l'évolution annuelle de nombre de blessés on distingue trois grands périodes :

La première période qui va de 1970 à 1995, nous avons remarqué une augmentation continue du nombre de blessés soit une variation de 87.30%, excepté pour la sous période qui va de 1990 à 1995, où le nombre de blessés a connu une baisse de avec un taux de variation -27.56% cette baisse est liée à la baisse des accidents, car cette période est la période de terrorisme, nous remarquons donc qu'il existe une relation de corrélation directe entre le nombre d'accidents et le nombre de blessés.

La deuxième période allant de 1995 à 2010 cette période est caractérisée par une tendance à la hausse jusqu'à 2004 avec 26768 blessés en 1995 à 64714 blessés en 2004 cette hausse peut être expliquée par un changement dû après la fin de la période de terrorisme, après 2004 le nombre de blessés commence à connaître une baisse moyenne.

La troisième période 2010 à 2016 est caractérisée par une augmentation du nombre de blessés jusqu'à 2013, après 2013 le nombre de blessés commence à diminuer cela peut être expliqué par les nouvelles réformes du code de la route.

2.1.3 Evolution annuelle du nombre de tués

Tableau 2.3 : Evolution annuelle du nombre de tués sur le territoire national (1970-2016)

Années	tués	Différence	Variation %
1970	1374	-	-
1971	1484	110	8.01
1972	1601	117	7.88
1973	2106	505	31.54
1974	2313	207	9.83
1975	2579	266	11.5
1976	2862	283	10.97
1977	3061	199	6.95
1978	3046	-15	-0.49
1979	3114	68	2.23
1980	2967	-147	-4.72
1981	3216	249	8.39
1982	3134	-82	-2.55
1983	3315	181	5.77
1984	3628	313	9.44
1985	4134	506	13.95
1986	3948	-186	-4.5
1987	3699	-249	-6.31
1988	3473	-226	-6.11
1989	3241	-232	-6.68
1990	3410	169	5.21
1991	3208	-202	-5.92
1992	3654	446	13.90
1993	3673	19	0.52
1994	4022	349	9.50
1995	3621	-401	-9.97
1996	3381	-240	-6.63

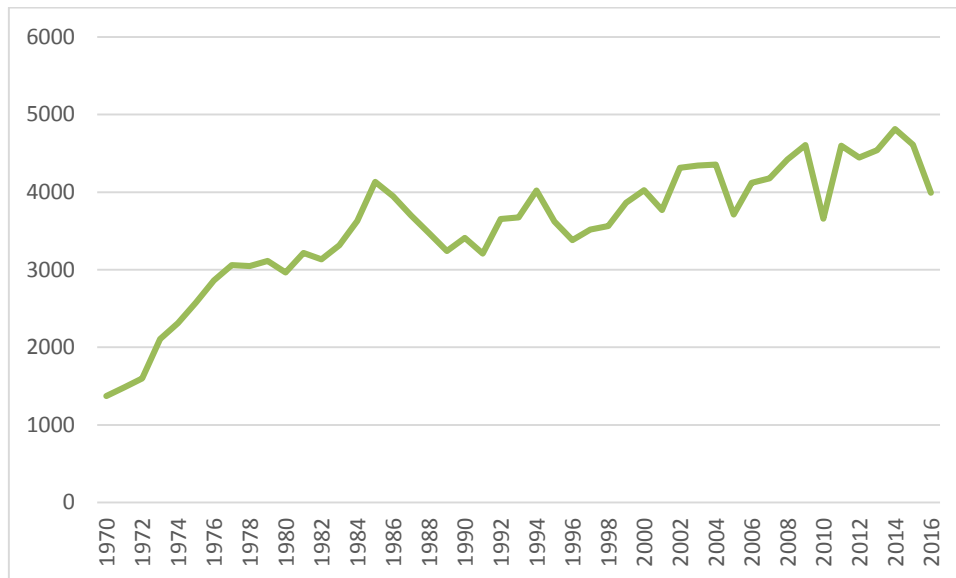
*L'évolution annuelle des accidents de la circulation en Algérie cas l'autoroute
Est-Ouest*

Chapitre 2

1997	3519	138	4.08
1998	3565	46	1.31
1999	3865	300	8.41
2000	4025	160	4.14
2001	3768	-257	-6.38
2002	4314	546	14.49
2003	4343	29	0.67
2004	4356	13	0.30
2005	3711	-645	-14.81
2006	4120	409	11.02
2007	4177	57	1.38
2008	4422	245	5.86
2009	4607	185	4.18
2010	3660	-947	-20.55
2011	4598	938	25.63
2012	4447	-151	-3.28
2013	4540	93	2.09
2014	4812	272	5.99
2015	4610	-202	-4.20
2016	3992	-618	-13.40

Source : Données du CNPSR.

Figure 2.3 : Evolution annuelle du nombre de tués sur le territoire national (1970-2016)



Source : Réalisée par nos soins à partir des données de tableau 2.3

D'après le tableau 2.3 et la figure 2.3 qui représentent l'évolution annuelle du nombre de tuée sur la période qui va de 1970-2016

Nous remarquons une augmentation du nombre de décès de 1374 décès en 1970 jusqu'à 4134 décès en 1985,et une légère diminution sur la période 1986 à 1990 avec un taux de variation de -13.63 % .

Sur la période qui va de 1992 à 2005 le nombre de tuée reste relativement stable, suivi par une légère augmentation de nombre de tués à partir de 2005 jusqu'à 2009 soit une variation de 24.14%.

Le nombre de décès est passé de 3660 tués en 2010 jusqu'à 4812 tués en 2014 soit une évolution de 31.47%.

A partir de 2014 le nombre de tués enregistre une évolution à la baisse passant de 4812 en 2014 à 3992 en 2016 soit une variation de -13.40%.

Le nombre de tués suivi les mêmes tendances avec le nombre d'accidents pour la plupart des périodes et dont les causes généralement en trouve qu'ils sont les mêmes causes.

2.1.4 Les Causes des accidents de circulation en Algérie

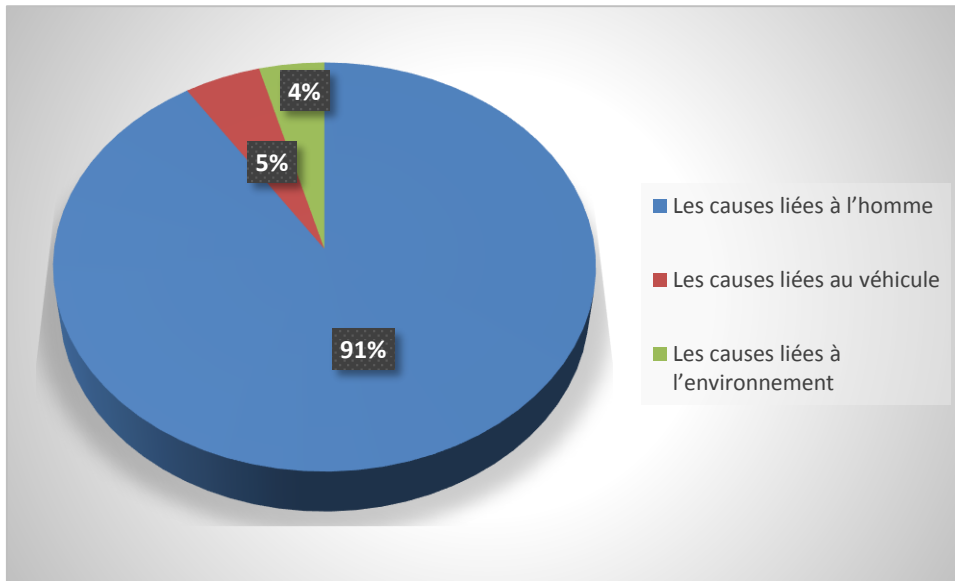
A ce stade, nous étudierons l'évolution des causes moyennes durant la période allant de 2005 à 2016

Tableau 2.4 : les causes moyennes des accidents en Algérie de 2005 à 2016.

	Les causes liées à l'homme	Les causes liées au véhicule	Les causes liées à l'environnement	Total
La moyenne	31795	1736	1479	35010
Le pourcentage %	91	5	4	100

Source : Réalisée par nos soins à partir des données de CNPSR

Figure 2.4 : les causes moyennes des accidents en Algérie de 2005 à 2016.

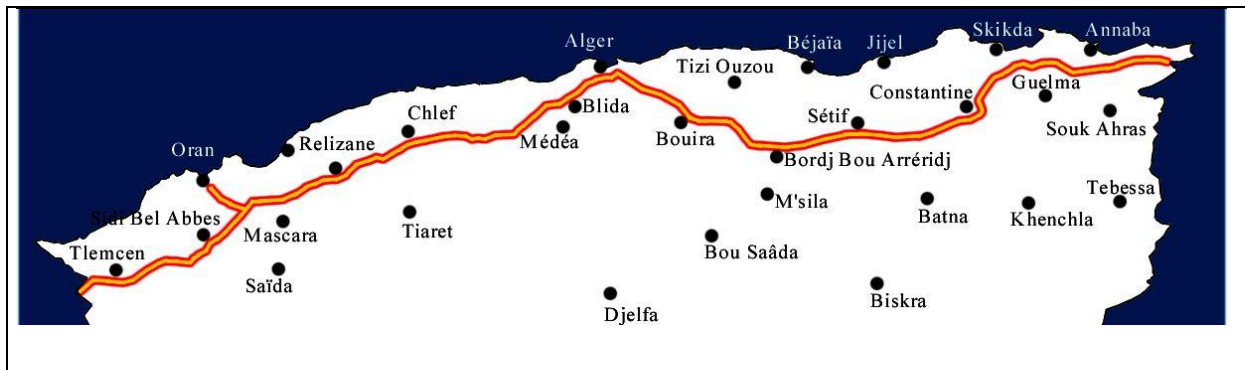


Source : Réalisée par nos soins à partir des données de tableaux 2.4

Le facteur humain est la cause principale des accidents avec un taux de 91% suivi par les facteurs liés au véhicule avec un taux de 5%, ensuite par les facteurs liés à l'environnement qui représentent 4%.

2-2 évolutions annuelles des accidents de circulation sur l'autoroute Est-Ouest (2011-2016)

Figure 2.5 : Carte géographique de l'autoroute Est-Ouest



Source : www.wikipedia.org

Le projet de l'autoroute Est-Ouest est dit projet du siècle en Algérie, l'autoroute Est-Ouest est partie intégrante de l'Autoroute de l'unité maghrébine. D'une longueur de 1216 km. L'idée de l'Autoroute Est-Ouest est née des années 70 sur la base de diverses études. Pour la concrétisation de cette décision les pouvoirs publique ont mis en place progressivement un dispositif juridique et règlementaire incluant des instruments institutionnels de base et les études, les travaux et les formations nécessaire. D'autre part Plusieurs décret et lois ministériels sont mise en place depuis les années 80, réagissent ainsi le déroulement des études et la réalisation de l'Autoroute Est-Ouest. La réalisation du projet Est-Ouest est confié à deux groupements le japonais COJAAL et le chinois CITIC-CRCC, sa réalisation peut engendrer plusieurs impacts sur l'économie Algérienne en générale et le trafic routier en particulier¹. Ce projet il a été officiellement remis en juin 2011.

¹ BELATTAF.M : Impacts socioéconomiques et environnementaux de l'autoroute Est-Ouest en Algérie, Laboratoire d'économie et de développement FSEGC université Bejaia journées du développement du GRES.

2.2 Evolution annuelle du nombre d'accidents, du tué et du nombre de blessés sur l'autoroute Est-Ouest

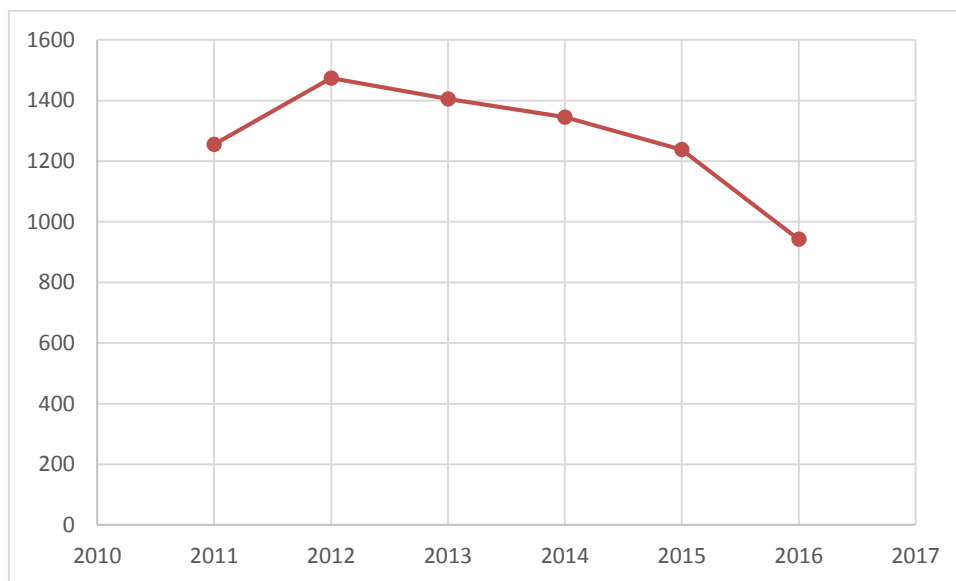
Tableau 2.5 : évolution annuelle de nombre d'accident, nombre de blessés et nombre de tuée

Années	Accidents	Tués	Blessés
2011	1255	219	2468
2012	1474	204	2719
2013	1405	208	2719
2014	1345	227	2438
2015	1238	342	2196
2016	942	215	1705

Source : données de commandements régionaux de la gendarmerie nationale

2 2-1 Evolution annuelle du nombre d'accidents sur l'autoroute Est-ouest

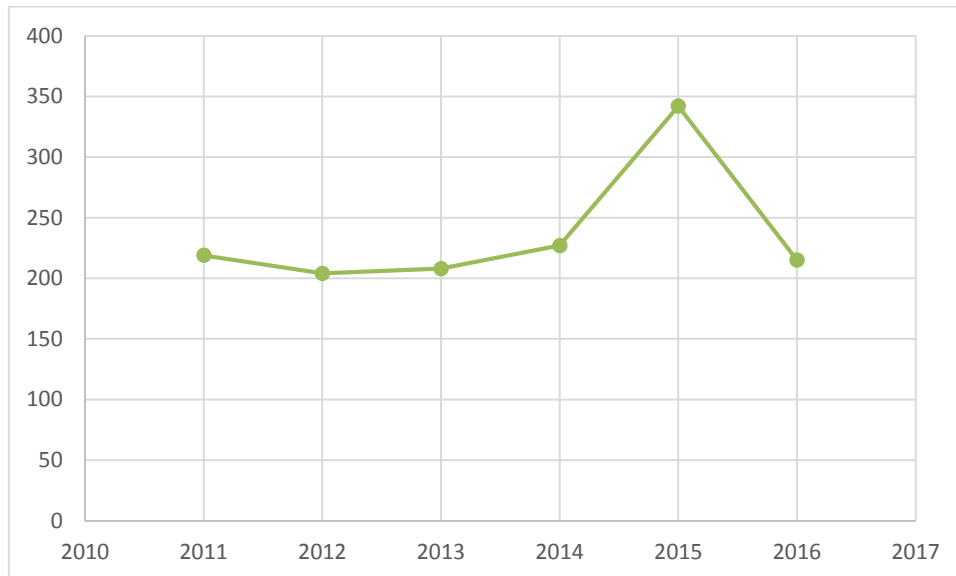
Figure 2.6 : Evolution annuelles du nombre d'accidents sur l'autoroute Est-ouest



Source : réalisée par nos soins à partir des données de tableau 2.5.

2.2.2 Evolution annuelle du nombre de tués sur l'autoroute Est-Ouest

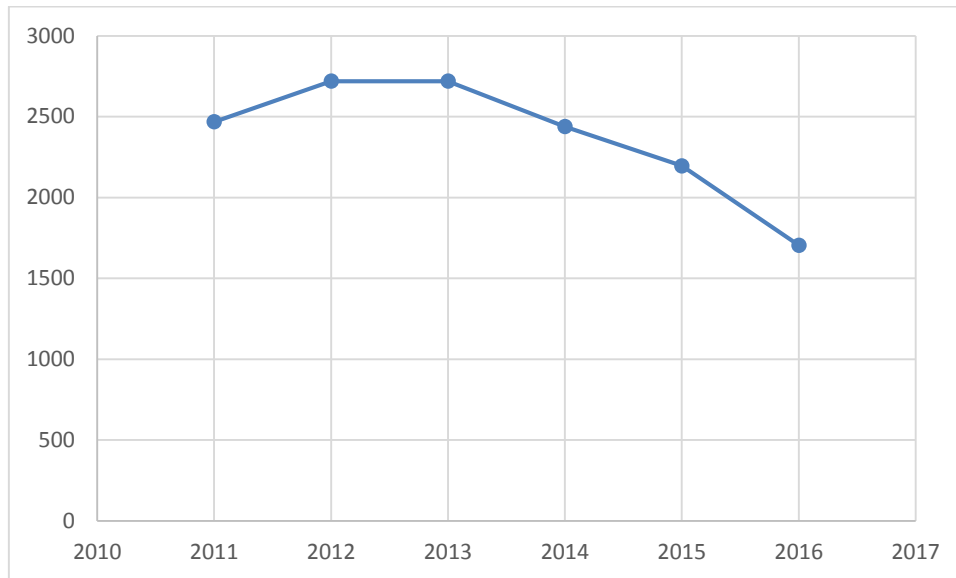
Figure 2.7 : Evolution annuelle du nombre de tués sur l'autoroute Est-ouest



Source : réalisée par nos soins à partir des données de tableau 2.5.

2.2.3 Evolution annuelle du nombre de blessés sur l'autoroute Est-Ouest

Figure 2.8 : évolution annuelle du nombre de blessés sur l'autoroute Est-ouest



Source : réalisée par nos soins à partir des données de tableau 2.5.

D'après l'étude réalisée (figure 2.6) nous remarquons une augmentation du nombre d'accidents de 1255 accidents en 2011 à 1474 accidents en 2012 soit une évolution de 17.45m% sur l'autoroute Est-ouest. Après 2012 le nombre d'accidents a enregistré une diminution où nous avons enregistré 1405 accidents en 2013 passant à 942 accidents en 2016. Cela peut être expliqué par les nouvelles réformes du code la route.

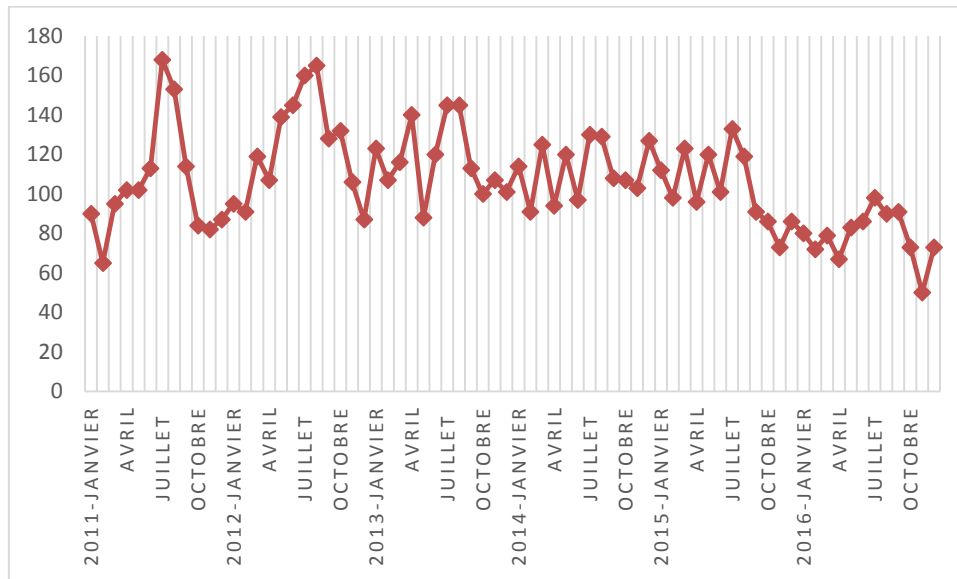
D'après l'étude de tableau 2.5 et de la figure 2.7 l'évolution du nombre de tués sur la période allant de 2011 à 2016 était moyennement stable et nous avons enregistré un pic avec 342 tués en 2015.

Selon la figure 2.8 l'évolution moyenne du nombre de blessés sur la période 2011 à 2016 était baissière passant de 2468 blessés en 2011 à 1705 blessés en 2016 soit une baisse de - 30.91%.

2-3 Evolution mensuelle des accidents sur l'autoroute Est-ouest (2011-2016)

2.3.1 Evolution mensuelle du nombre d'accidents sur l'autoroute Est-Ouest 2011-2016

Figure 2.9 : évolution mensuelle du nombre d'accidents sur l'autoroute Est-Ouest

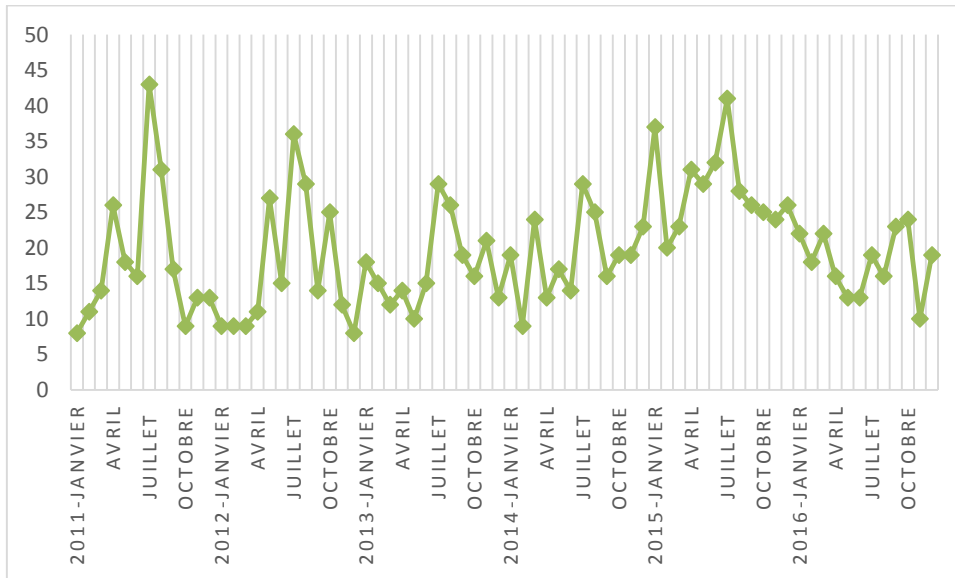


Source : réalisée par nos soins à partir des données de commandement régionaux de la gendarmerie nationale.

D'après la figure 2.9, nous remarquons que l'évolution mensuelle des accidents de circulation sur l'autoroute Est-Ouest sur la période qui va de 2011 à 2016 est caractérisée par des fluctuations à la hausse d'une part et des fluctuations à la baisse d'autre part ce qui met en évidence l'existence d'une saisonnalité marquée par les pics en mois de juillet de chaque année. Cela peut être dû à la saison estivale marquée par plusieurs mouvements, liés à l'entrée des immigrants pour passer leurs vacances, ainsi que les touristes et estivants. Elle atteint le maximum sur les deux premières années pour un nombre de 168 accidents en mois de juillet 2011, et un nombre de 165 accidents en mois d'août 2012, et cela peut être expliqué par l'excès de vitesse et le non-respect du code de la route sur cette Autoroute.

2.3.2 Evolution mensuelle du nombre de tués sur l'autoroute Est-Ouest 2011-2016

Figure 2.10 : Evolution mensuelle du nombre de tués sur l'autoroute Est-Ouest

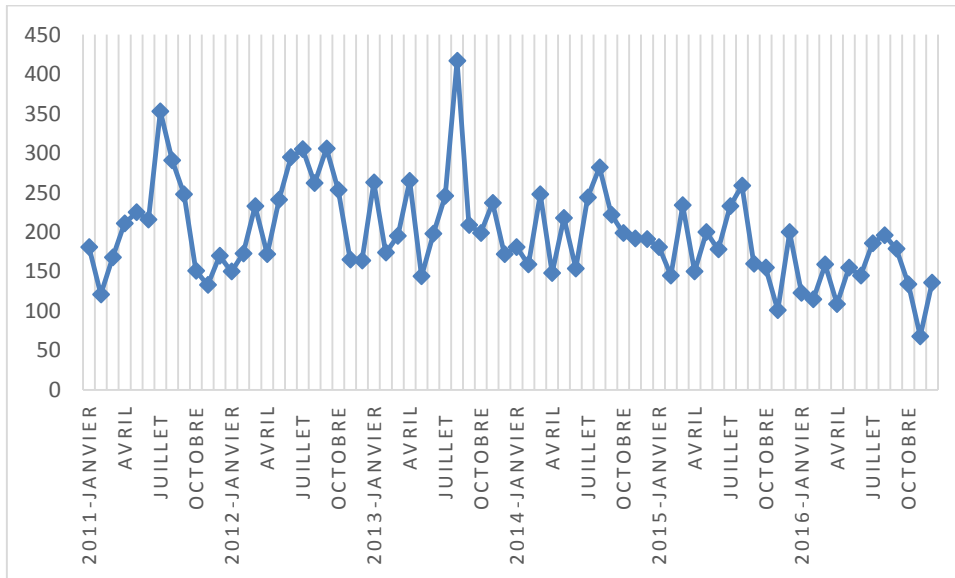


Source : réalisée par nos soins à partir des données de commandements régionaux de la gendarmerie nationale.

D'après la figure 2.10, nous remarquons que l'évolution mensuelle du nombre de tués sur l'autoroute Est-Ouest sur la période allant de 2011 à 2016 est caractérisée par des fluctuations à la hausse d'une part et des fluctuations à la baisse d'autre part. Elle a enregistré des pics avec 43 tués, 36 tués, 29 tués, 29 tués, 41 tués en mois de juillet des années 2011, 2012, 2013, 2014, et 2015 respectivement, ce qui confirme la présence d'une saisonnalité marquée par les pics des mois de juillet de chaque année.

2.3.3 Evolution mensuelle du nombre de blessés sur l'autoroute Est-Ouest 2011-2016

Figure 2.11 : Evolution mensuelle du nombre de blessés sur l'autoroute Est-Ouest



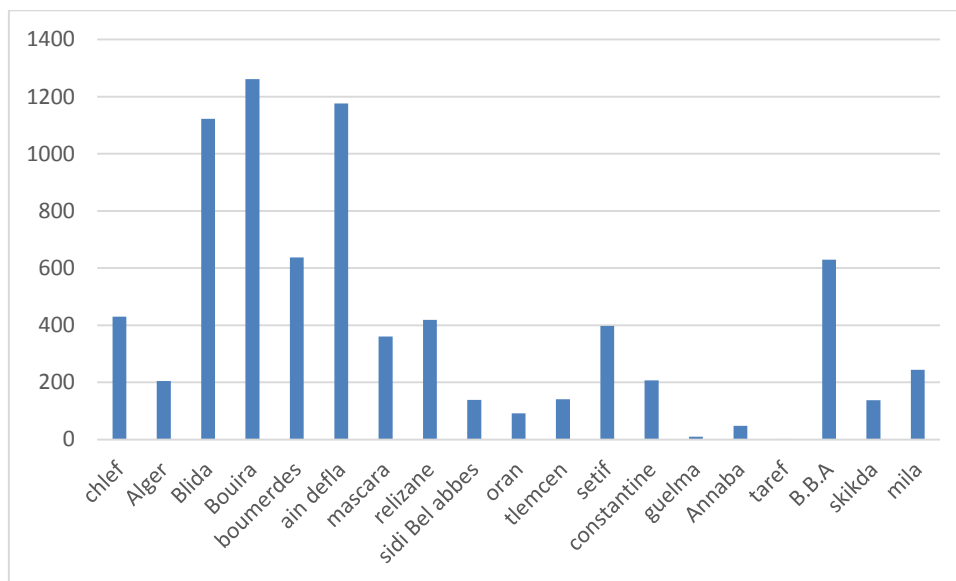
Source : réalisée par nos soins à partir des données des commandements régionaux de la gendarmerie nationale.

D'après la figure 2.11, nous avons remarqué que l'évolution mensuelle de blessés sur l'autoroute Est-Ouest sur la période allant de 2011 à 2016 est caractérisée par des fluctuations à la hausse d'une part et des fluctuations à la baisse d'autre part. Elle a enregistré un pic avec 417 blessés en mois d'Août 2013.

2.4 Répartition du nombre d'accidents, blessés et tués par wilaya sur l'autoroute Est-Ouest sur la période (2011-2016)

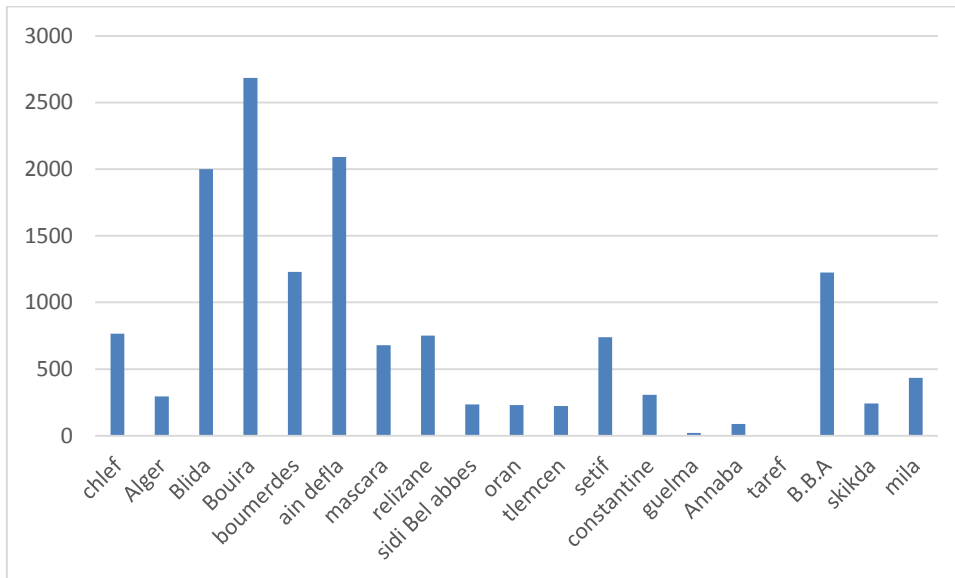
2.4.1 Répartition du nombre d'accidents, blessés et tués par wilaya sur la période (2011-2016)

Figure 2.12 : Répartition du nombre d'accidents



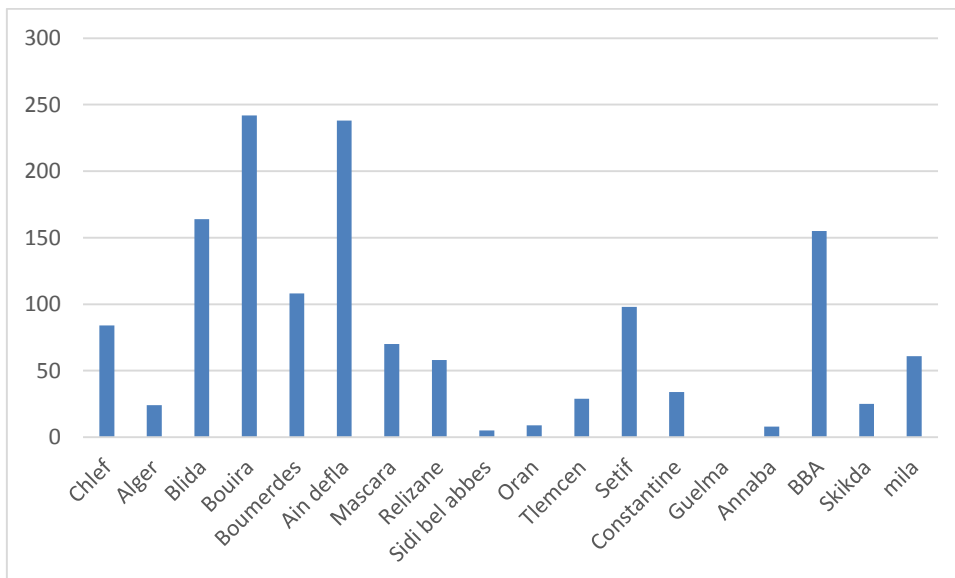
Source : réalisée par nos soins à partir des données de commandements régionaux de la gendarmerie nationale.

Figure 2.13 : Répartition du nombre de blessés



Source : réalisée par nos soins à partir des données de commandements régionaux de la gendarmerie nationale.

Figure 2.14 : Répartition du nombre de tués



Source : réalisée par nos soins à partir des données de commandements régionaux de la gendarmerie nationale.

Selon les trois figure 2.12 et 2.13 et 2.14 la répartition du nombre d'accidents de blessés et de tués, montre que la wilaya de Bouira est la wilaya qui occupe la première place en terme de nombre d'accidents avec 1261 accidents, 2685 blessés et 242 tués sur cette période d'étude. Cela peut être expliqué par l'absence de la sécurisation des voies et la dégradation de la route. En deuxième place on trouve la wilaya de Ain defla avec 1176 accidents, 2092 blessés et 238 tués, cela peut être dues par l'excès de vitesse et l'état de la route, puis on trouve la wilaya de Blida avec des nombres importants aussi : 1123 accidents, 2001 blessés et 164 tués. Puis en trouve les wilayas suivantes Boumerdes, Bordj Bou Arreridj, Chlef, rélizane et Sétif. Nous remarquons que le nombre d'accidents augmente dans les plus grandes villes de l'Algérie cela revient aux nombres des habitants ainsi l'ensemble des véhicules des différentes entreprises.

D'après cette étude nous avons remarqué que le nombre le plus élevés est enregistré sur les wilayas du centre.

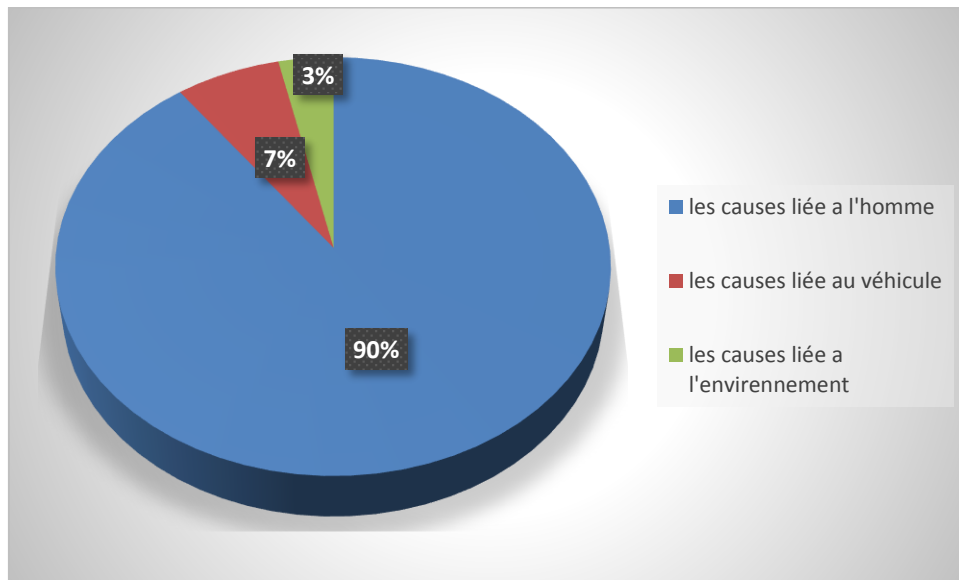
2.4.2 Répartition annuelle des causes moyennes des accidents de circulation sur l'autoroute Est-Ouest durant la période (2015-2016)

Tableaux 2.6 : Répartition annuelle des causes moyennes des accidents de circulation sur l'autoroute Est-Ouest durant la période (2015-2016)

	Les causes liées à l'homme	Les causes liées au véhicule	Les causes liées à l'environnement	Total
La moyenne	980	72	38	1090
Le pourcentage %	90	7	3	100

Source : données des commandements régionaux de la gendarmerie nationale.

Figure 2.18 : les causes moyennes des accidents sur l'autoroute Est-Ouest pour les deux années 2015 et 2016



Source : réalisée par nos soins à partir des données de commandements régionaux de la gendarmerie nationale.

Le facteur humain est la cause principale des accidents avec un taux de 90%, suivi par les facteurs liés au véhicule avec un taux de 7% et un taux de 3% pour les facteurs liés à l'environnement. Cette étude des causes montre que le facteur humain est la cause principale des accidents en première position, que ce soit sur les routes nationales ou bien sur l'autoroute Est-Ouest.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons essayé d'analyser l'évolution des accidents de circulation sur le territoire national en générale et sur l'autoroute Est-ouest particulièrement ainsi l'analyse des causes principale, et la répartition des accidents par zone et par wilaya sur l'autoroute Est-Ouest, qui nous a permis de constater que le nombre d'accidents le plus élevé est enregistré sur les wilayas du centre de l'autoroute Est-Ouest et que la wilaya de Bouira occupe la première place en terme d'accidents, de blessés et de tués.

L'être humain est la cause principale des accidents soit sur les routes nationale soit sur l'autoroute Est-Ouest.

**CHAPITRE03 : Rappels théoriques sur la
méthodologie de Box-Jenkins**

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 autorégressifs AR(p), moyennes mobiles MA (q), mixte ARMA (p, q), ARIMA, SARIMA et particulièrement, la méthode de Box et Jenkins.

3.1 Concepts de base

3.1.1 Le processus aléatoire¹

Un processus aléatoire est une suite de variables indexées dans le temps et définies sur un espace des états de la nature. On supposera par souci de simplicité que les dates d'observation sont équidistantes. Ainsi, pour chaque instant du temps, la valeur de la variable étudiée $\{X_t, t \in \mathbf{Z}\}$ est appelée variable aléatoire.

3.1.2 Le processus stationnaire²

Un processus stationnaire est un processus aléatoire caractérisé par le fait que sa propriété ne change pas au cours du temps. Il provient d'un système stable qui atteint un état stationnaire (on parle également d'équilibre statistique). On distingue :

¹ Georges Bresson, Alain Poirote : Econométrie des séries temporelles édition PUF, 1décembre 1995.

² Idem.

- La stationnarité au sens strict

Un processus stochastique $\{X_t, t \in \mathbf{Z}\}$ est dit strictement (ou fortement) stationnaire si pour tout « n » couples de temps $(t_1, \dots, t_n) \in \mathbf{Z}^n$, les vecteurs $(X_{t_1+h}, \dots, X_{t_n+h})$ et $(X_{t_1}, \dots, X_{t_n})$, $\forall h \in \mathbf{Z}$ ont une même loi de probabilité tel que $i=1, \dots, n$

- La stationnarité au second ordre

Un processus stochastique $\{X_t, t \in \mathbf{Z}\}$ est dit stationnaire au second ordre si:

$$E(X_t) = E(X_{t+h}) = \mu \quad (\text{De moyenne constante}).$$

$$\forall t \in \mathbf{Z}, E(X_t^2) < \infty$$

$$\text{cov}(X_t, X_{t+h}) = E[(X_t - \mu_t)(X_{t+h} - \mu_{t+h})] = \gamma(h)$$

La fonction $\gamma(h)$ est dite fonction d'auto covariance du processus.

3.1.3 Bruit blanc

Un bruit blanc (ξ_t) est une suite de variables aléatoires non corrélées de moyenne nulle et de variance constante σ_ε^2 :

$$- E(\xi_t) = 0.$$

$$- \text{VAR}(\xi_t) = \sigma_\varepsilon^2 .$$

$$- \text{COV}(\xi_t, \xi_{t+h}) = 0. \quad \forall h \neq 0..$$

3.1.4 La fonction d'autocorrélation

On distingue deux fonctions d'autocorrélation

- La fonction d'autocorrélation simple

Soit X_t un processus stationnaire, la fonction $P(h) = \frac{\text{COV}[X_t, X_{t+h}]}{\sqrt{V(X_t)V(X_{t+h})}}$ est appelée fonction

d'autocorrélation du processus X_t , son graphe est appelé corrélogramme.

- La fonction d'autocorrélation partielle³

La fonction d'autocorrélation partielle s'intéresse à l'étude de la corrélation entre X_t et X_{t-h} où l'influence des variables X_{t-h+i} , a été retirée.

Soit la matrice des corrélations symétriques formées des (h-1) premières autocorrélations :

$$P_h = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \dots & \dots & \rho_{h-1} \\ \rho_1 & 1 & \dots & \dots & \rho_{h-2} \\ \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot \\ \rho_{h-1} & \rho_{h-2} & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad h \in \mathbb{N}$$

La fonction d'autocorrélation partielle est donnée par : $\rho_{hh} = \frac{|P_h^*|}{|P_h|}$

Avec la fonction $|P_h^*|$ est le déterminant de la matrice P_h^* obtenue à partir de P_h , en remplaçant la dernière colonne de celle-ci par le vecteur (ρ_1, \dots, ρ_h) ainsi :

$$P_h^* = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \dots & \dots & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \dots & \dots & \rho_2 \\ \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot \\ \rho_{h-1} & \rho_{h-2} & \dots & \dots & \rho_h \end{bmatrix}$$

NB : La représentation graphique de $\rho(h)$ est appelée corrélogramme.

3.2 Les modèles de base

3.2.1 Le modèle Auto Régressif (AR)

Un processus d'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 :

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

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

³ R. Bourbonnais et M. Terraza. " Analyse des séries temporelles. Application à l'économie et à la gestion ", édition Dunod, p.179,

$$y_t - \phi_1 y_{t-1} - \phi_2 y_{t-2} - \dots - \phi_p y_{t-p} = \epsilon_t \Leftrightarrow$$

$$y_t - \phi_1 D y_t - \phi_2 D^2 y_t - \dots - \phi_p D^p y_t = \epsilon_t \Leftrightarrow$$

$$(1 - \phi_1 D - \phi_2 D^2 - \dots - \phi_p D^p) y_t = \epsilon_t \Leftrightarrow$$

$$\Phi(D) y_t = \epsilon_t$$

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.

-Le processus AR(1)

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

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

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

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

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

-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 :

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

et de proche en proche, on arrive à :

$$y_t = \phi_1^{t-1} y_1 + \phi_1^{t-2} \epsilon_2 + \dots + \phi_1^2 \epsilon_{t-2} + \phi_1 \epsilon_{t-1} + \epsilon_t$$

En utilisant la condition d'initialisation du processus $y_0 = 0$, on obtient $y_1 = \epsilon_1$ et donc :

$$y_t = \phi_1^{t-1} \epsilon_1 + \phi_1^{t-2} \epsilon_2 + \dots + \phi_1^2 \epsilon_{t-2} + \phi_1 \epsilon_{t-1} + \epsilon_t$$

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

$$E(y_t) = 0,$$

$$V(y_t) = (1 + \phi_1^2 + (\phi_1^2)^2 + \dots + (\phi_1^2)^{t-1}) \sigma_\epsilon^2 = \left(\frac{1 - (\phi_1^2)^t}{1 - \phi_1^2} \right) \sigma_\epsilon^2,$$

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

avec $\sigma_\epsilon^2 = V(\epsilon_t)$.

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

$$E(y_t) = 0,$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} V(y) = \frac{\sigma_\epsilon^2}{1 - \phi_1^2}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \text{cov}(y_t, y_{t-\tau}) = \frac{\phi_1^\tau \sigma_\epsilon^2}{1 - \phi_1^2}$$

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

-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.

- 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 :

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

-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).

-Identification d'un processus AR(p)

Le processus (y_t) s'écrit

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

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

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

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 :

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

-Estimation des paramètres du processus AR(p)

Considérons le modèle autorégressif d'ordre p suivant :

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

Où (ϵ_t) désigne un bruit blanc. Afin d'estimer les paramètres $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$, l'application de la méthode classique des MCO est licite si le nombre d'observations est suffisant (souvent dans la pratique $n > 15$).

3.2.2 Le modèle Moyenne Mobile (MA)

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

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

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

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

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 .

-Le processus MA (1)

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

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

-Condition d'inversibilité d'un processus MA (1)

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

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

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.

-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.

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

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

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

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

-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 ρ_τ par $\hat{\rho}_\tau$, on obtient un système non linéaire de q inconnues à q équations suivant :

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

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

3.2.3 Le modèle 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 :

$$y_t - \phi_1 y_{t-1} - \phi_2 y_{t-2} - \dots - \phi_p y_{t-p} = \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \theta_2 \epsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \epsilon_{t-q}, \Leftrightarrow$$

$$\Phi(D)y_t = \Theta(D)\epsilon_t$$

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 $\Theta(D)y_t=0$ se situent à l'extérieur de disque unité.

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

3.2.4 Le modèle ARIMA (p, d, q)

On appelle processus ARIMA (p,d,q) un processus X_t pour lequel le processus différencié d'ordre d, $Y_t = (1 - \beta)^d X_t = (\Delta^d X_t)$ vérifie une relation de récurrence ARMA(p,q), donc, le processus X_t suit un ARIMA(p,d,q), il est défini par l'équation suivante :

$$\phi(\beta)(1 - B)^d X_t = \theta(\beta)\epsilon_t$$

Où :

$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$: Polynôme autorégressif d'ordre p ;

$\theta(B) = 1 + \theta_1 B + \theta_2 B^2 + \dots + \theta_q B^q$: Polynôme moyenne mobile d'ordre q ;

ε_t est un bruit blanc.

3.2.5 Le modèle SARIMA (p , d , q) (P D Q)

On appelle processus SARIMA (p,d,q) (P,D, Q) un processus X_t pour lequel le processus différencié d'ordre d, $Y_t = (1 - \beta)^d (1 - B^s)^D X_t = \Delta^d \Delta_s^D X_t$ vérifie une relation de récurrence ARMA(p,q), On aura donc l'équation suivante :

$$\phi(B) \phi_s(B^s) (1-B)^d (1-B^s)^D X_t = \theta(B) \theta_s(B^s) \varepsilon_t$$

Où :

$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$: Polynôme autorégressif non saisonnier d'ordre p.

$\phi_s(B) = 1 - \phi_{1s} B^s - \phi_{2s} B^{2s} - \dots - \phi_{ps} B^{Ps}$: Polynôme autorégressif saisonnier d'ordre P.

$\theta(B) = 1 + \theta_1 B + \theta_2 B^2 + \dots + \theta_q B^q$: Polynôme moyenne mobile non saisonnier d'ordre q.

$\theta_s(B) = 1 + \theta_{1s} B^s + \theta_{2s} B^{2s} + \dots + \theta_{qs} B^{Qs}$: Polynôme moyenne mobile saisonnier d'ordre Q.

$(1-B)^d$: Opérateur de différence d'ordre d.

$(1-B^s)^D$: Opérateur de différence saisonnière d'ordre D. s : correspond à la saisonnalité.

ε_t est un bruit blanc.

3.3 Les étapes de la méthode box-jenkins

L'approche de Box & Jenkins (1976) consiste en une méthodologie d'étude systématique des séries chronologiques à partir de leurs caractéristiques afin de déterminer, dans la famille des modèles ARIMA, le plus adapté à représenter le phénomène étudié. Trois étapes principales sont définies⁴.

3.3.1 Etape d'identification

⁴ Econométrie 4^{ème} édition .DUNOD, Regis BOURBONNAIS, Paris, 1993.P : 247.

Cette étape consiste à identifier le modèle adéquat dans la classe ARIMA pour représenter la série, en déterminant les paramètres (p,d,q). Elle est fondée sur l'étude des corrélogrammes simple et partiel, afin de détecter la présence d'une tendance (apparition des pics importants pour la majorité des retards) et/ou d'une saisonnalité (apparition des pic importants pour les retards S, 2S, 3S.....S=4 pour les données trimestrielles, S=12 pour les données mensuelles). Pour confirmer les résultats d'étude des corrélogrammes, en fait recours au test de Fisher (pour l'analyse de la saisonnalité) et au test de Dickey-Fuller (pour l'analyse de la tendance).

- analyse de la saisonnalité

- Test de fisher⁵

Soit :

N : le nombre d'années :

P: la périodicité (p=4 données trimestrielles, p=12 donnée mensuelles) ;

X_{ij} : la valeur de la chronique pour la $i^{\text{ème}}$ année ($i=1\dots N$) et la $j^{\text{ème}}$ période ($j=1\dots p$),

$\bar{X} = \frac{1}{N \times p} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^p X_{ij}$, moyenne générale de la chronique sur $N \times P$ observation

$V_p = \frac{N \sum_{j=1}^p (X_{.j} - \bar{X})^2}{p-1}$ (variance période), tel que $X_{.j} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_{ij}$ moyenne période

$V_r = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^p (X_{ij} - X_{i.} - X_{.j} + \bar{X})^2}{(p-1)(N-1)}$ (variance résidus), $X_{i.} = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p X_{ij}$ moyenne année

Test d'hypothèse H_0 : pas d'existence d'une saisonnalité

Pour effectuer ce test, le $F_c = \frac{V_p}{V_r}$ suit une loi de fisher avec (p-1) et (p-1)(N-1) degré de liberté

au seuil de 5%, le test permet de rejeter H_0 si $F_c > F_{0.05, (p-1), (p-1)(N-1)}$.

- Dessaisonalisation

⁵ Analyse des séries chronologiques en économie BOURBONNAIS et M.TERAZA P : 17.

Désaisonnaliser une chronique, c'est éliminer la saisonnalité sans modifier les autres composantes de la chronique⁶ (Tendance, trend) notée T_t , Composante saisonnière notée S_t , Composante résiduelle notée ξ_t), pour ce faire, il faut déterminer le modèle de composition des trois composantes :

-Le modèle additif⁷ : On suppose que les composantes T_t , S_t , et ξ_t sont indépendantes les unes des autres, on considère que $X_t = T_t + S_t + \xi_t$,

- Le modèle multiplicatif : On suppose que les variations saisonnières dépendent de la tendance, et on considère que $X_t = T_t \times S_t \times \xi_t$ (c'est le modèle utilisé généralement);

Le choix du modèle (méthode de la bande) : On utilise le graphe de la série et la droite passant par les minima et celle passant par les maxima, si ces deux droites sont parallèles le modèle est Additif, au contraire elles ne sont pas parallèles le modèle préconisé est donc multiplicative.

-analyse de la tendance

En analyse des séries chronologiques, notamment étude d'existence d'une tendance, deux types de processus sont distingués :

- **Les processus TS** (Trend Stationary) : Ils représentent une non stationnarité de type déterministe, et ils sont représentés par l'équation: $X_t = F(t) + \xi_t$,

Où : $F(t)$ est une fonction polynomiale du temps (généralement elle est d'ordre 1), ξ_t est un processus stationnaire, alors $X_t = a_0 + a_1 t + \xi_t$

Le processus TS n'est pas stationnaire, car $E(X_t) = a_0 + a_1 t$ dépend du temps.

- **Les processus DS** (Differency Stationary) : Ils représentent une non stationnarité de type aléatoires (stochastique), ils sont représentés par l'équation : $(1-D)^d X_t = b + \xi_t$.

Où, D est l'opérateur décalage, d l'ordre du filtre aux différences, b une constante réelle et ξ_t est un processus stationnaire.

Ces processus sont souvent représentés en utilisant le filtre aux différences premières, alors : $X_t = X_{t-1} + b + \xi_t$,

⁶ Idem P : 27

⁷ Introduction-series-chronologiques_chapitre-1.pdf, Florence NICOLAU, Univ de Nice.

- **Tests de Dickey-Fuller simple (1979)⁸**

Les tests de Dickey-Fuller (DF) permettent de déterminer la stationnarité ou la non stationnarité d'une série chronologique par la détection d'une tendance, qu'elle soit déterministe ou aléatoire.

Les modèles servant de base à la construction de ces tests, et qu'on estime par la méthode des moindres carrés ordinaires, sont au nombre de trois :

- Modèle [1] : $X_t = \Phi X_{t-1} + \varepsilon_t$ modèle AR(1) ;
- Modèle [2] : $X_t = \Phi X_{t-1} + c + \varepsilon_t$ modèle AR(1) avec constante ;
- Modèle [3] : $X_t = \Phi X_{t-1} + bt + c + \varepsilon_t$ modèle AR(1) avec tendance et constante.

$\varepsilon_t \rightarrow iid(0, \sigma_\varepsilon^2)$ (bruit blanc).

Les hypothèses de test sont :

$H_0: \Phi = 1$ contre $H_1: |\Phi| < 1$

Soit $t_\Phi = \Phi / \sigma_\Phi$

Si la statistique $t_\Phi \geq t_t$ (statistique de Dickey-Fuller tabulée) on accepte l'hypothèse H_0 , alors il existe une racine unitaire, le processus n'est pas stationnaire.

- **Tests de Dickey-Fuller augmenté**

Dans le test de DF, ξ_t est supposé par hypothèse, bruit blanc. Or il n'y a aucune raison de considérer que l'erreur soit non corrélée, à cet effet, les tests de Dickey-Fuller Augmenté (DFA, 1981) ont pris en compte cette hypothèse.

Le principe des tests est fondé sous l'hypothèse alternative $|\Phi_1| < 1$, sur l'estimation par la méthode des MCO des trois modèles suivant :

- Modèle 04 : $\Delta X_t = \rho X_{t-1} - \sum_{j=2}^p \Phi_j \Delta X_{t-j+1} + \varepsilon_t$
- Modèle 05 : $\Delta X_t = \rho X_{t-1} - \sum_{j=2}^p \Phi_j \Delta X_{t-j+1} + c + \varepsilon_t$
- Modèle 06 : $\Delta X_t = \rho X_{t-1} - \sum_{j=2}^p \Phi_j \Delta X_{t-j+1} + bt + c + \varepsilon_t$

⁸Regis BOURBONNAIS Econométrie 4^{ème} édition .DUNOD, Paris, 1993.P : 233.

Avec :

$$\rho = \Phi - 1$$

$$\varepsilon_t \rightarrow iid(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (\text{bruit blanc})$$

Les tests se déroulent de la même manière que les tests de DF simple, seul les tables statistique diffèrent. La valeur de p peut être déterminée selon les critères de Akaike ou Schwartz, ou encore partant d'une valeur suffisamment importante de p , on estime un modèle à p -i retards ; puis à $p-2$ retard, jusqu'à ce que le coefficient du $p^{\text{ième}}$ retard soit significatif.

- **La procédure de test de Phillips et Perron⁹**

Une telle approche a été développée par Phillips (1987), Phillips et Perron (1988) et Perron (1986, 1988) : les hypothèses faites sur les erreurs sont beaucoup moins restrictives.

L'idée est que des erreurs récentes peuvent être dépendantes, mais des erreurs très distantes l'une de l'autre dans le temps sont indépendantes. Les résultats asymptotiques sont fondés sur la théorie de la convergence faible fonctionnelle (Billingsley, 1968) et permettent de généraliser dans un cadre unifié les résultats antérieurs concernant la marche aléatoire et des processus ARIMA plus généraux contenant une racine unitaire.

Une caractéristique particulièrement intéressante des statistiques transformées qu'ils proposent Perron (1988) est que leur distribution asymptotique est identique à celles dérivées par Dickey et Fuller. Ceci implique que la procédure de test de Phillips et Perron peut être utilisée en se référant aux valeurs critiques asymptotiques tabulées par Dickey et Fuller même si elle permet de spécifier de manière beaucoup plus générale les séries chronologiques étudiées.

L'avantage principal de l'approche de Phillips et Perron (1988) est que le calcul des statistiques transformées requiert seulement : dans un premier temps, l'estimation par les MCO d'un modèle autorégressif du premier ordre (correspondant à l'un des modèles de la procédure de test de Dickey et Fuller) et le calcul des statistiques associées, et dans un deuxième temps, l'estimation d'un facteur de correction fondé sur la structure des résidus de cette régression, faisant appel à leur variance de long terme.

Un estimateur convergent de σ_μ^2 est simplement la variance estimée des résidus dans le modèle alternatif considéré. Différents estimateurs convergents de la variance de long terme sont

⁹Regis BOURBONNAIS Econométrie 4^{ème} édition .DUNOD, Paris, 1993

envisageables, mais Phillips et Perron (1988) optent pour celui proposé par Newey et West (1987) fondé sur la méthode du noyau qui fait intervenir un paramètre de troncature analogue à celui que nous avons déjà rencontré dans la procédure de test de Said et Dickey (1984).

Cependant il est aujourd'hui possible d'utiliser une procédure pour fixer ce paramètre de manière optimale en s'inspirant de celle mise au point par Andrews (1991) et Andrews et Monahan (1992) pour l'estimation robuste de la matrice de variances-covariances en présence d'autocorrélation et/ou d'hétéroscédasticité.

- **recherche de la stationnarité**

- Pour stationnariser un processus de type TS ($X_t = a_0 + a_1t + \xi_t$), en retranchant de la valeur X_t en t la valeur estimée $\hat{a}_0 + \hat{a}_1t$ (estimation MCO) ;
- Pour stationnariser un processus de type DS il suffit d'appliquer au processus le filtre aux différences.

- **Identification des paramètres p et q ¹⁰**

La détermination des paramètres, p et q , est fondée sur la forme des fonctions d'autocorrélation simples et partielles de la série transformée (Comme le montre le tableau ci-après).

- Si le corrélogramme simple n'a que ses « q » premiers termes ($q = 3$ au maximum) différents de zéro et que les termes du corrélogramme partiel diminuent lentement, nous pouvons pronostiquer un MA (q) ;
- Si le corrélogramme partiel n'a que ses « p » premiers termes ($p = 3$ au maximum) différents de zéro et que les termes du corrélogramme simple diminuent lentement, cela caractérise un AR (p) ;
- Si les fonctions d'autocorrélation simples et partielles ne paraissent pas tronquées, il s'agit alors d'un processus de type ARMA dont les paramètres dépendent de la forme particulière des corrélogramme.

¹⁰ Econométrie 4^{ème} édition .DUNOD, Regis BOURBONNAIS, Paris, 1993.P : 247.

Tableau 3.1¹¹ : propriété des fonctions des autocorrélations simple et partielle

Processus	FAC	FAP
AR(1)	Décroissance exponentielle ($\phi_1 > 0$) ou sinusoïdale amortie ($\phi_1 < 0$)	Pic significatif pour le premier retard : positif si $\phi_1 > 0$ et négatif si $\phi_1 < 0$, les autres coefficients nuls pour les retards >1.
AR(2)	Décroissance exponentielle ou sinusoïdale selon les signes de ϕ_1 et ϕ_2	Pics significatifs pour le premier et le second retard les autres coefficients nuls pour les retards >2.
AR(q)	Décroissance exponentielle et/ou sinusoïdale	Pics significatifs pour les p premiers retards, les autres coefficients nuls pour les retards > p
MA(1)	Pic significatif pour le premier retard : positif si $\theta_1 > 0$ et négatif si $\theta_1 < 0$, les autres coefficients nuls pour les retards >1.	Décroissance exponentielle ($\theta_1 > 0$) ou sinusoïdale amortie ($\theta_1 < 0$)
MA(2)	Pics significatifs pour le premier et le second retard les autres coefficients nuls pour les retards >2.	Décroissance exponentielle ou sinusoïdale selon les signes de θ_1 et θ_2
MA(q)	Pics significatifs pour les q premiers retards, les autres coefficient nuls pour les retards > q	Décroissance exponentielle et/ou sinusoïdale
ARMA(1.1)	Décroissance géométrique à partir du premier retard, le signe est déterminé par $\phi_1 - \theta_1$	Décroissance exponentielle ($\theta_1 > 0$) ou sinusoïdale amortie ($\theta_1 < 0$)

¹¹ Econométrie 4^{ème} édition .DUNOD, Regis BOURBONNAIS, Paris, 1993. p : 242.

ARMA(p,q)	Décroissance exponentielle ou sinusoïdale amortie tronquée après p-q retards.	Décroissance exponentielle ou sinusoïdale amortie tronquée après p-q retards.
-----------	---	---

Concernant le paramètre d, c'est l'ordre du filtre aux différences.

3.3.2 Estimation des paramètres

Cette étape vise à estimer les paramètres des modèles adéquats et parcimonieux retenus à l'étape d'identification, et cela en se basant sur le principe de maximum de vraisemblance ou la méthode des moindres carrés ordinaires, sachant que les résidus suivent une loi normal $N(0, \delta^2)$.

3.3.3 Validation des modèles

Cette étape consiste à la validation des résultats obtenus dans l'étape d'estimation, en se basant sur les tests suivant :

- Tests concernant les paramètres du modèle (tests globaux).
- Tests concernant les termes d'erreurs ε_t .
- Tests de comparaison entre les modèles.

• Tests globaux

Les coefficients du modèle doivent être significativement différents de zéro (test de STUDENT). Si les coefficients ne sont pas significatifs, il convient alors de procéder à une nouvelle identification en éliminant l'ordre du modèle AR ou MA non valide.

• Tests concernant les termes d'erreurs ε_t ¹²

L'analyse des résidus s'effectue à partir de deux critères à respecter :

- La nullité de la moyenne L'hypothèse selon laquelle les ξ_t forment un bruit blanc (les statistiques Q et Q* de Box-Pierce et L. Jung-Box permettent de tester cette hypothèse).
- **Le test de Box-Pierce**¹³

Les hypothèses du test :

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$$

¹² ¹² Econométrie 4^{ème} édition .DUNOD, Regis BOURBONNAIS, Paris, 1993.P : 249

¹³ Idem p : 229.

H_1 : il existe au moins un ρ_i significativement différent de 0.

Pour effectuer ce test, on a recours à la statistique Q de Box-Pierce qui est donnée par :

$$Q = n \sum_{k=1}^h \rho_k^2 \text{ tel que :}$$

h : le nombre de retard.

ρ_k : Autocorrélation empirique d'ordre k .

sn : Nombre d'observations.

La statistique Q^* est distribuée de manière asymptotique comme une χ^2 à h degré de liberté.

Si $Q > \chi^2$ lu dans la table au seuil $(1 - \alpha)$ et h degré de liberté, nous rejetons donc l'hypothèse de bruit blanc au seuil α .

-Test de Ljung-Box

La statistique Q^* de Ljung-Box est définie comme suit :

$$Q^* = n(n+2) \sum_{k=1}^h \frac{\rho_k^2}{n-k} . Q^* \text{ est aussi distribuée selon un } \chi^2 \text{ à } h \text{ degré de liberté et}$$

dont les règles de décisions sont identiques aux précédentes.

3.3.4 Prévision¹⁴

- **transformation de la série**

Pour stationnariser la série ou identifier le processus étudié à un processus ARMA, on a appliqué différentes transformations (exemple différenciation dans le cas d'une série Intégrée d'ordre 1, il est nécessaire lors de la phase de prévision de prendre en compte la transformation retenue et de "recoler 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.

¹⁴ Econométrie Appliquée Séries Temporelles, UFR Economie Appliquée. Cours de C. Hurlin (Chapitre 4).

- Si la transformation résulte de l'application d'un filtre linéaire (de type par exemple différences premières), on réalise les prévisions sur la série filtrée stationnaire et l'on reconstruit ensuite par inversion du filtre les prévisions sur la série initiale.

- **Prédicteur pour un processus ARMA**

On considère un processus ARMA(p, q) tel que :

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

Avec :

ϕ_1, \dots, ϕ_p et $\theta_0, \dots, \theta_q$ sont des réels,

ε_t iid (bruit blanc).

Appliquons de théorème de Wold au processus $\{x_t, t \in \mathbb{Z}\}$ et considérons la forme MA(∞) correspondante :

$$X_t = \sum_{j=0}^{\infty} \pi_j \xi_{t-j}$$

Il s'ensuit que la meilleure prévision que l'on peut faire de X_{t+1} compte tenu de toute

l'information disponible jusqu'à la date t, notée $\hat{X}_t(1)$, est donnée par :

$$\begin{aligned} \hat{X}_t(1) &= E(X_{t+1} | X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_0) \\ &= E(X_{t+1} | \xi_t + \xi_{t-1} + \xi_{t-2} + \dots + \xi_0) \\ &= \sum_{j=1}^{\infty} \pi_j \xi_{t+1-j} \end{aligned}$$

Plus généralement pour une prévision à un horizon k on a :

$$\begin{aligned} \hat{X}_t(h) &= \sum_{j=1}^{\infty} \pi_j \xi_{t+h-j} \\ X_{t+k} - \hat{X}_t(h) &= \sum_{j=1}^{k-1} \pi_j \xi_{t+k-j} \end{aligned}$$

- **L'intervalle de confiance des prévisions¹⁵**

¹⁵ Econométrie Appliquée Séries Temporelles, UFR Economie Appliquée. Cours de C. Hurlin (Chapitre 4).

Déterminons un intervalle de confiance sur la prévision $\hat{X}_t(h)$, sous l'hypothèse de normalité des résidus ε_t . On montre alors que :

$$\frac{X_{t+k} - \hat{X}_t(h)}{\text{var}[X_{t+k} - \hat{X}_t(h)]^{1/2}} \xrightarrow[T \rightarrow \infty]{l} N(0,1)$$

Or on sait que :

$$E \left[X_{t+k} - \hat{X}_t(h) \right]^{1/2} = E \left[\left(\sum_{j=0}^{k-1} \alpha_j \varepsilon_{t+k-j} \right)^2 \right] = \sum_{j=0}^{k-1} \alpha_j^2 \sigma_\varepsilon^2$$

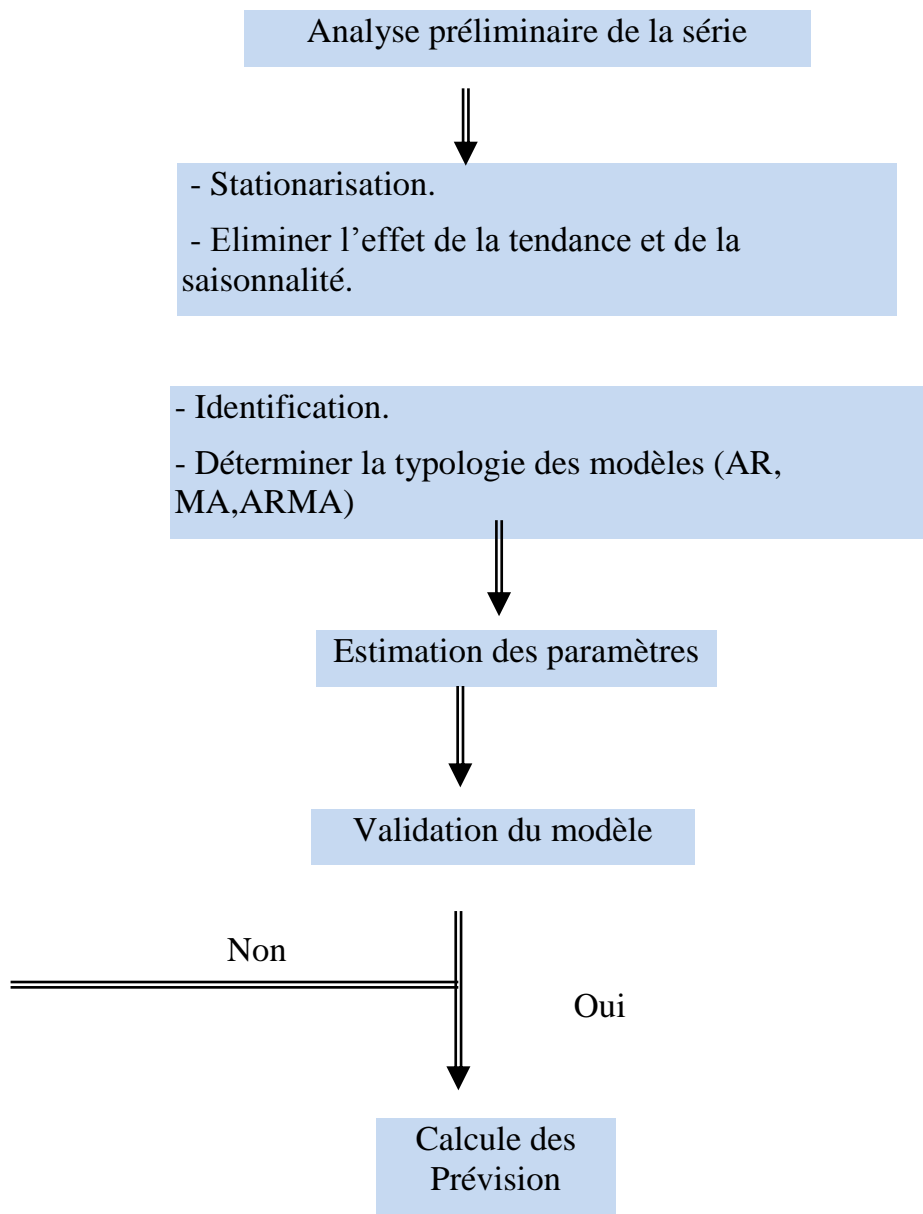
$$\text{D'où } \frac{X_{t+k} - \hat{X}_t(h)}{\sigma_\varepsilon \left[\sum_{j=0}^{k-1} \alpha_j^2 \right]^{1/2}} \xrightarrow[T \rightarrow \infty]{l} N(0,1)$$

On peut donc construire un intervalle de confiance sous la forme :

$$IC = \left[\hat{X}_t(k) \pm t^{\alpha/2} \left(\sum_{j=0}^{k-1} \alpha_j^2 \right)^{1/2} \hat{\sigma}_\varepsilon \right].$$

Où : $\hat{\sigma}_\varepsilon$ est l'estimation de l'écart type de bruit blanc et $t^{\alpha/2}$ la valeur de la loi normale centrée réduite.

Figure 3.1 : Schéma de la méthode Box & Jenkins



Conclusion

La prévision d'une série consiste à déterminer son évolution sur les périodes non observées, le terme "prévision" s'utilise dans le cadre d'un phénomène quantifiable, il ne doit pas être confondu avec la notion "prédiction" qui repose sur des concepts différents et qui est basée sur un raisonnement plus ou moins intuitif conduisant à annoncer un évènement probable. Cette procédure suppose donc que l'on dispose d'une série d'observations et d'un corps d'hypothèses conduisant à une modélisation du phénomène étudié. On opère généralement en deux étapes : construction d'un modèle à partir des données et d'hypothèses à priori, puis projection dans la partie non observée (David et Michaud 1983)¹⁶. Les méthodes sont nombreuses et leur diversité repose sur l'impossibilité de jeter un regard unique sur une série temporelle. Le choix dépend des hypothèses et de l'objectif poursuivi.

¹⁶M. David et J.C. Michaud. "La prévision approche empirique d'une méthode statistique", édition Messon, 1983.

CHAPITRE04 : Modélisation statistique

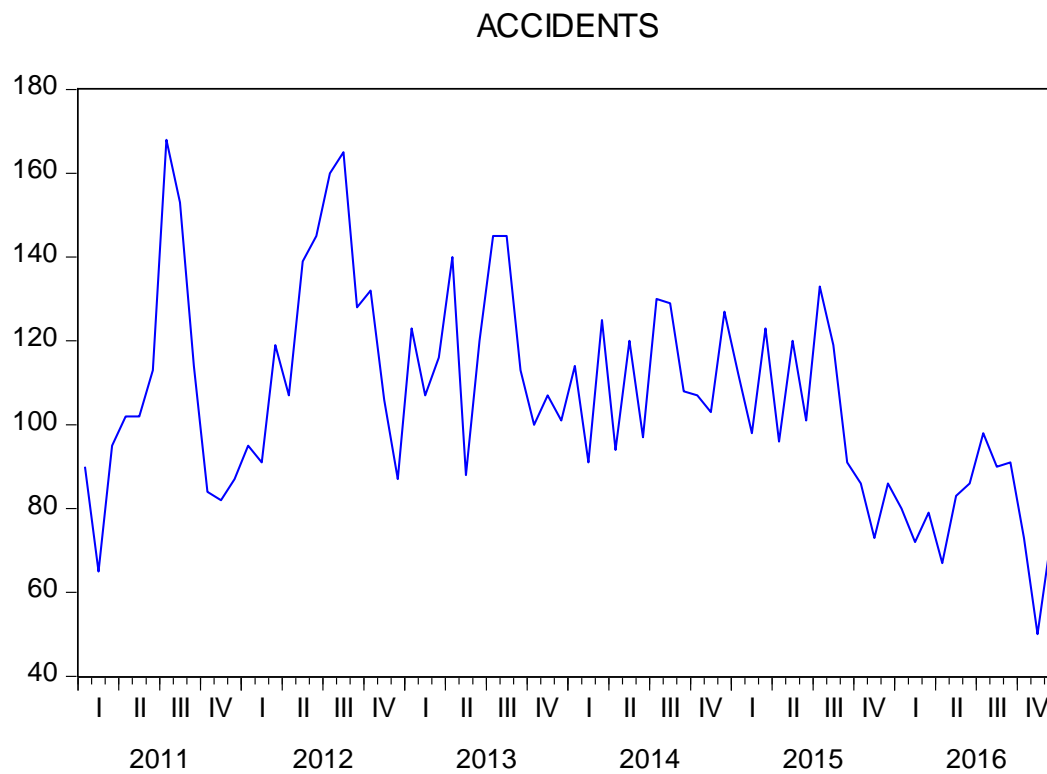
Introduction

Dans ce chapitre nous sommes appelés à calculer, avec la méthode de Box-Jenkins, les prévisions du nombre d'accidents de circulation sur l'autoroute Est-Ouest, ainsi les prévisions de nombre de blessés et de nombre de tués, pour un horizon de $h=24$ avec un nombre d'observations mensuelles sur la période allant de 2011 à 2016 (72 observations)

4.1 Modélisation de la série de nombre d'accidents (sur l'autoroute Est-Ouest)

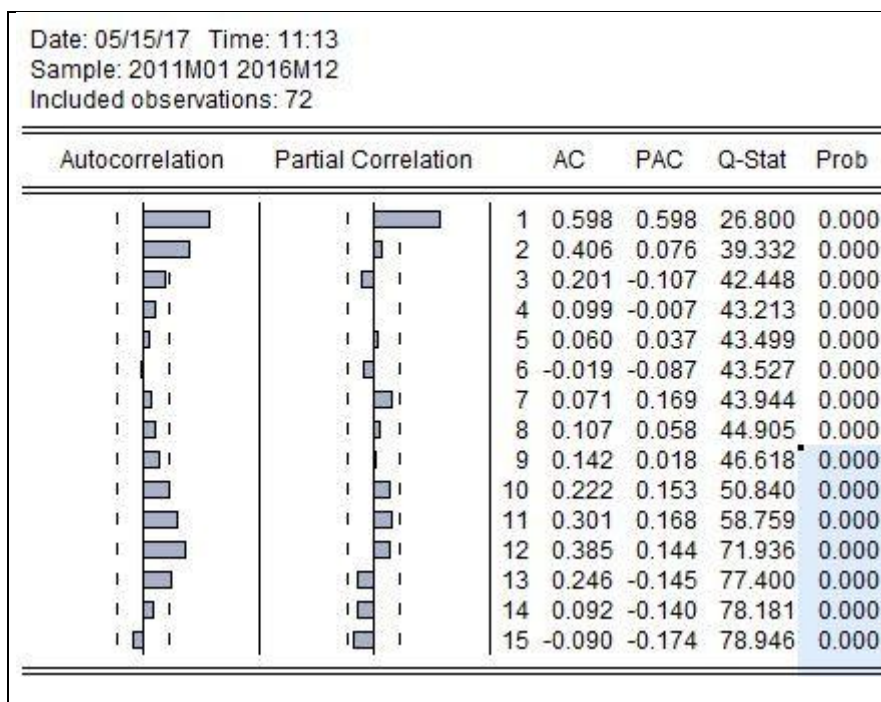
La lecture de graphe (4. 1) qui représente l'évolution mensuelle du nombre d'accidents sur l'autoroute Est-Ouest, sur la période 2011 à 2016 soit 72 observation mensuelle montre que la série est caractérisée par des fluctuations à la hausse et à la baisse ce qui mis en évidence l'existence d'une saisonnalité marqué par les pics en mois de juillet de chaque années, et la décroissance exponentielle, du premier et deuxième retard du corrélogramme(figure 4.2) montre que la série n'est pas stationnaire (l'existence d'une tendance), ce que nous avons confirmé par le test du Dickey-Fuller, premièrement nous avons éliminer l'effet du saisonnalité par la méthode moyenne mobile,, ensuit l'application du test Dickey-Fuller sur la série dessaisonnalisé.

Figure 4.1 : graphe de la série originale de nombre d'accidents sur l'autoroute Est-Ouest



Source : réalisée à partir des données de commandements régionaux de la gendarmerie nationale avec le logiciel eviews.

Figure 4.2 : Corrélogramme de la série originale de nombre d'accidents sur l'autoroute Est-Ouest



Source : réalisée à partir des données de commandements régionaux de la gendarmerie nationale avec le logiciel eviews.

Les Coefficients saisonniers correspondant à la période h=12

Date: 05/15/17 Time: 13:27
 Sample: 2011M01 2016M12
 Included observations: 72
 Ratio to Moving Average
 Original Series: ACCIDENTS
 Adjusted Series: ACCIDENTSA

Scaling Factors:

1	0.958874
2	0.850291
3	1.044577
4	0.933063
5	1.032383
6	1.032722
7	1.327775
8	1.277715
9	0.995410
10	0.915545
11	0.852350
12	0.895648

Après la dessaisonnalisation de la série accidents, on va appliquer le test de Dickey-Fuller sur la série dessaisonnalisée accidentsa.

-Tests de Dickey-Fuller pour la série accidents désaisonnalisée

Modèle 3 : $accidentsa_t = c + bt + \rho accidentsa_{t-1} + \varepsilon_t$

Nous testons la nullité du coefficient de la tendance :

$H_0 : b=0$ contre $H1 : b \neq 0$

Null Hypothesis: ACCIDENTSA has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 1 (Fixed)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.273703	0.0792
Test critical values:		
1% level	-4.094550	
5% level	-3.475305	
10% level	-3.165046	

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ACCIDENTSA(-1)	-0.348012	0.106305	-3.273703	0.0017
D(ACCIDENTSA(-1))	-0.361435	0.111306	-3.247212	0.0018
C	45.76851	13.25887	3.451917	0.0010
@TREND(2011M01)	-0.247827	0.088288	-2.807035	0.0066

Source : résultat d'estimation à partir de logiciel eviews.

La statistique de student correspond au coefficient de la tendance ($|t_c| = 2.80$) est supérieure à la statistique donnée par DF ($t_f = 2.79$), de plus, la probabilité du test (Prob = 0.006) est inférieure à 0.05, alors on accepte $H1 : b \neq 0$, donc la série n'est pas stationnaire de type de processus TS.

La meilleure méthode pour l'estimation de ce type est la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO)

Estimation de la droite de la tendance

Dependent Variable: ACCIDENTSA
 Method: Least Squares
 Date: 06/06/17 Time: 13:00
 Sample (adjusted): 2011M01 2016M12
 Included observations: 72 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	120.4126	3.965006	30.36882	0.0000
@TREND	-0.424807	0.096388	-4.407268	0.0000

Source : résultat d'estimation à partir de logiciel eviews.

Les paramètres de la droite de la tendance sont statistiquement significative car les statistiques associés sont en valeur absolue supérieur à statistique du student 1.96, de plus les probabilités sont inférieures à 0.05.

On ajusté une nouvelle série qui noté accidentsat

$$Accidentsat_t = accidentsa_t - (120.41 - 0.42t)$$

Tests de Dickey-Fluler pour la série accidentsat :

$$\text{Modèle 3 : } accidentsat_t = c + bt + \rho * accidentsat_{t-1} + \varepsilon_t$$

H0 b=0 contre H1 b≠0

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ACCIDENTSAT(-1)	-0.348012	0.106305	-3.273703	0.0017
D(ACCIDENTSAT(-1))	-0.361435	0.111306	-3.247212	0.0018
C	4.294000	3.200376	1.341717	0.1843
@TREND(2011M01)	-0.099989	0.076821	-1.301595	0.1976

Source : résultat d'estimation à partir de logiciel eviews.

La statistique de student correspond au coefficient de la tendance ($|t_c| = 1.30$) est inférieure à la statistique donnée par DF ($t_t = 2.79$), de plus, la probabilité du test (Prob = 0.19) est supérieur à 0.05, alors on accepte H0 : b=0.

On passe au test du modèle 2 : $accidentsat_t = c + \rho accidentsat_{t-1} + \varepsilon_t$

$H_0 c=0$ contre $H_1 c \neq 0$

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ACCIDENTSAT(-1)	-0.350924	0.106831	-3.284852	0.0016
D(ACCIDENTSAT(-1))	-0.348262	0.111418	-3.125732	0.0026
C	0.646887	1.554279	0.416197	0.6786

Source : résultat d'estimation à partir de logiciel eviews.

La statistique de student correspond au coefficient de la constante ($|t_c| = 0.41$) est inférieure à la statistique donnée par DF ($t_t=2.54$), alors on accepte $H_0 : c=0$.

On passe au test du modèle 1 : $accidentsat_t = \rho accidentsat_{t-1} + \varepsilon_t$

Nous testons l'existence d'une racine unitaire :

$H_0 : \rho = 1$ (existence d'une racine unitaire)

$H_1 : \rho < 1$ (absence d'une racine unitaire)

Null Hypothesis: ACCIDENTSAT has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.291650	0.0013
Test critical values:		
1% level	-2.598416	
5% level	-1.945525	
10% level	-1.613760	

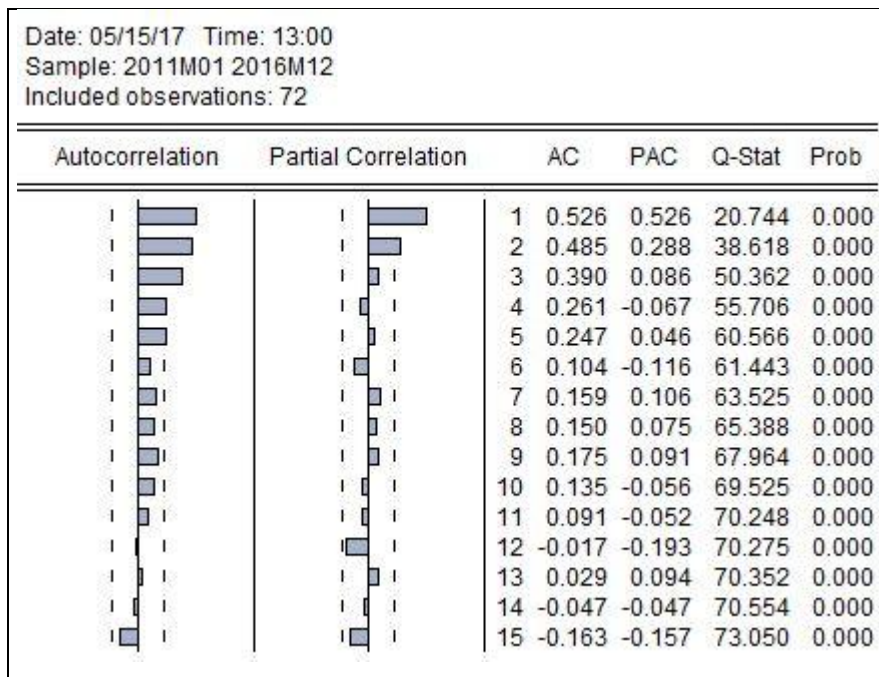
Source : résultat d'estimation à partir de logiciel eviews.

La statistique de DFA ($t_\phi = -3.29$) est inférieure aux valeurs critiques (t_t) au seuil,

$t_{5\%} = -1.94$, alors on accepte l'hypothèse H_1 , absence d'une racine unitaire, la série est stationnaire.

Après la confirmation de la stationnarité de la série, on va procéder à l'identification des paramètres p et q.

Figure 4.3 : corrélogramme de la série accidentsat



Source : résultats d'estimation à partir de logiciel eviews.

La lecture du corrélogramme de la série accidentsat fait apparaitre deux termes dans la fonction ACP pour les deux premiers retards, avec une décroissance exponentielle dans la fonction AC, plusieurs modèles peuvent être identifiés à savoir : AR(1), AR(2).

-Etapes d'estimations

Le résultat de l'estimation des modèles candidats à partir de logiciel eviews

Modèles candidats	Akaike inf criterion	Schwarz criterion	R ²
AR (1)	8.14	8.17	0.28
AR (2)	7.98	8.04	0.35

Le modèle qui représente mieux la série accidentsat est celui qui minimise les critères d'Akaike et Schwarz, et maximise le R².

-Estimation des paramètres du modèle

Dependent Variable: ACCIDENTSAT
 Method: Least Squares
 Date: 06/11/17 Time: 04:03
 Sample (adjusted): 2011M03 2016M12
 Included observations: 70 after adjustments
 Convergence achieved after 2 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.301433	0.109796	2.745394	0.0077
AR(2)	0.349306	0.110710	3.155136	0.0024
R-squared	0.353781	Mean dependent var		1.001368
Adjusted R-squared	0.344278	S.D. dependent var		15.94971
S.E. of regression	12.91554	Akaike info criterion		7.982895
Sum squared resid	11343.16	Schwarz criterion		8.047138
Log likelihood	-277.4013	Hannan-Quinn criter.		8.008413
Durbin-Watson stat	2.124195			

Source : résultat d'estimation à partir de logiciel eviews.

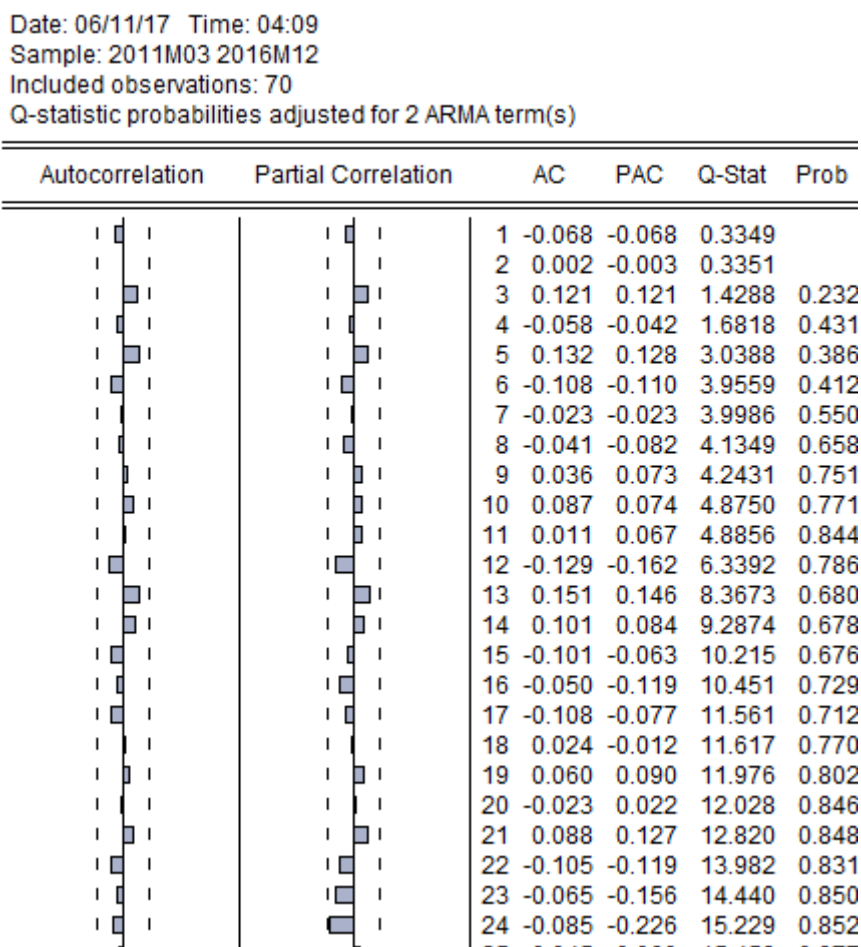
Selon les résultats $Accidentsat_t = 0.30Accidentsat_{t-1} + 0.34Accidentsat_{t-2} + \epsilon_t$

-Validation du modèle

Les statistiques de student correspondent aux paramètres du modèle sont supérieures en valeur absolu à 1.96 ($|t_c | AR(1) = 2.74$ ($|t_c | AR(2) = 3.15$ de plus les probabilités du test sont inférieures à 0.05, ce qui confirme que les paramètres du modèle sont significativement différents de zéro.

-Tests concernant les résidus

Figure 4.4 : Corrélogramme des résidus



Source : résultat d'estimation à partir de logiciel eviews.

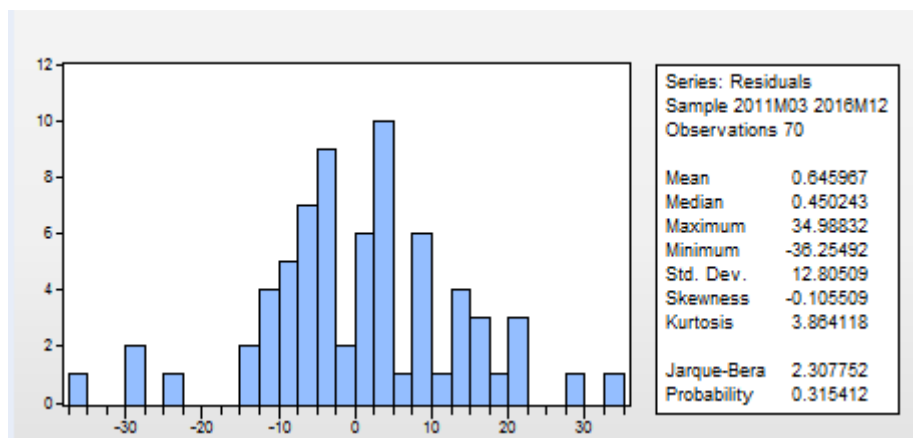
Test de Ljung –Box (test d'autocorrélation)

Le corrélogramme des résidus du modèle AR(2), ne fait apparaitre aucun terme hors de l'intervalle de confiance au seuil de 5%, ce qui est confirmé par la statistique de Ljung-Box correspondant (au retard h=24), la $t_s=15.229$ inférieure à la statistique χ^2 au degré de liberté 95% ($\chi^2_{0.95,24}=36.41$).

Donc le corrélogramme correspond bien à un corrélogramme d'un bruit blanc

-Test de normalité

Figure 4.5 : test de normalité des résidus



Source : résultat d'estimation sous le logiciel eviews.

Le coefficient de skewness = -0.105509 donc $V_1 = \frac{|B1^{\frac{1}{2}} - 0|}{\sqrt{6/n}} = \frac{0.105509}{\sqrt{6/72}} = 0.36 < 1.96$ donc on accepte l'hypothèse de symétrie

Le coefficient de kustosis=3.864118 donc $V_2 = \frac{|B2-3|}{\sqrt{24/n}} = \frac{3.864118-3}{\sqrt{24/72}} = 1.48 < 1.96$ donc on accepte l'hypothèse de l'aplatissement

Nous accepte l'hypothèse de normalité en ce qui concerne la symétrie et de l'aplatissement de la distribution, ce qui est confirmé par la statistique de Jarque-Bera :

$JB=2.30 < X^2_{0.05}(2)=5.99$ donc on accepte l'hypothèse de normalité des résidus au seuil de 5%.Donc la série est un bruit blanc gaussien.

Le modèle AR (2) est valide

Calcul des prévisions

$$Accidentsat_t = 0.30Accidentsat_{t-1} + 0.34Accidentsat_{t-2} + \epsilon_t$$

Pour calculer les prévisions, on doit trouver la série initiale :

Retrouver la série accidentsa_t

$$Accidentsat_t = 0.30Accidentsat_{t-1} + 0.34Accidentsat_{t-2} + \epsilon_t = accidentsat_t + (120.41 - 0.42t)$$

$$\text{Accidents}_t = 0.30 \text{Accidents}_{t-1} + (120.41 - 0.42t) + 0.34 \text{Accidents}_{t-2} + (120.41 - 0.42t) + \varepsilon_t$$

$$\text{Accidents}_t = 77.05 + 0.30 \text{Accidents}_{t-1} - 0.12(t-1) + 0.34 \text{Accidents}_{t-2} - 0.14(t-2) + \varepsilon_t$$

Retrouver la série Accidents_t

Dans ce cas le modèle est multiplicative (on va multiplier par les coefficients saisonniers)

$$\text{Accidents}_t * c_j = 77.05 + 0.30 \text{Accidents}_{t-1} * c_{j-1} - 0.12(t-1) + 0.34 \text{Accidents}_{t-2} * c_{j-2} - 0.14(t-2) + \varepsilon_t$$

$$\text{Accidents}_t = \frac{77.05 + 0.30 \text{Accidents}_{t-1} * c_{j-1} - 0.12(t-1) + 0.34 \text{Accidents}_{t-2} * c_{j-2} - 0.14(t-2) + \varepsilon_t}{c_j}$$

Calcul de la prévision du mois de Janvier 2017 :

$$\text{Accidents}_j = \frac{77.05 + 0.30 \text{Accidents}_{D2016} * C_{D2016} + 0.34 \text{Accidents}_{nv2016} * c_{nv2016} - 0.12(t-1) - 0.14(t-2)}{C_{j2017}}$$

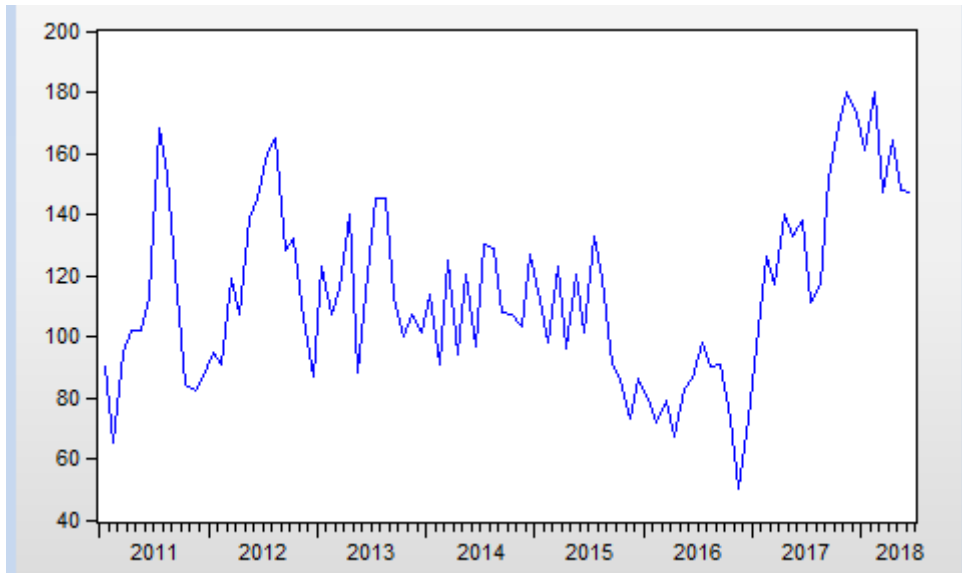
La prévision du mois de janvier est 69 accidents. Les résultats pour les autres mois sont résumés sur le tableau suivant

Tableau 4.1 : les prévisions calculées pour un horizon de h=18

Mois	Prévision	Mois	Prévision
Janvier 2017	97	Janvier 2018	161
Février 2017	126	Février 2018	180
Mars 2017	117	Mars 2018	147
Avril 2017	140	Avril 2018	164
Mai 2017	133	Mai 2018	148
Juin 2017	138	Juin 2018	147
Juillet 2017	111	-	-
Aout 2017	117	-	-
Septembre 2017	152	-	-
Octobre 2017	169	-	-
Novembre 2017	180	-	-
Décembre 2017	173	-	-

Figure 4.6 : graphe de la prévision pour la série Accidents

La lecture du graphe (figure 4.6) qui représente l'évolution du nombre d'accidents à l'horizon 2018 montre que le nombre d'accidents possède une tendance à la hausse avec des pics en mois de novembre 2017 et en mois de février 2018 et un creux en mois de juillet 2017.

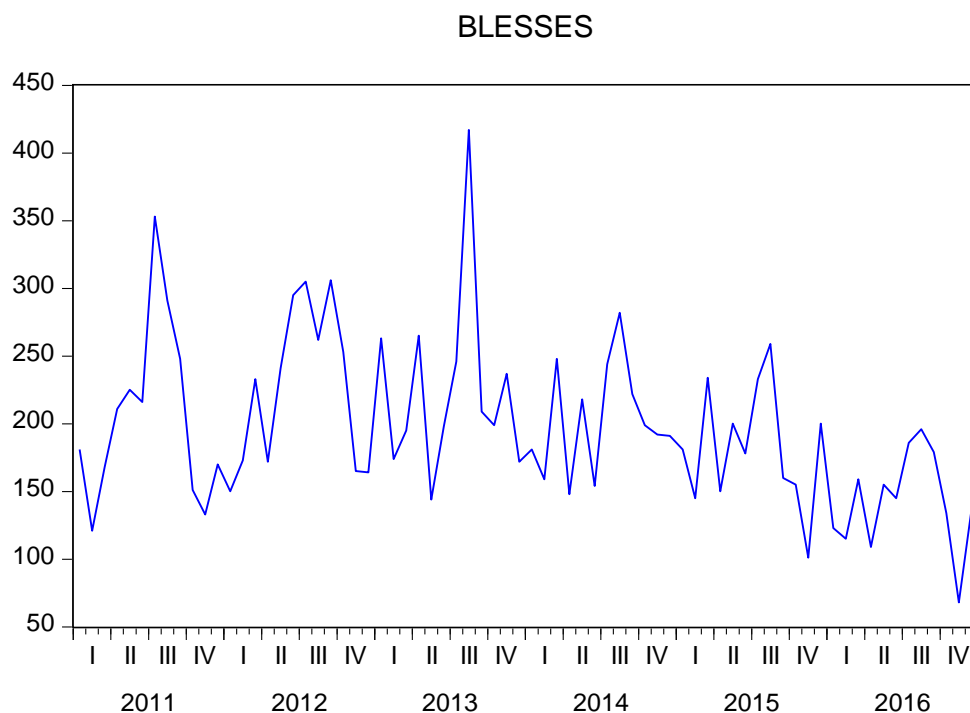


Source : réalisée par nos soins à partir de logiciel eviews.

4.2 Modélisation de la série de blessés sur l'autoroute Est-Ouest

La première étape dans la méthodologie de Box-jenkins c'est l'identification

La lecture du graphe (figure 4.7) qui représente l'évolution mensuelle du nombre de blessés sur l'autoroute Est-Ouest sur la période 2011-2016, soit 72 observations mensuelles, montre que la série caractérisée par des fluctuations à la hausse et à la baisse qui est marqué par des pics en mois de juillet pour les deux années 2011 et 2012 et les pics en mois d'août pour les autres années ce qui mis en évidence l'existence d'une saisonnalité donc la série n'est pas stationnaire

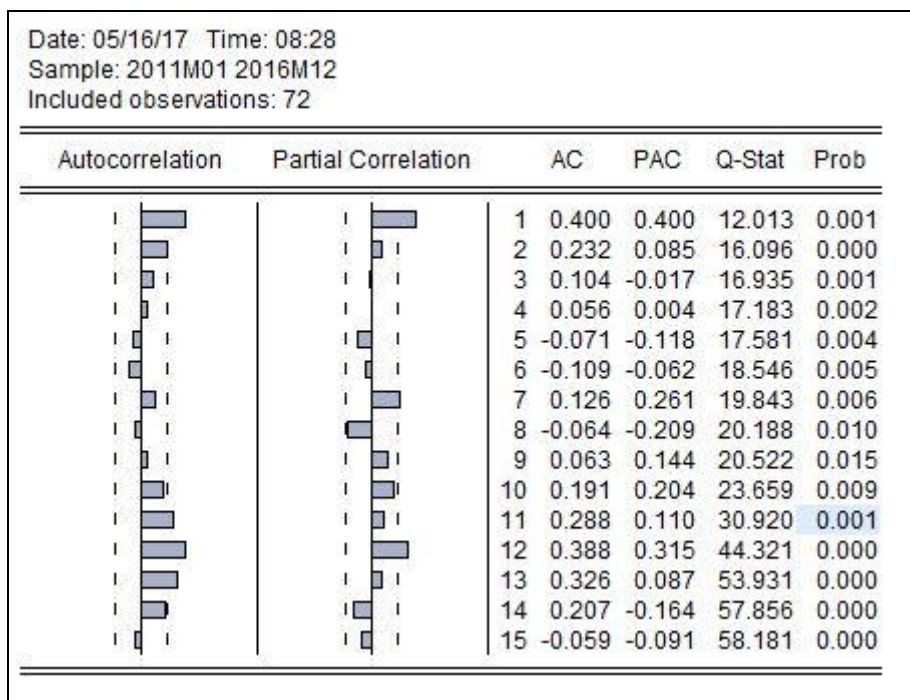
Figure 4.7 : graphe de la série originale des blessés

Source : réalisée à partir des données de commandements régionaux de la gendarmerie nationale.

La lecture du corrélogramme de la série blessée (figure 4.8) montre que le corrélogramme fait apparaître des termes en dehors de l'intervalle de confiance au seuil du 5%, un terme sur la fonction ACP qui correspond au retard $h=12$ ce qui nous à permit de dire que la série possède un effet de saisonnalité donc on peut dire que la série n'est pas stationnaire.

Pour rendre la série stationnaire nous avons éliminé l'effet de saisonnalité par la méthode des moyennes mobiles après on va appliquer le test du Dickey-Fuller sur la série dessaisonnalisée pour éliminer l'effet de la tendance.

Figure 4.8 : Corrélogramme de la série des blessés



Source : réalisée à partir de commandements régionaux de la gendarmerie nationale avec le logiciel eviews.

Les Coefficients saisonniers correspondent à la période h=12

Date: 05/12/17 Time: 21:23
 Sample: 2011M01 2016M12
 Included observations: 72
 Ratio to Moving Average
 Original Series: BLESSES
 Adjusted Series: BLESSESSA

Scaling Factors:

1	0.894495
2	0.776478
3	1.097775
4	0.853422
5	0.996238
6	0.998526
7	1.349410
8	1.480969
9	1.110023
10	0.937091
11	0.812969
12	0.914145

Source : réalisée à partir des données de commandements régionaux de la gendarmerie nationale.

On va appliquer le test de Dickey -Fuller sur la série désaisonnalisée qui s'appelle blessessa

Modèle 3 : $blessessa_t = c + bt + \rho * blessessa + \varepsilon_t$

Nous testons la nullité de coefficient de la tendance

H0 b=0 contre H1 b≠0

Null Hypothesis: BLESSESSA has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.637297	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.092547	
5% level	-3.474363	
10% level	-3.164499	

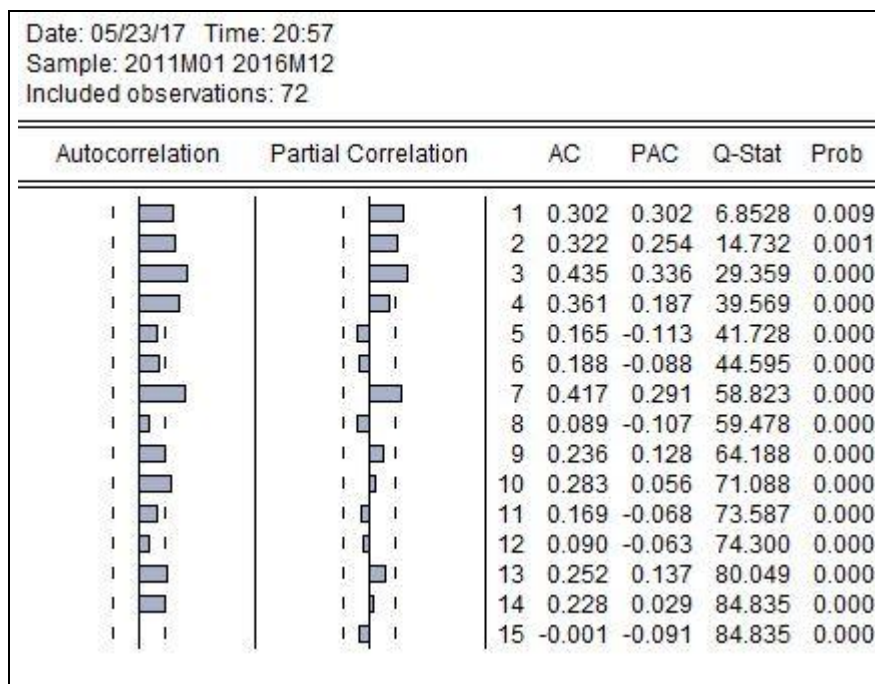
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BLESSESSA(-1)	-0.919334	0.120374	-7.637297	0.0000
C	215.3911	29.68215	7.256586	0.0000
@TREND(2011M01)	-1.025719	0.264856	-3.872745	0.0002

Source : résultat d'estimation à partir de logiciel eviews.

La statistique de student qui correspond au coefficient de la tendance ($|t_c| = 3.87$) est supérieure à la statistique donnée par DF ($t_t = 2.79$), de plus, la probabilité du test (Prob = 0.0002) est inférieur à 0.05, alors on accepte H1 : $b \neq 0$. On va passer au test de la racine unitaire (ADF=-7.63) qui est inférieure à la valeur critique au seuil du 5%. donc la série est stationnaire.

Après la confirmation de la stationnarité de la série, on va procéder à l'identification des paramètres p et q.

Figure 4.9 : corrélogramme de la série blessesa



L'observation du corrélogramme fait apparaître un nombre important de terme dans la fonction AC, et quatre termes dans la fonction ACP pour les retard $h=1$ et $h=2$ et $h=3$ et $h=7$, plusieurs modèles peuvent être identifiés à savoir : ARMA (1.7), ARMA (3.2), ARMA (2.3).

Etapes d'estimations

Le résultat de l'estimation des modèles candidats à partir de logiciel eviews

Modèles candidats	Akaike inf criterion	Schwarz criterion	R ²
ARMA (2.3)	10.18	10.28	0.31
ARMA (1.7)	10.23	10.32	0.27
ARMA (3.2)	10.25	10.34	0.26

Le modèle qui représente mieux la série blessesa est celui qui minimise les critères d'Akaike et Schwarz, et maximise le R².

Le modèle retenu est : ARMA (2.3).

-Estimation des paramètres du modèle :

Dependent Variable: BLESSESA
 Method: Least Squares
 Date: 06/11/17 Time: 10:47
 Sample (adjusted): 2011M03 2016M12
 Included observations: 70 after adjustments
 Convergence achieved after 29 iterations
 MA Backcast: 2010M12 2011M02

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	193.5877	9.699569	19.95838	0.0000
AR(1)	0.434894	0.289600	1.501707	0.1381
AR(2)	-0.160861	0.230745	-0.697140	0.4882
MA(1)	-0.357854	0.276423	-1.294586	0.2001
MA(2)	0.479144	0.217307	2.204915	0.0311
MA(3)	0.389130	0.203379	1.913323	0.0602
R-squared	0.324277	Mean dependent var		194.7385
Adjusted R-squared	0.271486	S.D. dependent var		45.82709
S.E. of regression	39.11481	Akaike info criterion		10.25270
Sum squared resid	97917.99	Schwarz criterion		10.44542
Log likelihood	-352.8444	Hannan-Quinn criter.		10.32925
F-statistic	6.142669	Durbin-Watson stat		1.979485
Prob(F-statistic)	0.000104			

Source : résultats d'estimation à partir de logiciel eviews.

La pluparts des paramètres du modèle ne sont pas significative car les statistiques associées sont inférieurs en valeur absolue à 1.96. Donc le modèle sera comme suit

Dependent Variable: BLESSESA
 Method: Least Squares
 Date: 06/05/17 Time: 12:44
 Sample (adjusted): 2011M03 2016M12
 Included observations: 70 after adjustments
 Convergence achieved after 8 iterations
 MA Backcast: 2010M12 2011M02

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	192.4892	10.53279	18.27524	0.0000
AR(2)	0.327245	0.119726	2.733275	0.0080
MA(3)	0.549005	0.098114	5.595564	0.0000
R-squared	0.312755	Mean dependent var		194.7385
Adjusted R-squared	0.292240	S.D. dependent var		45.82709
S.E. of regression	38.55364	Akaike info criterion		10.18389
Sum squared resid	99587.66	Schwarz criterion		10.28025
Log likelihood	-353.4361	Hannan-Quinn criter.		10.22217
F-statistic	15.24533	Durbin-Watson stat		1.840743
Prob(F-statistic)	0.000003			

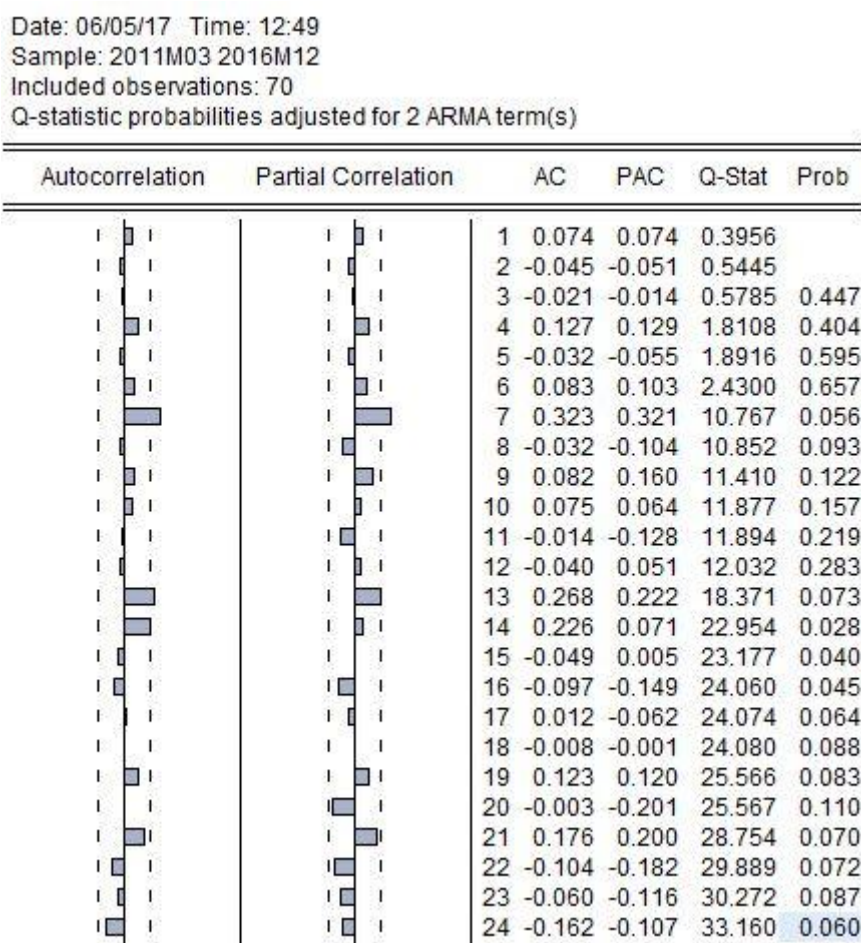
Source : résultat d'estimation à partir de logiciel eviews.

$$\text{blesses}_{t-2} = 192.48 + 0.32 \text{blesses}_{t-2} + \epsilon_t + 0.54 \epsilon_{t-3}$$

Les statistiques de student qui correspondent aux paramètres du modèle sont supérieures en valeur absolue à 1.96 ($|t_c| \text{ AR}(2) = 5.59$ et $|t_c| \text{ MA}(3) = 2.73$ et $|t_c| c = 18.27$), de plus les probabilités du test sont inférieurs à 0.05, ce qui confirme que les paramètres du modèle sont significativement différents de zéro.

-Tests concernant les résidus

Figure 4.10 : Corrélogramme des résidus



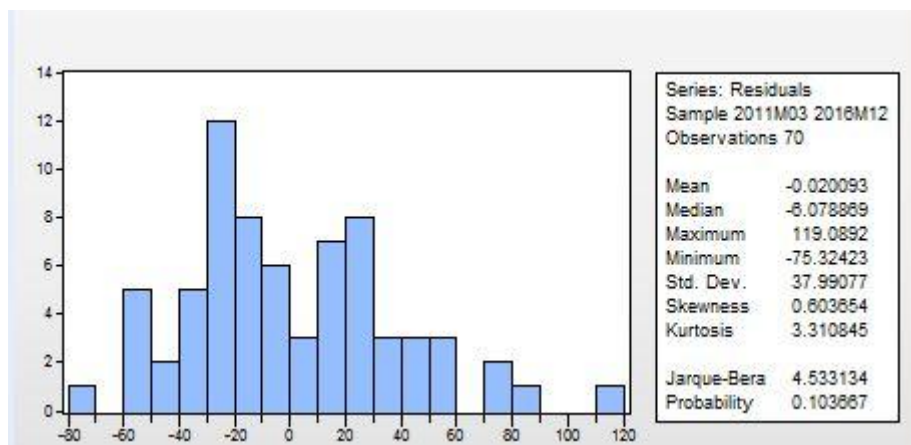
-Test de Ljung –Box (test d'autocorrélation)

L'apparition des pics au retard $h=7$ sur le corrélogramme des résidus du modèle ARMA (2.3) ne montre pas que le corrélogramme n'est pas un bruit blanc, ce qui est confirmé par la statistique de Ljung-Box qui correspond au retards $h=24$, la $t_s=33.160$ inférieure à χ^2 à 24 degré de liberté au seuil de 95% ($\chi^2_{0.95,24}=36.41$).

Donc le corrélogramme des résidus correspond à un bruit blanc.

-Test normalité

Figure 4.11 : test de normalité des résidus



Source : résultat d'estimation sous le logiciel eviews.

Le coefficient de skewness = 0.603654 donc $V_1 = \frac{|B_1|^{1/2} - 0}{\sqrt{6/n}} = \frac{0.603654}{\sqrt{6/72}} = 2.08 > 1.96$ donc on rejette l'hypothèse de symétrie

Le coefficient de kustosis=3.310845 donc $V_2 = \frac{|B_2 - 3|}{\sqrt{24/n}} = \frac{3.310845 - 3}{\sqrt{24/72}} = 0.54 < 1.96$ donc on accepte l'hypothèse de l'aplatissement

Nous accepte l'hypothèse de normalité en ce qui concerne l'aplatissement est en rejette l'hypothèse de la symétrie et de la distribution, ce qui confirmé par la statistique de Jarque-Bera :

$JB = 4.53 < X^2_{0.05}(2) = 5.99$ donc on accepte l'hypothèse de normalité des résidus au seuil de 5%. Donc la série est un bruit blanc gaussien.

Calcul de prévision

Le modèle retenu $blesses_t = 192.48 + 0.32blesses_{t-2} + \epsilon_t + 0.54 \epsilon_{t-3}$

Pour le calcul des prévisions il faut retrouver la série initiale

$blesses_t * c_j = 192.48 + 0.32 (blesses_{t-2} * c_{j-2}) + 0.54 \epsilon_{t-3}$

$blesses_t = \frac{192.48 + 0.32(blesses_{t-2}) * C_{j-2} + 0.54 \epsilon_{t-3}}{C_j}$

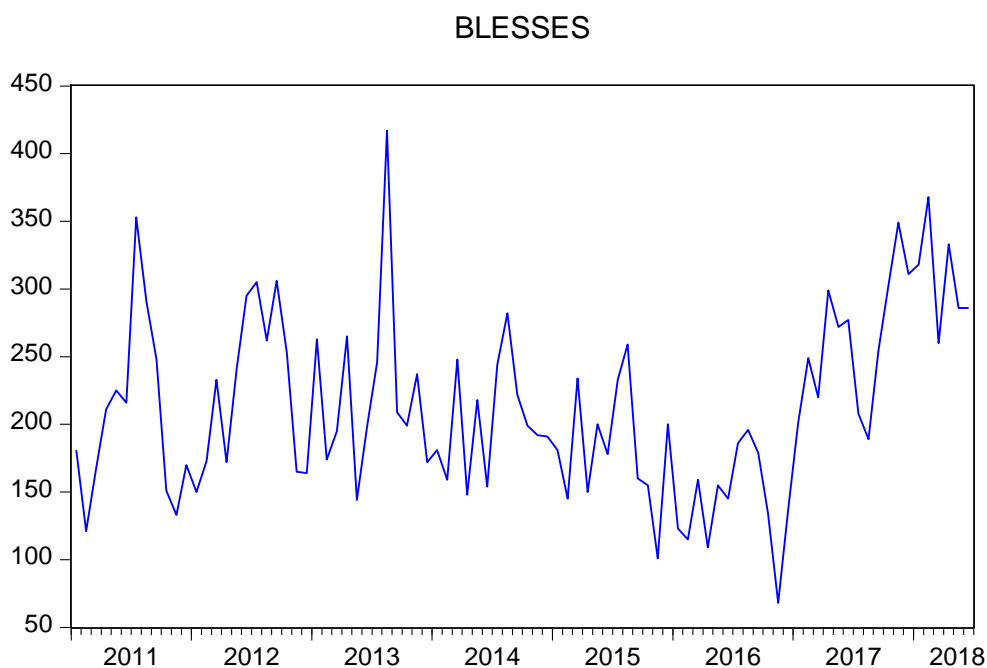
$blesses_{janvier} = \frac{192.48 + 0.32(blesses_{novembre}) * C_{novembre} + 0.54 \epsilon_{t-3}}{C_{janvier}}$

Tableau 4.2 : les prévisions pour les 18 mois du la série des blessés

Mois	Prévision	Mois	Prévision
Janvier 2017	201	Janvier 2018	318
Février 2017	249	Février 2018	368
Mars 2017	220	Mars 2018	260
Avril 2017	299	Avril 2018	333
Mai 2017	272	Mai 2018	286
Juin 2017	277	Juin 2018	289
Juillet 2017	208	-	-
Aout 2017	189	-	-
Septembre 2017	254		
Octobre 2017	303	-	-
Novembre 2017	349	-	-
Décembre 2017	311	-	-

Figure 4.12 : graphe de la prévision pour la série blessée

La lecture du graphe (figure 4.12), montre que l'évolution du nombre de blessés suit une tendance à la hausse, qui est marqué un creux en mois d'août 2017.

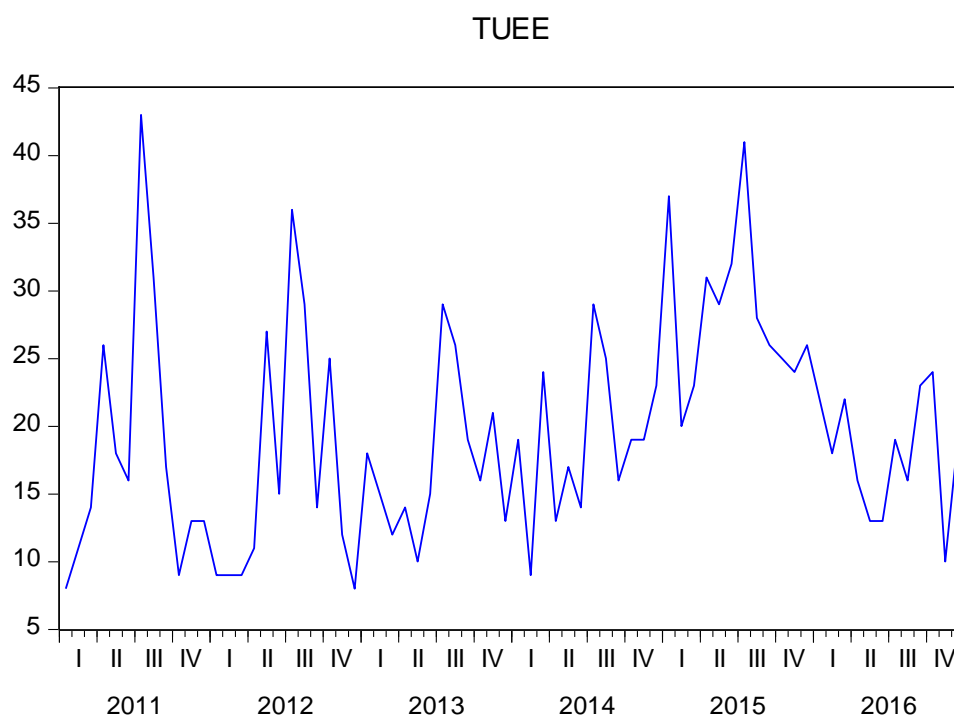


Source : résultats d'estimation à partir de logiciel eviews.

4.3 Modélisation de la série du nombre de tués

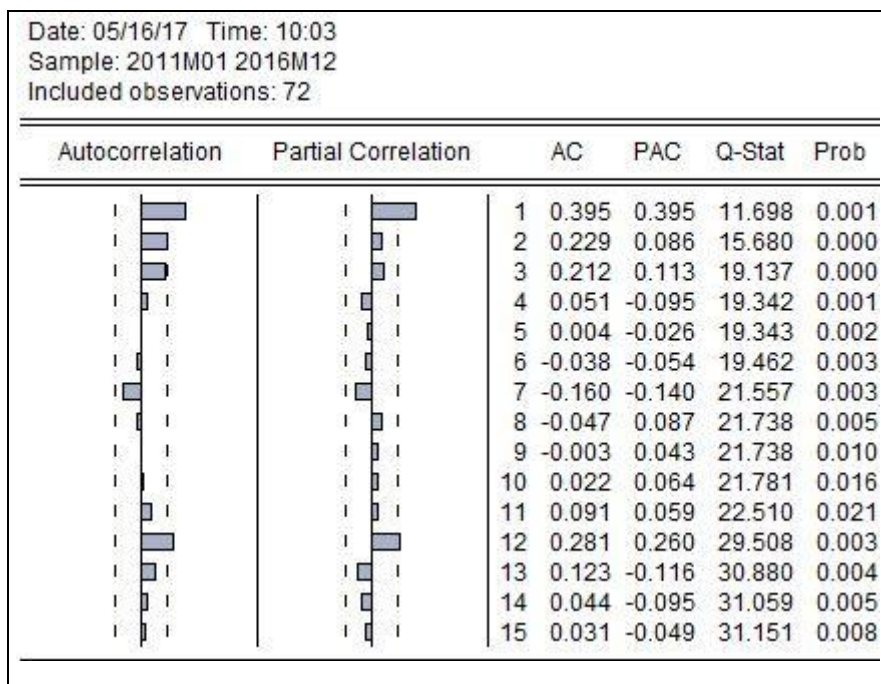
La lecture du graphe figure (4.13), qui représente l'évolution mensuelle du nombre de tués sur l'autoroute Est-Ouest sur la période 2011-2016, soit 72 observations mensuelles et du corrélogramme figure (4.14), montre que la série est caractérisée par des fluctuations à la hausse et à la baisse ce qui mis en évidence l'existence d'une saisonnalité marquée par les pics enregistré en mois de juillet de chaque année, et l'apparition d'un pic correspond au retard $h=12$ dans la fonction AC et ACP, donc nous pouvons dire que la série n'est pas stationnaire. Pour stationnariser la série nous avons éliminé l'effet du saisonnalité par la méthode de moyenne mobile, après on va appliquer le test du Dickey-Fuller sur la série désaisonnalisée.

Figure 4.13 : graphe de la série originale de nombre de tués



Source : réalisée par nos soins à partir des données de commandements régionaux de la gendarmerie nationale sous le logiciel eviews.

Figure 4.14 : Corrélogramme de la série originale de nombre de tués



Source : réalisée par nos soins à partir des données de commandements régionaux de la gendarmerie nationale avec le logiciel eviews.

Les coefficients saisonniers pour une période h=12

Date: 05/16/17 Time: 09:47
 Sample: 2011M01 2016M12
 Included observations: 72
 Ratio to Moving Average
 Original Series: TUEE
 Adjusted Series: TUEESA

Scaling Factors:

1	1.048031
2	0.739712
3	0.942445
4	0.858998
5	0.993345
6	0.898980
7	1.869350
8	1.458826
9	0.933389
10	0.946222
11	0.903548
12	0.819906

Source : réalisée par nos soins à partir des données de commandements régionaux de la gendarmerie nationale sous le logiciel eviews.

-Application du Test Dickey-Fuller sur la série désaisonnalisée tueesa

Modèle 03 :

Test de la nullité de coefficient de la tendance

H0 b=0 contre H1 b≠0

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.610199	0.0001
Test critical values:		
1% level	-4.092547	
5% level	-3.474363	
10% level	-3.164499	

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TUEESA(-1)	-0.621375	0.110758	-5.610199	0.0000
C	10.03530	2.201651	4.558079	0.0000
@TREND(2011M01)	0.057981	0.036088	1.606684	0.1128

Source : résultat d'estimation à partir du logiciel eviews.

La statistique de student correspondant au coefficient de la tendance ($|t_c| = 1.60$) est inférieur à la statistique donnée par DF ($t_t = 2.79$), de plus, la probabilité du test (Prob = 0.11) est supérieure à 0.05, alors on accepte H0 b=0, donc on passe au modèle 2

Nous testons la nullité du coefficient de la constante : Ho : c=0 contre H1 : c≠0

Null Hypothesis: TUEESA has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.512990	0.0104
Test critical values:		
1% level	-3.527045	
5% level	-2.903566	
10% level	-2.589227	

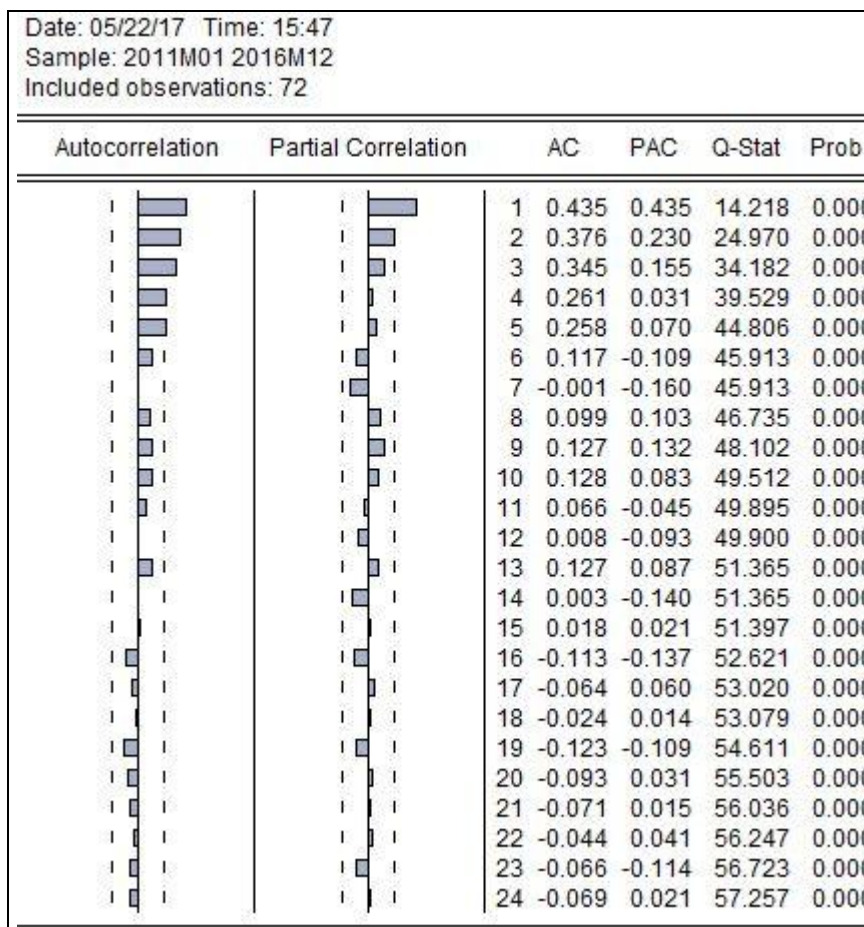
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TUEESA(-1)	-0.435281	0.123906	-3.512990	0.0008
D(TUEESA(-1))	-0.234643	0.118804	-1.975046	0.0524
C	8.540506	2.491752	3.427511	0.0010

La statistique de student correspondant au coefficient de la constante ($|t_c| = 3.42$) est supérieure à la statistique donnée par DF au seuil de 5% ($t_t=2.54$), alors on accepte $H_1 : c \neq 0$.

Donc on test l'existence d'une racine unitaire : $ADF_t = -3.51 < T_t = -2.90$, la série est stationnaire.

Après la confirmation de la stationnarité de la série on va procéder à l'identification des paramètres p et q.

Figure 4.15 : corrélogramme de la série tueésa



Source : réalisée par nos soins à partir des données de commandement régionaux de la gendarmerie nationale sous eviews.

La lecture corrélogramme nous montre l'apparition, de deux termes uniquement dans la fonction d'autocorrélation partielle (le terme correspond aux retards 1 et 2), et une décroissance exponentielle dans la fonction d'autocorrélation simple, alors plusieurs modèles peuvent être identifier à savoir : AR(2), AR(1).

Etapes d'estimations

Le résultat de l'estimation des modèles candidats à partir de logiciel eviews

Modèles candidats	Akaike inf criterion	Schwarz criterion	R ²
AR(2)	6.49	6.56	0.15
AR(1)	6.43	6.49	0.19

Le modèle qui représente mieux la série tueesa est celui qui minimise les critères d'Akaike et Schwarz, et maximise le R².

Estimation des paramètres du modèle

Dependent Variable: TUEESA
 Method: Least Squares
 Date: 06/05/17 Time: 04:41
 Sample (adjusted): 2011M02 2016M12
 Included observations: 71 after adjustments
 Convergence achieved after 3 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	19.54636	1.256960	15.55050	0.0000
AR(1)	0.437673	0.105673	4.141752	0.0001
R-squared	0.199110	Mean dependent var		19.37600
Adjusted R-squared	0.187502	S.D. dependent var		6.596172
S.E. of regression	5.945700	Akaike info criterion		6.430978
Sum squared resid	2439.243	Schwarz criterion		6.494716
Log likelihood	-226.2997	Hannan-Quinn criter.		6.456325
F-statistic	17.15411	Durbin-Watson stat		2.178877
Prob(F-statistic)	0.000096			

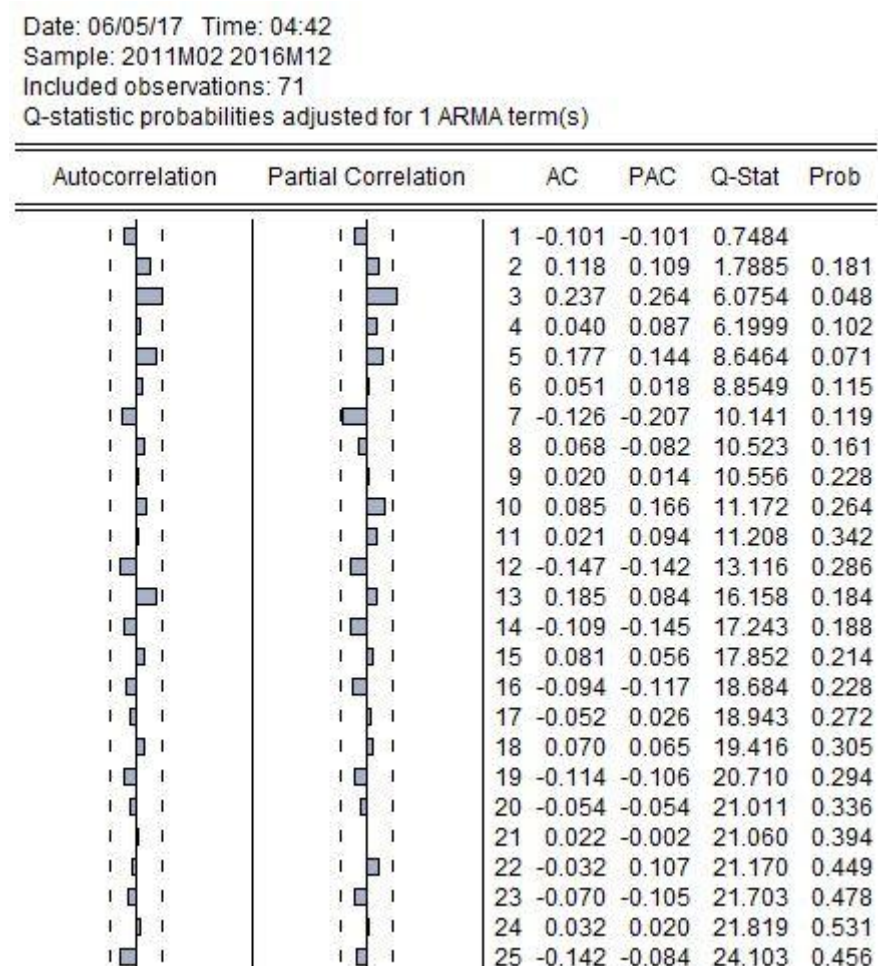
Source : résultat d'estimation sous le logiciel eviews.

Les statistiques de student correspondentes aux paramètres du modèle sont supérieures en valeur absolu à 1.96 ($|t_c|$ AR(1) = 4.14 et $|t_c|$ c = 15.55), de plus les probabilités du test son inférieurs à 0.05, donc les paramètres du modèle sont statistiquement significative c'est-à-dire différents de 0.

Le modèle retenu : $tueesa_t = 19.54 + 0.43tueesa_{t-1} + \epsilon_t$

Tests concernant les résidus

Figure 4.16 : Corrélogramme des résidus



Source : résultats d’estimation à partir de logiciel eviews.

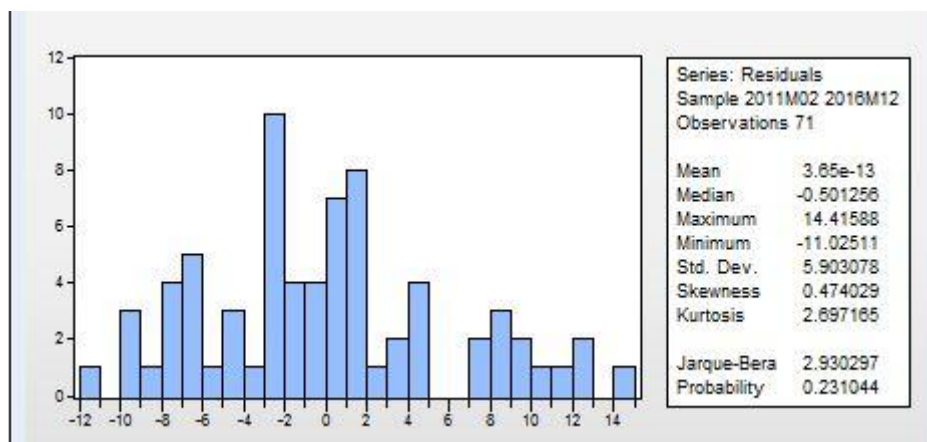
-Test de Ljung –Box (test d’autocorrélation)

Le corrélogramme des résidus du modèle AR(1), fait apparaitre un terme en dehors de l’intervalle de confiance au seuil de 5% mais l’apparition de ce terme ne confirme pas que les résidus ne sont pas des bruit blanc, ce qui est confirmé par la statistique de Ljung-Box correspondante au retard h=24, la $t_s=21.819$ inférieur à χ^2 à 24 degré de liberté au seuil de 95% ($\chi^2_{0.95,24}=36.41$).

Donc le corrélogramme des résidus correspond bien à un corrélogramme d’un bruit blanc.

-Test de normalité

Figure (4.17) : test de normalité du modèle



Source : résultats d'estimation à partir de logiciel eviews.

Le coefficient de skewness = 0.474029 donc $V_1 = \frac{|B1^{\frac{1}{2}} - 0|}{\sqrt{6/n}} = \frac{0.474029}{\sqrt{6/72}} = 1.69 < 1.96$ donc on accepte l'hypothèse de symétrie

Le coefficient de kustosis=2.697165 donc $V_2 = \frac{|B2-3|}{\sqrt{24/n}} = \frac{|2.697165-3|}{\sqrt{24/72}} = 0.52 < 1.96$ donc on accepte l'hypothèse de l'aplatissement

Nous accepte l'hypothèse de normalité en ce qui concerne la symétrie et l'aplatissement de la distribution, ce qui confirmé par la statistique de Jarque-Bera :

$JB=2.93 < X^2_{0.05}(2)=5.99$ donc on accepte l'hypothèse de normalité des résidus au seuil de 5%.Donc la série est un bruit blanc gaussien.

Comme le modèle est correctement estimé, on calcule les prévisions de la série à l'horizon h=18.

-calcule de la prévision

Le modèle retenu : $tueesa_t = 19.54 + 0.43tueesa_{t-1} + \epsilon_t$

Pour calculer la prévision ont doit retrouver la série initiale

Puisque notre série suivant un modèle multiplicative on va multiplier par coefficients saisonniers

Retrouver la série tuee_t

$$tueesa_t = (tuee_t) * c_j$$

$$tueesa_t = 19.54 + 0.43tueesa_{t-1} + \epsilon_t$$

$$(tuee_t) * c_j = 19.54 + 0.43tueesa_{t-1} + \epsilon_t$$

$$(tuee_t) * c_j = 19.54 + 0.34(tuee_{t-1} * c_{j-1}) + \epsilon_t$$

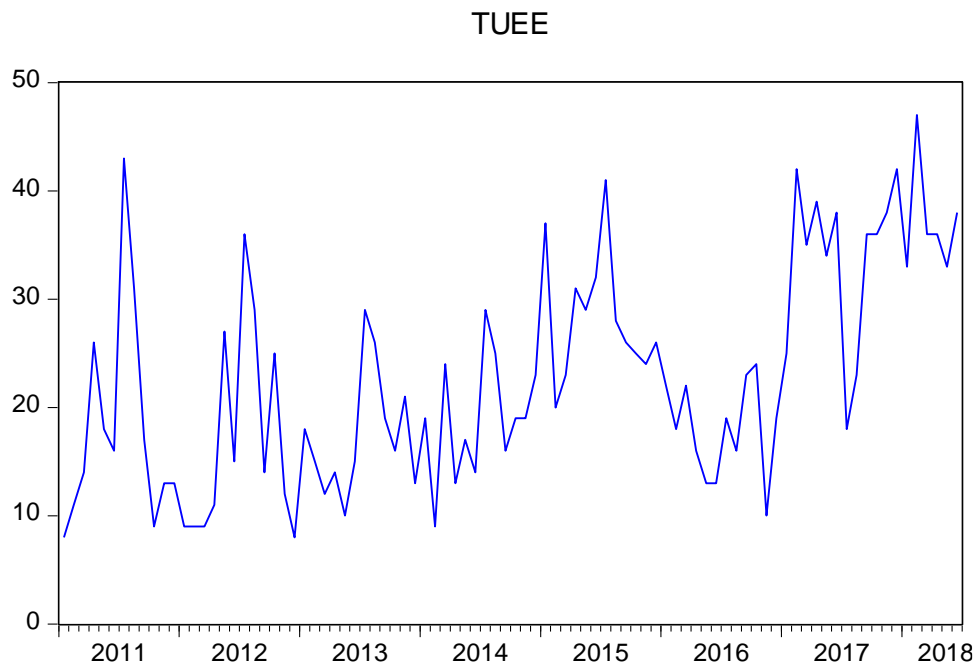
$$tuee_t = \frac{19.54 + 0.43(tuee_{t-1}) * c_{j-1}}{c_j}$$

Tableau 4.3 : les prévisions pour les 18 mois de la série tués

Mois	Prévision	Mois	Prévision
Janvier 2017	25	Janvier 2018	33
Février 2017	42	Février 2018	47
Mars 2017	35	Mars 2018	36
Avril 2017	39	Avril 2018	36
Mai 2017	34	Mai 2018	33
Juin 2017	38	Juin 2018	38
Juillet 2017	18	-	-
Aout 2017	23	-	-
Septembre 2017	36		
Octobre 2017	36	-	-
Novembre 2017	38	-	-
Décembre 2017	42	-	-

Figure 4.18 graphe de la prévision pour la série du nombre tués.

La lecture du graphe 4.18 qui représente l'évolution du nombre de tués à l'horizon 2018 montres le nombre de tués possède une tendance à la hausse. Qui est marqué des pics en mois de décembre 2017 et en mois février 2018, et un creux en mois de d'août 2017.



Source : réalisée par nos soins sous le logiciel eviews.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons essayé déterminé si le nombre d'accidents, et le nombre du blessés et de tués, sur l'autoroute Est-Ouest va augmenter ou baissé durant les 18 mois suivants la période de l'étude et si leur tendance respectivement sont les mêmes que l'historique considéré.

Le calcul des prévisions des trois séries accidents, tués et blessés montrent que les réalisations des accidents, blessés et tués possèdent une tendance à la hausse sur l'horizon de l'étude.

CONCLUSION GENERALE

Il est vrai que ces dernières années, Les questions liées à la sécurité routière ont d'avantage retenu l'attention des pouvoirs publics dans notre pays. Les accidents de la route constituent un important problème économique, sociale et de santé publique dans tous les pays selon l'organisation mondiale de la santé¹.

Notre travail s'intéresse à l'analyse de ce phénomène à travers l'étude prévisionnelle de l'évolution des accidents de la circulation en Algérie cas de l'autoroute Est-Ouest. Par une analyse des données annuelles des accidents de la circulation au niveau national (1970-2016), et des données mensuelles au niveau de l'autoroute Est-Ouest (2011-2016).

Nous avons effectué notre travail pour expliquer les différents aspects théoriques de l'accidentologie. En effet l'origine des problèmes des accidents a été relié à trois facteurs dont la plus important et d'origine humain (non-respect des règles du code du de la route).

Ensuite nous avons analysé l'évolution des accidents de circulation en Algérie en particulier sur l'autoroute Est-Ouest, les causes principales sont :

- ✓ Au niveau national, d'après l'analyse rétrospective des causes de 2005 à 2016 montre que le facteur humain est la cause principale des accidents, avec un taux de 91%.
- ✓ Au niveau de l'autoroute Est-Ouest, le nombre d'accidents le plus élevé a été enregistré sur les wilayas du centre et que la wilaya de Bouira se classe en premier place en terme du nombre d'accidents et blessés et de tué).

A la base de la modélisation prévisionnelle du nombre d'accidents, de tués et de blessés par la méthode de Box - Jenkins, nous avons déterminé les prévisions mensuelles du nombre d'accidents, de tués et de blessés à l'horizon 2018. Nous avons dans un premier temps, étudié la stationnarité des séries temporelle, avec l'utilisation des tests de raciste unitaire de Dickey FULLER (DF). Puisque nos séries possèdent un effet du saisonnalité, nous avons éliminé cet effet par la méthode des moyennes mobiles. Après la confirmation de la stationnarité des séries, nous avons passé à l'estimation des paramètres des modèles, est avant de procédé aux calculs

¹ Houria BENCHERIF : Etude de l'insécurité routière en Algérie : de l'usage des modèles au développement des politiques publiques, thèse de doctorat université Batna, 2015.

des prévisions du nombre d'accidents, blessés et tués nous avons validé les modèles par le test de Box Ljung des résidus.

Les prévisions mensuelles du nombre d'accidents, de tués et blessés à l'horizon 2018 sont comme suit :

Les modèles associés pour les accidents, et blessés, tués sont respectivement AR(2), ARMA (2.3), AR (1).

Les prévisions du nombre d'accidents pour l'année 2017 et 2018 possède une tendance à la hausse.

Les prévisions du nombre de tués pour l'année 2017 et 2018 enregistrent une légère augmentation par rapport à l'année 2016, avec des pics en mois de décembre 2017 et en mois de février 2018.

Les prévisions du nombre de blessés pour l'année 2017 et 2018 ont connu une augmentation par rapport à l'année 2016, avec des pics en mois de novembre 2017 et mois d'Avril 2018.

A fin de terminer notre travail, nous avons proposé quelques recommandations pour diminuer le nombre des accidents enregistré sur les routes, par exemple faire des campagnes de sensibilisation pour guider les usagers de la route, et effectué des procès pour chaque personne qui conduite avec une vitesse supérieure, interdiction de la conduite en état diverse.

BIBLIOGRAPHIE

I. OUVRAGES :

- ✓ Econométrie Appliquée Séries Temporelles, UFR Economie Appliquée. Cours de C. Hurlin .
- ✓ Georges Bresson, Alain Poirote : Econométrie des séries temporelles édition PUF, 1décembre 1995.
- ✓ Introduction-series-chronologiques_chapitre-1.pdf, Florence NICOLAU, Univ de Nice.
- ✓ M. David et J.C. Michaud. ‘‘La prévision approche empirique d’une méthode statistique’’, édition Messon.
- ✓ R. Bourbonnais et M. Terraza. ‘‘ Analyse des séries temporelles. Application à l’économie et à la gestion ‘’, édition Dunod,
- ✓ Regis BOURBONNAIS Econométrie 4^{ème}edition .DUNOD, Paris, 1993.

II. Revues, documents et article :

- ✓ BELATTAF.M :Impacts socioéconomiques et environnementaux de l’autoroute Est-Ouest en Algérie, Laboratoire d’économie et de développement FSEGC université Bejaia journées du développement du GRES
- ✓ OMS-Rapport de situation sur la sécurité routière dans le monde 2015.

III. Sites internet :

- ✓ <http://www.who.int/entity/mediacentre/factsheets/fr/>
- ✓ http://www.mdn.dz/site_cgn/index.php?L=fr&P=undefined#undefine/
- ✓ www.securité-routière.org.
- ✓ www.wikipedia.org.

IV. Mémoires

- ✓ AMGHAR Fouzia : Elaboration des modèles prévisionnels des accidents des accidents de circulation en Algérie : cas de la wilaya de Bejaia Mémoire de master université Bejaia, 2014.
- ✓ Houria BENCHERIF : Etude de l’insécurité routière en Algérie : de l’usage des modèles au développement des politiques publiques, thèse de doctorat université Batna, 2015

- ✓ Zemmour Ouarda : les accidents de la route et identification des facteurs de risque prospective réalisée au niveau du service de médecine légale du CHU d'Annaba à propos de 236 cas, l'année 2009.

- ✓ ACHAT Manen, ANKIK Katia : Analyse économétrique des facteurs de risque des accidents routiers en Algérie. Mémoire de master, université Bejaia .2015.

La liste des tableaux

Tableau 1.1 : Illustration de la matrice de Haddon.....	21
Tableau 2.1 : Evolution annuelle de nombre d'accidents sur le territoire national (1970-2016).....	23
Tableau 2.2 : Evolution annuelle de nombre de blessés sur le territoire national (1970-2016).....	26
Tableau 2.3 : Evolution annuelle de nombre de tuée sur le territoire national (1970-2016).....	29
Tableau 2.4 : les causes moyennes des accidents en Algérie qui va de 2005 à 2016.....	32
Tableau 2.5 : évolution annuelle de nombre d'accident, nombre de blessés et nombre de tuée.....	34
Tableau 2.6 : Répartitions annuelles des causes moyennes des accidents de circulation sur l'autoroute Est-Ouest durant la période (2015-2016).....	42
Tableau 3.1 : propriété des fonctions des autocorrélations simple et partielle.....	60
Tableau 4.1 : les prévisions calculé pour les 18 mois de la série accidents.....	77
Tableau 4.2 : les prévisions pour les 18 mois de la série des blessés.....	86
Tableau 4.3 : les prévisions pour les 18 mois de la série tués.....	94

- **La liste des figures**

- Figure 1.1 : Diagramme des principales caractéristiques un accident de circulation.....10
- Figure 1.2 : Diagramme des principaux facteurs d'un accident de la circulation.....17
- Figure 2.1 : Evolution annuelle de nombre d'accidents sur le territoire national (1970-2016).....25
- Figure 2.2 : Evolution annuelle de nombre de blessés sur le territoire national (1970-2016).....28
- Figure 2.3 : Evolution annuelle de nombre de tuée sur le territoire national (1970-2016).....31
- Figure 2.4 : les causes moyennes des accidents en Algérie qui va de 2005 à 2016.....32
- Figure 2.5 : carte géographique de l'autoroute Est-Ouest.....33
- Figure 2.6 : évolutions annuelles de nombre d'accidents sur l'autoroute Est-ouest...34
- Figure 2.7 : évolutions annuelles de nombre de tuée sur l'autoroute Est-ouest.....35
- Figure 2.8 : évolutions annuelles de nombre de blessés sur l'autoroute Est-ouest....36
- Figure 2.9 : évolution mensuelle de nombre d'accident sur l'autoroute Est-Ouest.....37
- Figure 2.10 : évolution mensuelle de nombre de tuée sur l'autoroute Est-Ouest.....38
- Figure 2.11 : évolution mensuelle de nombre de blessés sur l'autoroute Est-Ouest.....39
- Figure 2.12 : Répartition de nombre d'accidents par wilaya.....40
- Figure 2.13 : Répartition de nombre de blessés par wilaya.....40
- Figure 2.14 : Répartition de nombre de tuée par wilaya.....41
- Figure 2.15 : répartition des accidents par zone.....42
- Figure 2.16 : répartition des blessés par zone.....43
- Figure 2.17 : répartition des tuées par zone.....44
- Figure 2.18 : les causes moyennes des accidents sur l'autoroute Est-Ouest pour les deux années 2015 et 2016.....45

- Figure 3.1 : Schéma de la méthode Box & Jenkins66
- Figure 4.1 : graphe de la série originale de nombre d'accidents sur l'autoroute Est-Ouest.....68
- Figure 4.2 : Corrélogramme de la série originale de nombre d'accidents sur l'autoroute Est-Ouest.....69
- Figure 4.3 : corrélogramme de la série accidentsat.....73
- Figure 4.4 : Corrélogramme des résidus pour la série accidents.....75
- Figure 4.5 : test de normalité des résidus pour la série accidents.....76
- Figure 4.6 : graphe de la prévision pour la série Accidents.....78
- Figure 4.7 : graphe de la série originale des blessés79
- Figure 4.8 : Corrélogramme de la série des blessés80
- Figure 4.9: corrélogramme du la série blessesa.....82
- Figure 4.10 : Corrélogramme des résidus.....84
- Figure 4.11 : test de normalité des résidus.....85

- Figure 4.12 : graphe de la prévision pour la série blessée.....86
- Figure 4.13 : graphe de la série originale de nombre de tués.....87
- Figure 4.14 : Corrélogramme de la série originale de nombre de tués88
- Figure 4.15: corrélogramme de la série tuésa.....90
- Figure 4.16 : Corrélogramme des résidus.....92
- Figure 4.17 : test de normalité du modèle93
- Figure 4.18 graphe de la prévision pour la série du nombre tués.....94

ANNEXE

Annexe 01 : Tableau de l'évolution mensuelle de nombre d'accident sur l'autoroute Est-Ouest (données de la gendarmerie nationale)

Années	Accidents	tués	Blessés
2011-janvier	90	8	181
Fevrier	65	11	121
Mars	95	14	168
Avril	102	26	211
Mai	102	18	225
Juin	113	16	216
Juillet	168	43	353
Auot	153	31	291
Septembre	114	17	248
Octobre	84	9	151
Novembre	82	13	133
Décembre	87	13	170
2012-janvier	95	9	150
Fevrier	91	9	173
Mars	119	9	233
Avril	107	11	172
Mai	139	27	241
Juin	145	15	295
Juillet	160	36	305
Auot	165	29	262
Septembre	128	14	306
Octobre	132	25	253
Novembre	106	12	165
Décembre	87	8	164
2013-janvier	123	18	263
Fevrier	107	15	174
Mars	116	12	195
Avril	140	14	265
Mai	88	10	144
Juin	120	15	198
Juillet	145	29	246
Auot	145	26	417
Septembre	113	19	209
Octobre	100	16	199
Novembre	107	21	237
Décembre	101	13	172
2014-janvier	114	19	181
Fevrier	91	9	159
Mars	125	24	248
Avril	94	13	148
Mai	120	17	218
Juin	97	14	154
Juillet	130	29	244

Annexe

Auot	129	25	282
Septembre	108	16	222
Octobre	107	19	199
Novembre	103	19	192
Décembre	127	23	191
2015-janvier	112	37	181
Feverier	98	20	145
Mars	123	23	234
Avril	96	31	150
Mai	120	29	200
Juin	101	32	178
Juillet	133	41	233
Auot	119	28	259
Septembre	91	26	160
Octobre	86	25	155
Novembre	73	24	101
Décembre	86	26	200
2016-janvier	80	22	123
Feverier	72	18	115
Mars	79	22	159
Avril	67	16	109
Mai	83	13	155
Juin	86	13	145
Juillet	98	19	186
Auot	90	16	196
Septembre	91	23	179
Octobre	73	24	134
Novembre	50	10	68
Décembre	73	19	136

Annexe 02 : Tableau l'évolution annuelle des causes des accidents de circulation en Algérie (données du CNPSR)

Années	Causes liée à l'homme	Causes liée au véhicule	Causes liée à l'environnement
2005	32668	2097	2094
2006	32435	2273	2138
2007	3301	1423	2017
2008	37349	2121	1822
2009	37803	2017	1404
2010	23710	1441	1064
2011	38161	1933	1373
2012	38506	2162	1809
2013	39395	1902	1549
2014	37407	1525	1169
2015	33251	1125	823

Annexe

2016	27549	816	491
Total	381553	20835	17753

Annexe 03 : Tableau des accidents par wilaya sur l'autoroute Est-Ouest sur la période qui allant de 2011 à 2016 (données de la gendarmerie nationale)

Wilaya	accidents	blessés	Tués
Chlef	430	766	84
Alger	205	294	28
Blida	1123	2001	164
Bouira	1261	2685	242
Boumerdes	637	1230	108
Ain defla	1176	2092	238
Mascara	361	679	70
Relizane	419	750	58
Sidi bel abbes	139	235	5
Oran	92	230	9
Tlemcen	141	224	29
Setif	398	738	98
Constantine	207	306	34
Guelma	10	22	0
Annaba	48	89	8
Teref	2	4	1
B.B.A	629	1224	155
Skikda	137	242	25
Mila	244	434	61

Annexe 04 : répartition des accidents par zone sur l'autoroute Est-Ouest(données de la gendarmerie nationale)

Zone Est	Accidents	Blessés	Tués
Wilaya	-	-	-
Annaba	48	89	8
Guelma	10	22	0
Skikda	137	242	25
Constantine	207	306	34
Setif	398	738	98
Mila	244	434	61
Taref	2	4	1
Totale	1046	1835	227
Zone Centre	Accidents	Blessés	Tués
Wilaya	-	-	-
Alger	205	294	24
Blida	1123	2069	164
Bouira	1261	2685	242

Annexe

Boumerdes	637	1230	108
B B A	629	1224	155
Ain defla	1176	2092	238
Totale	5031	9594	931
Zone Ouest	Accidents	Blessés	Tués
Wilaya	-	-	-
Tlemcen	141	224	29
Sedi bel abbes	139	235	5
Mascara	361	679	70
Oran	92	230	9
Chlef	430	766	84
Relizane	419	750	58
Totale	1582	2884	255

Résumé

A la base de la méthodologie de Box-Jenkins nous avons réalisé un modèle prévisionnel mensuel pour trois séries chronologiques (accidents, tués, et blessés) à l'horizon 2018 pour le cas de l'autoroute Est-Ouest.

Les prévisions du nombre d'accidents pour l'année 2017 et 2018 possède une tendance à la hausse.

Les prévisions du nombre de tués pour l'année 2017 et 2018 enregistrent une légère augmentation par rapport à l'année 2016, avec des pics en mois de décembre 2017 et en mois de février 2018.

Les prévisions du nombre de blessés pour l'année 2017 et 2018 ont connu une augmentation par rapport à l'année 2016, avec des pics en mois de novembre 2017 et mois d'Avril 2018.

Mots clés : insécurité routière, prévision, Box& Jenkins, Autoroute Est-Ouest.

ملخص

على أساس منهجية بوكس وجينكنز قمنا بإعداد نماذج تنبئية شهرية لثلاثة سلاسل حوادث، قتلى، وجرحى الى غاية جوان 2018 على الطريق السيار شرق غرب.

تقديرات عدد الحوادث لسنة 2018 تتميز بتزايد مستمر.

تقديرات عدد القتلى لسنة 2018 عرفت تزايد بالمقارنة مع سنة 2016 مع وجود قمم في شهر نوفمبر 2017 وشهر افريل 2018. وتقديرات عدد الجرحى يتميز بنفس الخصائص مع عدد القتلى.