



République Islamique de la Mauritanie
Groupe Polytechnique

Caisse Nationale de Sécurité Sociale
(CNSS)



Institut Supérieur des Métiers de la Statistique
(ISMS)



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention de la licence
professionnel en statistiques, intitulé :

**ANALYSE ET PREVISIONS DES DEPENSES
DE PRESTATIONS FAMILIALES**

Réalisé par :

Matricule : 20205

Nom et Prénom : Aliou Amadou DIALLO

Encadreur professionnel :

▪ M. Abderrahmane Oubeid

Encadreur académique :

▪ Mme. Marième Abdallahi

Année académique :

2022-2023

Dédicace :

À ma chère mère Fati Sow ;

À mon père Amadou Diallo pour tout le sacrifice consenti pour ma réussite ;

À mes Frères et sœurs.

Remerciements :

Plus par conviction personnelle que par esprit de conformisme, je saisis cette précieuse opportunité pour exprimer ma profonde gratitude aux personnes qui ont contribué à ma formation et à la réalisation du présent travail.

Je remercie d'abord et avant tout ALLAH le tout puissant qui m'a donnée le courage, la volonté et la patience pour continuer mes études et pour réaliser ce travail.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Mm Mariem Abdallah, M. Abdourahmane Oubeid et M. Cheikh Moustapha**, je les remercie pour la qualité de leurs encadrement exceptionnel, pour leurs patiences, leurs rigueurs et leurs disponibilités durant ma préparation de ce mémoire.

Je tiens à remercier particulièrement **Dr. Dieng Abou** pour ses conseils bénéfiques et son apport précieux tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Je tiens également à adresser mes sincères remerciements à **Mm CHRIVA** pour l'aide qu'elles m'a apportée.

Un grand merci aux membres de l'administration de l'ISMS et aux directeur **Dr. Aboubacrin**.

Merci à tous et à toutes qui ont contribué à l'élaboration de ce rapport.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers les membres de la **2ièm Promotion** de ISMS pour avoir partagé avec moi ces merveilleuses années qui ont filé comme trois mois. Je suis vraiment heureux d'avoir eu l'occasion de rencontrer ces personnes exceptionnelles. Mes sincères remerciements vont à chaque membre de **2ièm Promotion** pour leur contribution, leur soutien indéfectible et leur amitié précieuse. Je suis reconnaissant d'avoir eu la chance de les rencontrer et de partager cette période de ma vie avec eux. Ces souvenirs resteront à jamais dans mon cœur et je suis impatient de voir les belles choses que l'avenir leur réserve.

Je tiens également à exprimer ma gratitude envers Monsieur **Brice Paul DONGMEZO** et Monsieur **Mamadou Lam**, qui sont une source d'inspiration et un exemple à suivre.

TABLE DES MATIERES

Dédicace :.....	ii
Remerciements :.....	iii
Liste des Tableaux :.....	vii
Liste des Figures :.....	vii
Sigles et abréviations	viii
Avant-propos :.....	ix
Résumé :.....	x
ملخص.....	xi
Introduction Général :.....	1
Chapitre 1 : Structure d'accueil et De roulement du Stage.....	3
1. Structure d'accueil	3
1.1. Contexte et Historique	3
1.2. Mission :	4
1.3. Ressource :.....	5
1.4. Organigramme :	6
1.5. Présentation de la cellule actuarielle :	7
2. Déroulement du stage :	8
2.1. Saisie des données :	8
2.2. Elaboration d'un tableau de bord :	8
3. Le processus d'élaboration du tableau de bord.....	9
3.1. Justification du projet :	9
3.2. Objectifs.....	9
3.3. Approche	10
Chapitre 2 : Cadre théorique	13
1. Définition et concepts clés	13
2. Revue Littérature :	15
3. Cotisation	17
Chapitre 3 : Méthodologie	20
1. Présentation des données	20
1.1. CNSS BIT.....	20
1.2. Branche prestation data	21

1.3. Base ENESI	21
2. Modélisation	22
2.1. Méthode BOX JENKINS :	22
2.2. Méthode holf-winters :	28
Chapitre 4 : Analyses Descriptive.....	31
1. Conformité des entreprises et cotisations au CNSS :	31
1.1. Les entreprises enregistrées aux CNSS :	31
2. Analyse descriptive des dépenses :	32
3. Modèle :	36
3.1. Méthode de Holt-Winters	36
3.2. Méthode Box JENKINS	37
4. Comparaison des Méthodes utiliser :	49
Conclusion & Recommandations :	52
Bibliographies & Webography.....	53
Annexe :	viii

Liste des Tableaux :

Tableau 1: Financement de CNSS	5
Tableau 2: EVOLUTION NOMBRE POPULATION ASSURÉE	16
Tableau 3: Récapitulatif du modèle ARMA.....	26
Tableau 4:répartition des entreprises enregistrés au CNSS	31
Tableau 5: Répartition des bénéficiaires selon les prestations	34
Tableau 6: Répartition des dépenses selon les prestations	35
Tableau 7:Estimation des paramètres du model holt-winters	36
Tableau 8: Les valeurs prédit des dépenses par Holt-winters	37
Tableau 9: Corrélogramme de la série dépense total de prestation familiale.....	39
Tableau 10: Résultats de l'estimation du modèle 3.....	40
Tableau 11: Résultat du test racine unitaire	42
Tableau 12: Corrélogramme des résidus de AR (1)	45
Tableau 13: Résultats du test Homoscédasticité	46
Tableau 14: AIC des modèles.....	47
Tableau 15: Les valeurs prévus de dépense totale de prestation familiale.....	49
Tableau 16: Résultats des prévisions des différents modèles	50
Tableau 17: Estimations des paramètres	50
Tableau 18: Estimation des coefficients du processus de TS.....	ix
Tableau 19: Résultat de l'estimation de l'équation AR (1)	ix
Tableau 20: Résultat de l'estimation de l'équation MA (1)	ix

Liste des Figures :

Figure 1: Organigramme de CNSS	6
Figure 2: Relation entre les modèles.....	11
Figure 3: Illustration du processus de BOX JENKINS	27
Figure 4 Répartition des employeurs qui cotise au CNSS	32
Figure 5:représentation des cotisants selon les sexes	33
Figure 6: Taux croissance des bénéficiaires.....	33
Figure 7: Représentation des dépenses totales de 2020 et 2021	35
Figure 8: Allure du courbe de dépense total de prestation familiale.....	39
Figure 9: Evolution du série Yt.....	42
Figure 10: Résultats du test d'anormalité	44
Figure 11: Prévision Statique de la série.....	47
Figure 12: Prévision de la série.....	48
Figure 13: Prévisions de Box Jenkins des dépenses totales de prestation familiale.....	x
Figure 14: Stratégie simplifiée des tests de racine unitaire.....	xi

Sigles et abréviations

ADF	Augmented Dickey-Fuller
AIC	Akaike info criterion
BIT	Bureau Internationale de travail
CNSS	Caisse Nationale de Sécurité Sociale
DUDH	Déclaration Universelle du Droit Humaine
OIT	Organisation Internationale de Travail

Avant-propos :

L'institut Supérieur des Métiers de la Statistique (ISMS) est un institut au sein du groupe polytechnique de Mauritanie, créé en 2019 dans le but de renforcer les capacités en ressources humaines du système statistique national et du secteur privé mauritanien. L'arrêté portant création, organisation et fonctionnement de l'ISMS, spécifie ses missions comme suit :

- Former des cadres d'un niveau licence professionnelle dans le domaine des statistiques qui auront pour mission de collecter, traiter et analyser des données économiques, démographiques et sociales.
- Développer des formations continues dans le domaine des statistiques au profit de l'administration et des opérateurs économiques.
- Réaliser des présentations de service au profit d'opérateurs économiques des différents secteurs d'activité économique et sociale.

Pour avoir une formation de qualité, les étudiants de l'ISMS effectuent durant leur cycle d'étude plusieurs stages pour élargir leurs compétences dans le milieu professionnel, notamment en deuxième et troisième année de leur formation, ayant pour objectif de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises au cours de leur formation. C'est également une opportunité de comprendre et de maîtriser l'utilisation des outils statistiques.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce stage de fin d'étude de licence afin d'optimiser ma réussite scolaire et de m'immerger dans un environnement professionnel, qui s'est déroulé de 20 février au 18 juin à la Caisse National de Sécurité Sociale. Ce présent rapport présente les activités menées pendant le stage.

Résumé :

La Caisse nationale de sécurité sociale (CNSS) est responsable de la gestion des régimes de sécurité sociale pour les travailleurs du secteur privé et parapublic. Elle gère notamment trois branches : la prestation familiale, les risques professionnels et la branche de pension. Malgré l'importance de la prestation familiale, peu d'études ont été menées pour comprendre l'organisation du système de prestation familiale et les dépenses qui lui sont associées. Cette étude vise à combler cette lacune en analysant l'organisation du système de prestation familiale et en modélisant ses dépenses afin d'étudier leur évolution. La modélisation des dépenses de prestations familiales revêt également une importance cruciale, car elle permet aux gouvernements de prévoir les coûts futurs de ces programmes sociaux. Pour atteindre cet objectif, nous avons utilisé les méthodes de Holt-Winters et de Box-Jenkins pour élaborer des modèles de prévision basés sur les données financières de la CNSS, ainsi que sur l'analyse des données de la Base ENESI de 2017. Il ressort de nos analyses que la plupart des entreprises ne sont pas enregistrées à la CNSS et que le service d'allocation est celui qui bénéficie le plus aux bénéficiaires, représentant 97,8% des prestations. En 2021, les dépenses totales de prestations familiales s'élevaient à 22 975 019,9. Les résultats de nos prévisions utilisant la méthode de Box-Jenkins indiquent que les dépenses connaîtront une légère augmentation au cours des trois prochaines années, tandis que celles basées sur la méthode de Holt-Winters augmenteront en 2022 pour ensuite diminuer en 2023 et 2024. Par ailleurs la méthode de Box-Jenkins semble être la plus adaptée pour prévoir les dépenses totales de prestations familiales. Ces prévisions fournissent des informations essentielles pour la planification des ressources et des coûts futurs liés à ces programmes sociaux.

ملخص

الصندوق الوطني للضمان الاجتماعي مسؤول عن إدارة نظم الضمان الاجتماعي للعاملين في القطاع الخاص والقطاع الشبه حكومي، يدير الصندوق ثلاثة فروع رئيسية وهي الإعانات العائلية والمخاطر المهنية وفروع التقاعد. على الرغم من أهمية الإعانات العائلية إلا أنه تم إجراء قليل من الدراسات لفهم تنظيم نظام الإعانات العائلية والمصروفات المرتبطة به. تهدف هذه الدراسة إلى سد هذا الفجوة من خلال تحليل تنظيم نظام الإعانات العائلية ونمذجة مصروفاتها لدراسة تطورها. تعتبر نمذجة مصروفات الإعانات العائلية أيضاً مهمة بشكل حاسم، حيث تمكن الحكومات من توقع التكاليف المستقبلية لهذه البرامج الاجتماعية. لتحقيق هذا الهدف، استخدمنا طرق هولت-وينترز وبوكس-جكنز لإنشاء نماذج توقعية استناداً إلى البيانات المالية للصندوق الوطني للضمان الاجتماعي وتحليل بيانات المسح الوطني للتشغيل والقطاع غير المهيكّل قاعدة لعام 2017. تشير تحليلاتنا إلى أن معظم الشركات ليست مسجلة في الصندوق الوطني للضمان الاجتماعي، وأن الخدمة الأكثر استفادة هي إعانات العائلات والتي تشكل 97.8% من الإعانات. في عام 2021 بلغت النفقات الإجمالية للإعانات العائلية 22,975,019.9. تشير نتائج توقعاتنا باستخدام طريقة بوكس-جكنز إلى أن النفقات ستشهد زيادة طفيفة على مدى السنوات الثلاث المقبلة، بينما ستزيد النفقات بناء على طريقة هولت-وينترز في عام 2022 ثم تنخفض في عامي 2023 و 2024. بالإضافة إلى ذلك، يبدو أن طريقة بوكس-جكنز هي الأكثر مناسبة لتوقع النفقات الإجمالية للإعانات العائلية. توفر 2023 هذه التوقعات معلومات أساسية لتخطيط الموارد والتكاليف المستقبلية المتعلقة بهذه البرامج الاجتماعية.

Introduction Général :

La sécurité sociale, est un droit humain qui consiste en un ensemble de politiques et de programmes visant à réduire et à prévenir la pauvreté et la vulnérabilité tout au long de la vie. Elle englobe diverses prestations telles que l'aide aux enfants et aux familles, les prestations de maternité, de chômage, d'accidents du travail, de maladies professionnelles, de maladie, de vieillesse, d'invalidité et les prestations pour les survivants. Elle englobe également la protection de la santé.

Les systèmes de sécurité sociale combinent des régimes contributifs (assurance sociale) et non contributifs financés par l'impôt, y compris les régimes d'assistance sociale. Ils couvrent tous ces domaines pour promouvoir un développement durable, une justice sociale et garantir le droit humain de tous à la sécurité sociale. Les mesures prises dans ce domaine sont essentielles aux stratégies nationales de développement visant à réduire la pauvreté et la vulnérabilité, à stimuler une croissance durable et inclusive, à augmenter le revenu des ménages, à favoriser la productivité, le développement humain et la demande intérieure, ainsi qu'à promouvoir la transformation structurelle de l'économie et du travail décent.

Les prestations familiales sont des aides financières accordées aux familles afin de subvenir à leurs besoins et aux besoins de leur enfants ; d'apporter une aide compensant partiellement les dépenses engagées pour la substance et l'éducation des enfants qui est couvert par la sécurité sociale. Elles sont considérées comme un moyen de lutte contre la pauvreté et la préservation de la cohésion sociale, elles visent également à réduire les inégalités sociales en offrant un soutien financier aux familles les plus vulnérables, ainsi de contribuer à l'universalisation de l'éducation ; On sait l'importance qu'a la famille en tant que premier agent de socialisation de l'individu et comme lien entre celui-ci, la société et l'État et, par conséquent, comme référence importante pour les politiques sociales.

La famille est intégrée et souffre des conséquences de la dynamique des grands changements de ces dernières décennies : phénomène de la mondialisation économique, flexibilisation des marchés et tertiarisation, qui font que beaucoup de travailleurs, et notamment les chefs de famille, restent dans

l'informalité et le sous-emploi, quand ce n'est pas dans le chômage total. Malgré l'importance de la prestation familiale, peu d'études ont été menées pour comprendre l'organisation du système de prestation familiale et les dépenses qui y sont associées. Cette étude vise donc à combler cette lacune en analysant l'organisation du système de prestation familiale et en modélisant ses dépenses. En outre, la modélisation des dépenses de prestations familiales est également importante car elle permet aux gouvernements de prévoir les coûts futurs de ces programmes sociaux. Les résultats de cette étude permettront de mieux comprendre comment le système est organisé et comment les dépenses sont budgétisées. En outre, cette étude peut aider les décideurs politiques à élaborer des politiques et des programmes plus efficaces pour soutenir les familles à faible revenu et réduire l'inégalité sociale. En regards de ces défis importants, ce mémoire tente d'étudier le problème suivant :

✓ Comment évolue les dépenses de prestation familiale ?

Plus spécifiquement, il s'agira :

- De modéliser les dépenses totales de prestation familiale par différentes méthodes statistiques et économétriques ;
- D'identifier la meilleure méthode qui permet de prévoir les dépenses totales de prestation familiale.

Pour ce faire ce rapport est composé de 4 chapitres dans le premier chapitre on va présenter la structure de stage CNSS et les tâches effectuées ; deuxième chapitre on vas parler du cadre théorique d'où on va définir les concepts clés et présenter une revue de la littérature sur la prestation familiale et les dépenses afin de voir ce qui est été faite sur les prestation familiale; dans la troisième chapitre on vas présenter la Méthodologie de l'étude et dans le derniers chapitre on vas présenter les résultats et les analyses de l'étude.

Chapitre 1 : Structure d'accueil et De roulement du Stage

Dans ce chapitre, nous allons faire une brève présentation de la structure d'accueil qui est la Caisse National de la Sécurité Sociale (CNSS), ses missions et ses objectifs ; puis le déroulement du stage dans lequel on présentera les tâches que je puis effectuer au sein de la Caisse.

1. Structure d'accueil

1.1. Contexte et Historique

Tout employé a besoin d'un mécanisme qui le sécurise ou lui vient en aide au cas où il a des « Risques sociaux » (invalidité, vieillesse, maladie, retraite...etc.) ; qui lui permet d'obtenir une satisfaction des droits économiques, sociaux et culturels indispensables à sa dignité et au libre développement de sa personnalité, grâce à l'effort national et à la coopération internationale, compte tenu de l'organisation et des ressources de chaque pays.

La protection sociale est l'un des objectifs de l'Organisation internationale du travail (OIT) qui aide les états membre à mettre en place des systèmes de Sécurité Sociale.

Depuis sa fondation en 1919 OIT a développé et adopté un programme de droit à sécurité sociale. Comme le proclame l'OIT à l'article 22 de la Déclaration Universelle des Droits de l'Homme (DUDH) en (1948) : « toute personne, en tant que membre de la société, a droit à la sécurité sociale ».

C'est dans cette perspective que différents gouvernements mauritaniens ont pris la responsabilité de mettre en place un programme ou un système dont l'objectif est de fournir aux employés (salariés) une vie satisfaisante face aux risques sociaux ; en Mauritanie les régimes de la sécurité sociale sont répartis dans cinq institutions :

Le milieu des années 50 du siècle passé, vit la naissance de la première branche de la sécurité sociale mauritanienne ; la branche des prestations familiales instituée en Décembre 1955, avec date d'effet le 1^{er} janvier 1956. La Caisse de Compensation des Prestations Familiales était chargée de la gestion de cette nouvelle branche.

Depuis cette date, le régime mauritanien de sécurité sociale s'est consolidé au fil des années jusqu'à son transfert de St Louis du Sénégal en Mauritanie en 1962. Suite à ce transfert, la Caisse Nationale de Prévoyance Sociale, composée à ce stade de deux branches s'est élargie ensuite à la branche des pensions de vieillesse, d'invalidité et de décès.

Régie par la loi 67 039 du 3 février 1967 portant création d'une institution qui permet de gérer les régimes de la sécurité sociale aux profits des travailleurs du secteur parapublic et privé qui a porté le nom Caisse Nationale de la Sécurité Social (CNSS) fixant son organisation et ses règles.

Ce dernier est un établissement public à caractère industriel et commercial doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, placé sous la tutelle technique du Ministère chargé du Travail et sous la tutelle financière du Ministère des Finances.

1.2. Mission :

CNSS est un organisme chargé de mettre en place un système qui gère le régime de la sécurité sociale au profit des travailleurs capables de répondre aux besoins des travailleurs et en plus pour le suivi des Objectifs de Développement Durable (ODD), la caisse est notamment chargée de la gestion des branches de la sécurité sociale :

- ✓ Branche de prestation familiale :

Ce sont des allocations versées aux familles pour les aider à subvenir aux besoins de leurs enfants. Elles peuvent inclure des prestations pour la garde des enfants, des allocations familiales, des allocations des naissances...etc.

- ✓ Risque Professionnel :

Les risques professionnels sont des accidents ou des maladies liées au travail qui peuvent survenir à un employé dans le cadre de ses fonctions. Les risques professionnels comprennent notamment les accidents du travail, les maladies professionnelles et les troubles musculosquelettiques

- ✓ Pension de vieillesse et d'invalidité :

La pension de vieillesse et d'invalidité est une prestation sociale versée aux personnes qui ont atteint l'âge de la retraite ou qui sont atteintes d'une invalidité permanente. Elle permet aux personnes de

disposer d'un revenu de remplacement après avoir arrêté de travailler en raison de l'âge ou d'une invalidité.

En plus des trois branches précitées, la CNSS gère un Fonds d'Action Sanitaire et Sociale (FASS) qui dispense une protection maternelle et infantile à l'endroit de la femme et de l'enfant et sert des subventions aux organismes nationaux dont l'activité est en adéquation avec sa mission sociale. La CNSS est chargé d'une double mission :

- ❖ Collecter les cotisations dues par les employeurs et les salariés au titre de la sécurité sociale ;
- ❖ Servir des prestations auxquelles peut prétendre un assuré social auprès de la CNSS.

1.3. Ressource :

Le fonctionnement de l'activité de la CNSS comme toute entreprise se base sur des ressources ; les ressources de la CNSS sont constituées par des cotisations :

- a) les cotisations destinées au financement des différentes branches ;
- b) les majorations de retard ;
- c) le produit du placement de fonds ;
- d) les dons et legs ;
- e) toute autre ressource attribuée à la Caisse par un texte législatif ou réglementaire.

La cotisation à la CNSS est de 14% dont 1% est assuré par la charge du travailleur et 13% sont assurés par l'employeur.

Tableau 1: Financement de CNSS

Branche	Cotisation Patronale	Cotisation Ouvrier
Pension de vieillesse	2%	1%
Risque Professionnelle	3%	
Prestation familiale	8%	

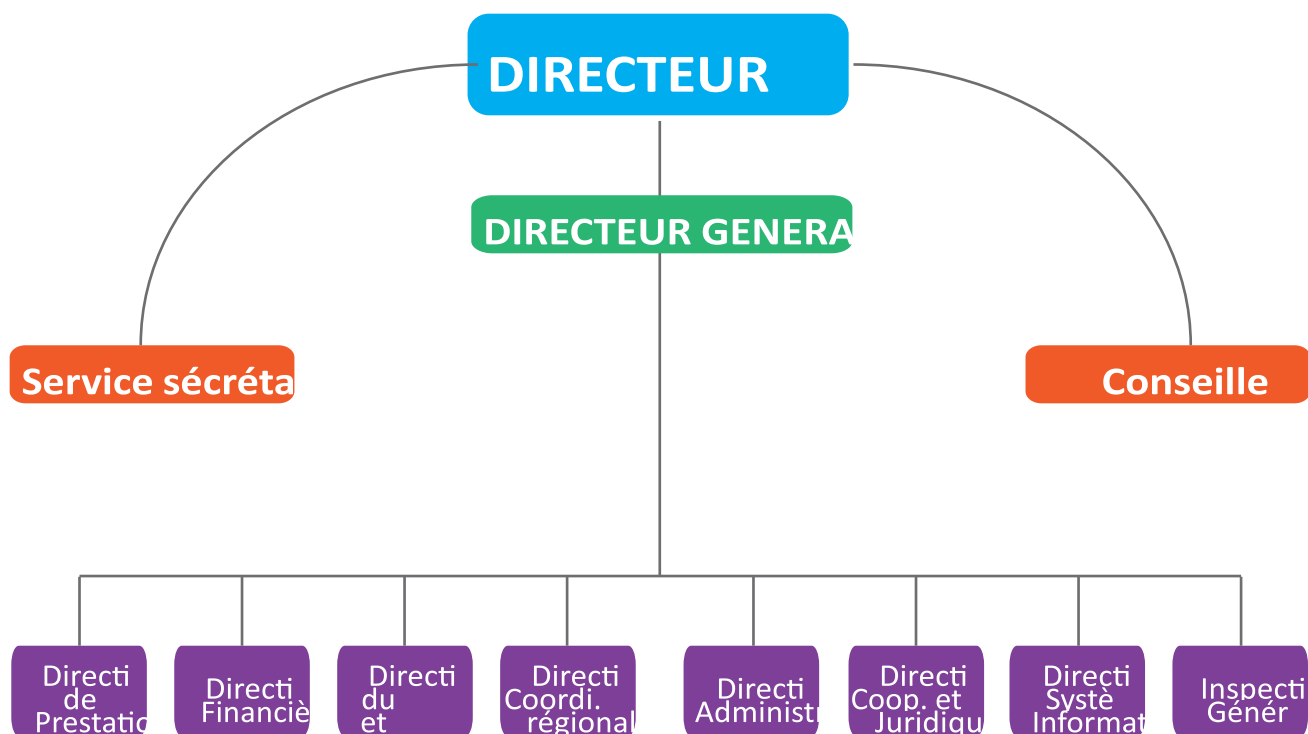
Source : CNSS

1.4. Organigramme :

La CNSS est gérée par un Directeur Général nommé/ par le conseil des Ministres et assisté d'un directeur général Adjoint. Elle est administrée par un Conseil d'Administration tripartite composé de 15 membres répartis, à parité égale, entre l'État, le Patronat et les Centrales Syndicales. Le présent organigramme est composé de 8 départements et 6 conseillers.

La CNSS est représentée sur l'ensemble du territoire national, avec une agence dans chaque capitale de région.

Figure 1: Organigramme de CNSS



Source : Auteur

Notre Stage est déroulé dans la cellule actuarielle

1.5. Présentation de la cellule actuarielle :

La Cellule Actuarielle est une structure rattachée à la Direction Générale de la CNSS chargée de la production statistique et des travaux actuariels. La production statistique consiste à élaborer des annuaires statistiques décrivant les bénéficiaires des prestations du régime, les cotisants, les dépenses et les recettes de la CNSS. En outre, la Cellule procède à la préparation des bases de données nécessaires à l'évaluation actuarielle du régime conformément à la méthodologie du BIT. La Cellule est composée de quatre membres : deux statisticiens, un économiste et un analyste financier. Les responsabilités de chaque profil sont décrites ci-dessous :

→ Statisticien Le titulaire de ce poste a pour missions principales de participer aux études actuarielles, de concevoir et de diriger des enquêtes statistiques, de centraliser les données produites en interne et en externe, de créer des tableaux de bord pour aider au pilotage des activités de la CNSS, et de contribuer à la définition de la stratégie en étudiant l'environnement socio-économique de la CNSS. Il s'agit également de contribuer à la construction de modèles de micro simulation dynamique du système de sécurité sociale, de collecter et traiter des données, d'analyser et interpréter les résultats et de diffuser les informations et les résultats des études aux parties concernées.

→ Économètre : Le titulaire du poste devra réaliser des études périodiques ou ponctuelles pour maintenir l'équilibre financier et la pérennité du système, ainsi que pour développer la couverture sociale. Il devra également participer à la création de tableaux de bord de suivi et d'aide au pilotage de différentes activités de la CNSS, en utilisant des modèles économétriques. Le candidat devra aussi analyser les données et interpréter les résultats des études statistiques, et diffuser les informations aux acteurs concernés.

→ Analyste financière : Un analyste financier est un professionnel spécialisé dans l'analyse et l'évaluation de la performance financière d'une entreprise ou d'une organisation. Le poste à pourvoir implique des tâches variées, notamment l'aide à la préparation d'études actuarielles, le suivi du portefeuille et l'évaluation périodique, l'analyse financière et l'extraction d'indicateurs de performance. La personne en charge sera également responsable de la collecte d'informations nécessaires à la préparation d'analyses quantitatives et de prévisions de recettes et de dépenses. En outre, elle contribuera à la gestion des risques d'investissement et sera chargée de l'analyse des écarts entre les

dépenses et les recettes. Enfin, elle sera responsable de l'élaboration de prévisions financières, de la collecte et de l'étude des données financières disponibles, et de la préparation des politiques d'estimation des coûts et des rendements des différents investissements.

2. Déroulement du stage :

Pendant mon stage, j'ai eu l'opportunité de travailler dans différentes directions de la CNSS, ce qui m'a permis d'acquérir une expérience variée et d'explorer différents aspects de l'organisation. Voici un résumé des tâches que j'ai réalisées dans chaque direction :

2.1. Saisie des données :

✓ Direction des prestations :

Dans la direction des prestations, j'ai participé à une étude de collaboration avec le Bureau International du Travail (BIT) pour numériser les données de la branche de risque professionnel. Initialement disponibles sous format papier, on a effectué la saisie des données dans des feuilles Excel. Cette initiative visait à faciliter l'accès aux données et à les rendre plus facilement exploitables pour l'analyse et la gestion des prestations.

✓ Direction financière :

J'ai eu l'occasion de travailler au sein de la direction financière où j'ai été chargé de saisir les données à partir des rapports concernant les dépenses de la CNSS. Mon rôle était de compiler et de mettre en évidence les dépenses de chaque branche des régimes de la CNSS. Cette tâche m'a permis de développer mes compétences en analyse financière et de mieux comprendre la répartition des dépenses au sein de l'organisation.

2.2. Elaboration d'un tableau de bord :

J'ai également eu l'opportunité de participer à l'élaboration d'un tableau de bord dans la Cellule Actuarielle en utilisant des techniques de Business Intelligence avec le logiciel Power BI. Ce tableau de bord était destiné à fournir des données en temps réel et à permettre une analyse approfondie des indicateurs clés de performance liée aux prestations de la CNSS. J'ai contribué au traitement des

données, à la création de visualisations et à la mise en place des tableaux de bord interactifs, offrant ainsi une meilleure compréhension des tendances et des analyses actuarielles.

3. Le processus d'élaboration du tableau de bord

Dans cette section nous présentons le processus d'élaboration du tableau de bord, présenter le logiciel utilisé et les objectifs de ce projet.

3.1. Justification du projet :

La capacité d'une entreprise ou une institution à créer et à maintenir un avantage concurrentiel ne dépend plus uniquement de sa faculté de profiter d'économies d'échelle, mais aussi de la mobilisation et de l'exploitation de ses actifs intangibles (savoir-faire, innovation...) Aussi, la notion de performance d'entreprise dépasse les bornes de la comptabilité traditionnelle et englobe désormais la performance, vis-à-vis des clients et des partenaires, résultant de l'optimisation des processus internes et de l'apprentissage organisationnel. Dans ce contexte, le pilotage de la performance dépasse la logique classique de contrôle de productivité pour aller vers un dispositif multidimensionnel et réactif. Cette donne a engendré une nouvelle conception de systèmes d'évaluation de la performance en cherchant à la capter dans sa globalité. La CNSS, qui s'inscrit dans une logique de poursuite soutenue d'amélioration de son processus de fonctionnement et de ses performances, fait face à un nouveau contexte. En effet, sur ses marchés naturels, les monopoles publics qui constituaient ses clients historiques, se démantèlent et de nouveaux et importants producteurs y pénètrent. Face à cette situation, la CNSS doit disposer d'un système performant de tableaux de bord qui s'insérerait en tant qu'instrument clé de compétitivité et de prise de décision. Nous avons, à travers cette étude, on a utilisé des nouvelles techniques de business intelligence pour élaborer un tableau de bord.

Dans ce projet on a utilisé le logiciel Power BI

3.2. Objectifs

Les objectives de ce projet sont les suivantes :

- Automatiser et visualiser les données en temps réel
- Développer une nouvelle technique qui nous permet d'avoir les informations
- Développer de nouvelles perspectives pour une prise de décision plus éclairée
-

3.3. Approche

Pour élaborer un tableau de bord performant avec le logiciel POWER BI nous avons utilisé quelque approche :

Power BI est une plateforme de visualisation de données et de business intelligence développée par Microsoft. Elle permet aux utilisateurs de collecter (importer des données provenant de différentes sources qu'il s'agit des bases des données, fichiers Excel, des services en ligne, etc.), transformer, analyser et visualiser leurs données de manière intuitive et interactive.

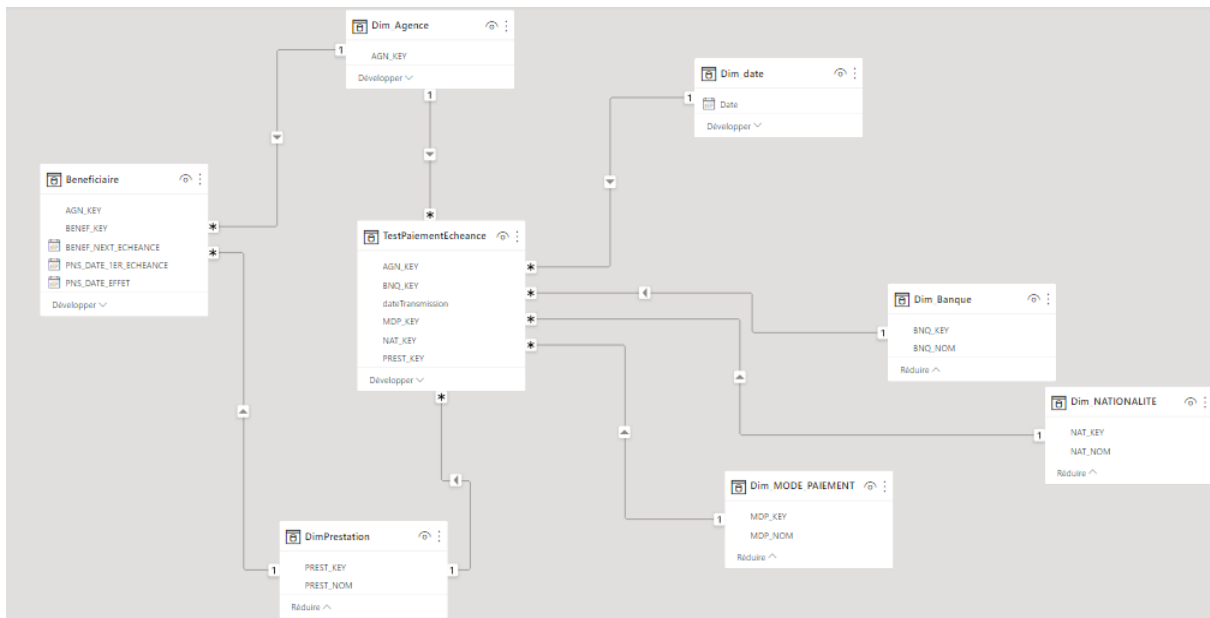
a) Extraction de Données (MSSQL)

Afin de préserver la confidentialité des données, nous avons procédé à l'extraction des données à partir de la base de données DAMANOUNA, hébergée sur leur serveur. Pour ce faire, nous avons créé des vues pour chaque table afin de restreindre l'accès à certaines informations sensibles. La connexion aux données a été réalisée via MSSQL (Microsoft SQL Server), un langage de requête utilisé pour gérer et interagir avec les bases de données relationnelles. En créant des vues pour chaque table, nous avons pu contrôler les informations qui étaient accessibles, assurant ainsi la confidentialité des données sensibles. Cette approche nous a permis de travailler avec un sous-ensemble des données nécessaires tout en préservant la sécurité et la confidentialité des informations confidentielles. L'utilisation de MSSQL comme langage de connexion aux données nous a offert la possibilité d'interagir avec la base de données DAMANOUNA de manière sécurisée et efficace. Grâce à ses fonctionnalités avancées, nous avons pu extraire les données nécessaires pour notre projet tout en garantissant la protection des informations confidentielles et en respectant les protocoles de sécurité établis. (Voir Annexe pour plus de détails sur les vues créées et la structure de la base de données DAMANOUNA).

b) Création du modèle de données :

Dans le processus de création du modèle de données, plusieurs tâches ont été effectuées. Tout d'abord, une connexion à la base de données a été établie en utilisant l'éditeur Power Query dans Power BI. Ensuite, la vue SQL a été accédée et chargée en tant que requête de mise en scène. À partir de cette requête de mise en scène, les requêtes de faits et de dimensions ont été créées en référençant les données extraites. Des transformations ont été appliquées aux données, notamment le nettoyage des données afin de ne conserver que les informations "correctes" destinées à la cible. Enfin, les requêtes ont été chargées et reliées entre elles pour créer le modèle de données dans Power BI. Cette approche garantit la cohérence et la fiabilité des données utilisées dans les analyses et les visualisations ultérieures.

Figure 2: Relation entre les modèles



c) Création des mesures DAX et des visualisations Power BI :

Dans cette étape de création des mesures DAX et des visualisations Power BI, plusieurs tâches ont été réalisées. Tout d'abord, il a été nécessaire de définir les mesures pertinentes requises pour le projet. Ces mesures DAX sont des calculs spécifiques appliqués aux données afin d'obtenir des indicateurs significatifs. Dans ce contexte, les mesures DAX sélectionnées comprennent le montant total payé, le montant total payé de l'année précédente, le nombre total de bénéficiaires et le nombre total de bénéficiaires de l'année précédente.

Une fois les mesures DAX définies, il était nécessaire de créer les visualisations matricielles et les graphiques. Ces éléments graphiques permettent de représenter visuellement les données de manière claire et compréhensible. Les visualisations matricielles fournissent une vue tabulaire des données, tandis que les graphiques permettent de visualiser les tendances, les comparaisons et les relations entre les variables.

Enfin, les visualisations matricielles et les graphiques ont été remplis avec les mesures et les variables DAX pertinentes. Cela signifie que les calculs réalisés avec les mesures DAX sont utilisés pour alimenter les visualisations, fournissant ainsi des informations précises et significatives, l'utilisation de DAX (Data Analysis Expressions) dans Power BI permet d'effectuer des calculs avancés et des agrégations sur les données, offrant ainsi une flexibilité et une puissance d'analyse accrues. Les mesures DAX permettent d'obtenir des indicateurs clés et des métriques pertinentes, tandis que les visualisations Power BI permettent de présenter ces données de manière visuellement attrayante et interactive, facilitant ainsi la compréhension et l'interprétation des informations.

Chapitre 2 : Cadre théorique

Le but de ce chapitre est d'assurer que tous les lecteurs ont une compréhension commune des termes et concepts clés utilisés dans cette étude, ce qui peut faciliter la compréhension et l'analyse des résultats ; et ensuite voir la revue littérature sur les prestations familiales afin de savoir ce qui a été fait pour cette branche.

1. Définition et concepts clés

Les systèmes de prestation familiale sont une composante des systèmes de protection sociale. Historiquement, ces systèmes ont émergé et se sont organisés dans la sphère professionnelle pour couvrir financièrement les familles dans la relation de travail. Au cours du temps, les objectifs des systèmes de prestation se sont diversifiés, modelant une architecture plus ou moins complexe selon les pays.

Un système de prestation familiale peut être défini comme un ensemble d'organismes, publics ou privés, ayant pour mission d'assurer la couverture financière de leurs affiliés, ces organismes obéissent à des règles définissant les conditions dans lesquelles les individus sont éligibles à des prestations et les modalités de financement de cette couverture. Les bénéficiaires de cette aide sont les travailleurs ou leurs ayants droit bénéficient des prestations familiales pour les mois pendant lesquels ils ont accompli un minimum de travail de 18 jours ou de 120 heures et perçu un salaire égal au SMIG¹. La prestation familiale est composée de :

a) Allocation prénatale

L'allocation prénatale est une prestation sociale destinée aux femmes enceintes. Elle est versée sous forme d'une aide financière destinée à couvrir les dépenses liées à la grossesse et à la naissance de l'enfant.

Bénéficiaires : Toute femme salariée ou conjointe d'un travailleur salarié à condition de déclarer la grossesse et de subir les trois examens médicaux.

¹ Salaire minimum interprofessionnel garanti qui est à 4500 MRU

Le montant d'allocation prénatale est fixé à 2160 MRU

b) Prime à la naissance : La prime à la naissance est une prestation sociale versée sous forme d'une aide financière destinée à couvrir les dépenses liées à l'arrivée d'un nouveau-né dans la famille, importante pour les familles qui doivent faire face à des dépenses supplémentaires liées à l'arrivée d'un bébé, comme l'achat de vêtements, de matériel de puériculture, ou encore les frais médicaux ; Elle permet également d'aider les parents à mieux préparer l'arrivée de leur enfant et à assurer une meilleure prise en charge de la santé de leur nouveau-né.

Bénéficiaire : Les trois premiers enfants issus du premier mariage de l'allocataire ou d'un mariage subséquent lorsqu'il y a eu décès du précédent conjoint.

Le montant de la prime de naissance est fixé à 2880 MRU.

b) Indemnité journalière de maternité :

L'indemnité journalière de maternité est une prestation sociale versée sous forme d'une aide financière destinée à compenser la perte de revenus subie par les femmes pendant leur congé de maternité ; Elle permet de compenser partiellement la perte de revenus subie pendant cette période et de favoriser ainsi le maintien de leur niveau de vie ; cette indemnité contribue également à protéger la santé de la mère et de l'enfant en permettant à la mère de se reposer après l'accouchement et de prendre soin de son nouveau-né.

Bénéficiaire : Toute femme salariée en état de grossesse à condition d'être immatriculée à la caisse 12 mois avant la date présumée de l'accouchement et avoir accomplie un minimum de travail de 54 jours ou de 160 heures au cours des trois mois précédents.

Le montant de l'indemnité journalière de maternité est fixé à 100% de la rémunération mensuelle moyenne pour 14 semaines.

c) Allocation familiale :

L'allocation familiale est une prestation sociale destinée à aider les familles à subvenir aux besoins de leurs enfants, elle est importante pour les familles qui doivent faire face à des dépenses supplémentaires liées à l'éducation et à l'épanouissement de leurs enfants. Elle permet également de contribuer à la lutte

contre la pauvreté infantile en aidant les familles à subvenir aux besoins de leurs enfants et à leur offrir des conditions de vie décentes.

Bénéficiaires : Les enfants célibataires non travailleurs à charge de l'allocataire jusqu'à l'âge de 21 ans s'ils sont en apprentissage ou étudiants ou incapables d'exercer une activité salariée, à condition d'être inscrits au registre d'état civil et d'assister au cours (pour les enfants en âge de scolarité) ou de fournir des certificats médicaux.

Le montant des allocations familiales : 500 UM par mois et par enfant.

2. Revue Littérature :

Les allocations familiales étaient initialement conditionnées au travail du père, mais pendant la première guerre mondiale les hommes ont été remplacés par les femmes dans les usines cependant après-guerre leur participation aux marchés de travail est remise aux causes et ont finalement été élargies pour inclure les mères qui travaillent. Dans le monde les régimes de branche de prestation familiale diffèrent selon le taux de couverture de la population, les modalités de la couverture, la forme de financement ou de gestion, etc.

Du point de vue de la couverture, on note une très forte hétérogénéité, depuis les pays qui versent des prestations définies à caractère universel jusqu'à ceux où il n'existe pas de dispositif. Néanmoins, selon le BIT (Bureau international du Travail), en 1999, seulement 88 pays (soit à peu près 50 pour cent) étaient dotés de régimes de prestations familiales. Les systèmes formels sont souvent basés sur des modèles adoptés dans les pays industrialisés et offrent une protection certaine aux membres inscrits, mais seul une minorité de la population y a accès. Les systèmes informels, quant à eux, sont basés sur les valeurs coutumières des groupes et/ou sur les principes religieux et visent à assurer la solidarité dans le groupe et à protéger les membres les plus faibles. Cependant, avec les transformations sociales et économiques actuelles, de nombreux systèmes informels commencent à perdre de leur force et les valeurs individualistes prennent le dessus.

Pour un pays comme la Mauritanie, le défi est de trouver les stratégies les plus appropriées pour étendre la prestation familiale à toutes les couches de la population et pour promouvoir les valeurs et pratiques

traditionnelles de solidarité collective, tout en les adaptant aux nouveaux besoins de la société. Les familles en Mauritanie est composé de :



D'une population d'environ 4,32² millions d'habitants, cette population est répartie d'environ 800.000 ménages.



La Mauritanie est un pays en développement avec un potentiel économique important. Le gouvernement a mis en place des politiques pour stimuler la croissance économique, notamment dans les secteurs de l'agriculture, de la pêche et de l'exploitation minière. Le taux de croissance économique est estimé à 2.4% en 2021.



Le taux de chômage est une mesure clé de l'économie d'un pays qui varie d'une année à l'autre cependant le taux de chômage en Mauritanie est estimé à 12.2% en 2019.

Les travailleurs soumis aux dispositions du Code du Travail ou du Code de la Marine marchande, sans aucune distinction de race, de nationalité, de sexe ou d'origine, lorsqu'ils sont occupés en ordre principal sur le territoire national, pour le compte d'un ou plusieurs employeurs nonobstant la nature, la forme, la validité du contrat ou le montant et la nature de la rémunération.

Tableau 2: EVOLUTION NOMBRE POPULATION ASSURÉE

	2016	2017	2018
Employeur	3500	3900	4300
Cotisants (travailleurs)	60000	67500	75000
Allocataires	22000	23000	24000
Enfants en charge	78000	80000	83000

² Ansade.mr

Source : CNSS

1. Employeur : Le nombre d'employeurs déclarant et contribuant à la CNSS est en augmentation chaque année. On observe une progression de 3500 en 2016 à 3900 en 2017, puis à 4300 en 2018. Cela suggère une croissance de l'activité économique et une plus grande participation des employeurs au système de sécurité sociale.
2. Cotisants (travailleurs) : Le nombre de cotisants, c'est-à-dire le nombre de travailleurs contribuant à la CNSS, connaît également une augmentation régulière. Le nombre de cotisants passe de 60000 en 2016 à 67500 en 2017, puis à 75000 en 2018. Cette tendance peut indiquer une augmentation de l'emploi et une plus grande couverture sociale des travailleurs.
3. Allocataires : Le nombre d'allocataires, c'est-à-dire le nombre de personnes bénéficiant de prestations de la CNSS, montre une légère augmentation d'une année à l'autre. On observe une augmentation de 22000 en 2016 à 23000 en 2017, puis à 24000 en 2018. Cela peut refléter une augmentation de la demande de prestations familiales ou d'autres types d'allocations de la CNSS.
4. Enfants en charge : Le nombre d'enfants à charge des allocataires de la CNSS augmente également chaque année. On passe de 78000 en 2016 à 80000 en 2017, puis à 83000 en 2018. Cette évolution peut être liée à une augmentation de la population totale ou à une augmentation du nombre de familles bénéficiant des prestations familiales de la CNSS.

3. Cotisation

Les cotisations constituent les contributions financières régulières que les employeurs et les travailleurs versent à la CNSS pour financer le système de sécurité sociale.

✓ Cotisations des employeurs :

Les employeurs sont tenus de verser des cotisations à la CNSS. Ces cotisations sont calculées en fonction d'un pourcentage du salaire des employés et sont destinées à financer les différentes prestations offertes par la CNSS, telles que les prestations familiales, les prestations de maladie, les

pensions de retraite, etc. Les employeurs sont responsables de collecter et de verser ces cotisations à la CNSS.

✓ Cotisations des travailleurs :

Les travailleurs eux-mêmes sont également tenus de verser des cotisations à la CNSS. Ces cotisations sont déduites de leur salaire brut et représentent un pourcentage fixe (qui est 1%) ou variable de leur rémunération. Les cotisations des travailleurs contribuent à financer leur propre protection sociale, y compris les prestations auxquelles ils peuvent avoir droit, telles que les prestations de maladie, les allocations familiales, les prestations de maternité, etc.

✓ Répartition des cotisations :

Les cotisations versées par les employeurs et les travailleurs sont réparties entre différents régimes de prestations de la CNSS. Par exemple, une partie des cotisations peut être allouée au régime des prestations familiales, une autre partie au régime des prestations de maladie, et au régime de pension de vieillesse. Cette répartition vise à garantir que les fonds sont utilisés de manière appropriée pour répondre aux besoins spécifiques de chaque régime de prestations.

✓ Collecte et gestion des cotisations :

La CNSS est responsable de la collecte, du suivi et de la gestion des cotisations. Elle veille à ce que les employeurs et les travailleurs respectent leurs obligations de paiement et s'assure que les cotisations sont correctement enregistrées et affectées aux différents régimes de prestations. La CNSS peut mettre en place des mesures de contrôle et de surveillance pour assurer la conformité des cotisations et lutter contre les éventuelles fraudes ou abus.

Relation entre les recettes et les Cotisation :

Les cotisations des employeurs et des travailleurs constituent la principale source de recettes de la CNSS, Les cotisations versées par les employeurs et les travailleurs représentent les fonds qui alimentent le système de sécurité sociale. Ces cotisations sont collectées régulièrement et contribuent à financer les prestations et les services offerts par la CNSS. Les recettes sont calculées en fonction des cotisations versées, et les taux de cotisation ont un impact direct sur le montant des recettes. Les

recettes sont utilisées pour financer les prestations et les services offerts par la CNSS dans le cadre de sa mission de protection sociale.

$$\textit{Cotisation de prestation Familiale} = \textit{Recette de cotisation} * (3/14)$$

Chapitre 3 : Méthodologie

Dans ce chapitre nous présentons les données soumises à notre disposition par la structure et ensuite on va présenter les techniques de traitement des données utilisées, telles que les méthodes statistiques ou les logiciels d'analyse de données. Après cette description des données, nous ferons un choix méthodologique adapté aux données.

1. Présentation des données

Afin de bien mener cette étude, nous avons effectué nos analyses sur les bases présenté ci-dessous :

1.1. CNSS BIT

Cette base provient des données financières de la CNSS ; La base de données de la CNSS BIT contient des informations financières sur les cotisations et les prestations liées aux branches de pension, de la prestation familiale et de Risque Professionnel. Ces données sont collectées auprès des employeurs et des assurés sociaux et sont utilisées pour calculer les cotisations et les prestations dues. La base de données CNSS BIT est régulièrement mise à jour et permet une analyse statistique des tendances de la sécurité sociale en Mauritanie. Elle est également utilisée pour le suivi et la gestion des paiements de cotisations et de prestations. Dans cette étude on s'intéresse seulement sur les dépenses de la branche de prestation, ce sont les dépenses engagées pour la subsistance et l'éducation des enfants.

Ce champ comprend 6 variables qui sont les suivants :

- ✓ Indemnités journalières maternités ;
- ✓ Allocations prénatales ;
- ✓ Prime à la naissance ;
- ✓ Allocations familiales ;
- ✓ Allocations familiales caisses étrangères.

1.2. Branche prestation data

La base de données de la branche de prestation de la CNSS en Mauritanie contient des informations sur les différentes agences de la CNSS et les prestations qu'elles fournissent aux bénéficiaires. Les données incluent le nombre de bénéficiaires pour chaque agence, ainsi que la nationalité des bénéficiaires. Les informations sur les types de prestations offertes, telles que les allocations familiales, les indemnités de maladie et les pensions de retraite, sont également incluses. Les données peuvent être analysées pour identifier les tendances en matière d'utilisation des prestations et pour évaluer l'efficacité des programmes de la CNSS. La base de données peut également être utilisée pour suivre l'évolution des prestations offertes et pour évaluer les besoins des bénéficiaires en matière de sécurité sociale. Des techniques statistiques peuvent être appliquées pour extraire des informations plus détaillées à partir de ces données et pour les présenter de manière claire et concise.

1.3. Base ENESI

L'enquête nationale sur l'emploi et le secteur informel (ENESI) est une étude menée pour recueillir des données sur la situation de l'emploi dans le pays, à la fois dans le secteur formel et dans le secteur informel. Cette enquête vise à fournir des informations détaillées sur les caractéristiques de l'emploi, les conditions de travail, les revenus, la sécurité sociale et d'autres aspects liés à l'emploi.

La base (ENESI) permet d'extraire les variables pertinentes liées à l'enregistrement des entreprises au CNSS ainsi que les cotisations versées à la CNSS spécifiquement qui sont des variables liées à la sécurité sociale. Voici une description de ces variables :

Enregistrement de l'entreprise au CNSS : Cette variable indique si une entreprise est enregistrée auprès de la CNSS. Elle peut prendre la valeur "Oui" si l'entreprise est enregistrée ou "Non" si elle n'est pas enregistrée. Cette information est utile pour évaluer le degré de conformité des entreprises vis-à-vis des réglementations en matière de sécurité sociale.

Cotisations à la CNSS : Cette variable renseigne sur les cotisations versées à la CNSS par les employés. Elle peut indiquer le montant des cotisations spécifiquement liées à la sécurité sociale. Ces cotisations sont généralement déduites du salaire des employés et contribuent à la protection sociale.

2. Modélisation

Une série chronologique est un ensemble de données ou d'observations qui se réfèrent à une ou plusieurs variables et sont classées chronologiquement. En effet, les séries chronologiques sont très importantes en économie. Car, en économie, presque toutes les variables sont collectées dans le temps. En d'autres termes, il est intéressant de voir l'évolution d'une variable dans le temps, pas la valeur spécifique à un moment donné. Ainsi, chaque fois que des variables économiques sont analysées, on parle de cycles ou de tendances économiques. L'ordre des données étant d'une importance vitale, il faut tenir compte du fait que cela modifie l'analyse et l'interprétation des données. L'économétrie, chargée de rechercher et d'estimer les relations entre les variables économiques, doit donc tenir compte de ce fait. En outre, Dans cette étude le model BOX JENKINS et Holt-Winters semblent plus adapté que les autres méthodes vues que les données ont une structure probabiliste suffisamment stable au cours du temps et sont assez nombreuses pour permettre une estimation de cette structure, l'approche BOX JENKINS et Holt-Winters permet d'obtenir les prévisions les plus précises.

Dans cette section nous allons présenter les modèles qu'ont vas utiliser pour faire nos prévisions afin de voir la quel des deux sont plus approprié.

2.1. Méthode BOX JENKINS :

Dans leur célèbre ouvrage intitulé : « Time Series Analysis : Forecasting and Control », publié en 1970, Box et Jenkins ont proposé un algorithme de prévision des séries temporelles fondé sur l'utilisation des processus ARMA (p, q). La méthode de Box et Jenkins consiste à trouver dans la classe des processus ARMA linéaires et stationnaires (Autorégressive-Moving Average), un processus susceptible de s'adapter au mieux aux données empiriques qui constituent la série temporelle. L'algorithme Box-Jenkins est une méthode de modélisation des séries chronologiques qui permet de prédire les valeurs futures d'une série chronologique en se basant sur les tendances et les patterns

observés dans les données historiques. Cette méthode a été développée par George Box et Gwilym Jenkins dans les années 1970 et est encore largement utilisée aujourd'hui dans la modélisation et la prévision des séries chronologiques.

❖ Processus AR(p)

Le modèle autorégressif d'ordre p, ou AR(p), est un modèle de série chronologique qui décrit la relation entre une variable chronologique et ses valeurs passées. Le modèle AR(p) est basé sur l'hypothèse que la valeur courante de la série chronologique dépend linéairement de ses p valeurs précédentes, avec une erreur résiduelle aléatoire

Un processus autorégressif d'ordre p, noté AR(p), est un processus X_t stationnaire qui vérifie la relation suivante :

$$X_t = \varphi_1 X_{t-1} + \varphi_2 X_{t-2} + \dots + \varphi_p X_{t-p} + \varepsilon_t$$

Cette relation est équivalente/équivalente à :

$$X_t = \sum_{j=1}^p \varphi_j X_{t-j} + \varepsilon_t$$

Avec $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_p$ sont des constantes ($\varphi_p \neq 0$) qui sont les coefficients d'autorégression et $\varepsilon_t \sim BB(0, \delta_\varepsilon^2)$ qui est l'erreur résiduelle aléatoire qui suit une loi gaussienne.

En introduisant l'opérateur de décalage, l'équation (1) s'écrit sous la forme :

$$\phi(L)X_t = \varepsilon_t$$

Avec $\phi(L) = 1 - \varphi_1 L - \varphi_2 L^2 + \dots + \varphi_p L^p \Leftrightarrow \phi(L) = 1 - \sum_{j=1}^p \varphi_j L^j$

On distingue deux méthodes courantes pour estimer les coefficients autorégression du modèle AR(p) :

Méthode des moindres carrés ordinaires (MCO)

La méthode des moindres carrés ordinaires est une méthode qui minimise la somme des carrés des écarts entre les valeurs observées de la série chronologique et les valeurs prédites par le modèle AR(p). Les coefficients d'autorégression sont choisis de manière à minimiser cette somme des carrés.

La formule pour estimer les coefficients d'autorégression dans le modèle AR(p) à l'aide de la méthode des moindres carrés ordinaires est :

$$\hat{y} = X * b$$

Avec

\hat{y} : c'est la matrice qui contient les valeurs prédites de la série chronologique,

X : celle du matrice des valeurs précédentes et

b est un vecteur des coefficient d'autorégression à estimer pour estimer b on peut résoudre l'équation suivante :

$$b = [X^t * X] * X^t * y$$

Où y est un vecteur contenant les valeurs observées de la série chronologique.

La méthode des moindres carrés ordinaires peut être sensible aux valeurs aberrantes ou aux erreurs de mesure, ce qui peut affecter la précision des prévisions. Il est donc souvent recommandé d'utiliser d'autres méthodes d'estimation, comme la méthode de la maximisation de la vraisemblance

Méthodes de maximum de vraisemblance

La méthode de la maximisation de la vraisemblance est une méthode qui cherche à maximiser la probabilité que les observations de la série chronologique soient produites par le modèle AR(p) spécifié. Les coefficients d'autorégression sont choisis de manière à maximiser cette probabilité.

La formule pour estimer les coefficients d'autorégression dans le modèle AR(p) à l'aide de la méthode de la maximisation de la vraisemblance est :

$$L = -\frac{1}{2} \times [n \times \ln(2\pi \times \delta^2) + \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - X \times b)^2}{\delta^2}]$$

Où L est la fonction de vraisemblance, n est le nombre d'observations dans la série chronologique, δ^2 est la variance de l'erreur résiduelle aléatoire, y est un vecteur contenant les valeurs observées de la série chronologique, X est une matrice qui contient les p valeurs précédentes de la série chronologique, b est un vecteur de coefficients d'autorégression à estimer. Pour estimer b, on peut résoudre l'équation suivante :

$$b = [X^t * X]^{-1} * X^t * y$$

❖ Processus MA(q)

Le processus MA(q) est un modèle de série temporelle stationnaire, qui est utilisé pour modéliser des séries temporelles avec une corrélation entre les erreurs ou les résidus.

Le "MA" signifie "Moyenne Mobile (Moving Average)", qui fait référence à la moyenne mobile pondérée des erreurs passées. Le "q" indique le nombre de termes MA nécessaires pour modéliser la série. Le modèle MA(q) suppose que la série temporelle est la somme pondérée des erreurs passées, qui sont des termes de bruit blanc.

Le processus MA(q) est défini par une équation de la forme :

$$X_t = \mu + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \Rightarrow X_t = \mu + \varepsilon_t + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j}$$

Où X_t est la valeur de la série à l'instant t, μ est la moyenne de la série, ε_t est le terme d'erreur ou de résidus à l'instant t et $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ sont des coefficients de la moyenne des erreurs passées.

En introduisant l'opérateur de retard (décalage) on obtient :

$$\phi(L)\varepsilon_t = X_t \Leftrightarrow (1 - \sum_{j=1}^q \theta_j L^j)\varepsilon_t = X_t$$

❖ Processus ARMA

Le modèle ARMA (Autorégressive Moving Average) est un modèle de série temporelle utilisé pour modéliser des données chronologiques avec une dépendance à court et à long terme.

Le modèle ARMA combine deux types de modèles : le modèle AR (AutoRegressive) et le modèle MA (Moving Average) ; en combinant les deux modèles, le modèle ARMA (p, q) est défini par les équations suivantes :

Tableau 3: Récapitulatif du modèle ARMA

	Processus AR	Processus MA	Processus ARMA
Définition	$X_t = \sum_{j=1}^{j=p} \varphi_j X_{t-j} + \varepsilon_t$	$X_t = \mu + \varepsilon_t + \sum_{j=1}^{j=p} \theta_j X_{t-j}$	$X_t = \sum_{j=1}^{j=p} \varphi_j X_{t-j} + \varepsilon_t + \mu + \sum_{j=1}^{j=p} \theta_j X_{t-j}$
Opérateur de retard	$(1 - \sum_{j=1}^{j=p} \varphi_j L^j) X_t = \varepsilon_t$	$(1 - \sum_{j=1}^{j=q} \theta_j L^j) \varepsilon_t = X_t$	$(1 - \sum_{j=1}^{j=p} \varphi_j L^j) X_t = (1 - \sum_{j=1}^{j=q} \theta_j L^j) \varepsilon_t$

❖ Mise en œuvre de la méthode Box-Jenkins :

La procédure de Box et Jenkins se déroule en 4 étapes :

- Identification :

L'objectif de cette étape est d'identifier la structure de la série chronologique en examinant la fonction d'autocorrélation (ACF) et la fonction d'autocorrélation partielle (PACF) de la série temporelle. Ces fonctions permettent d'identifier les termes AR, MA et I qui sont nécessaires pour modéliser la série.

- Estimation :

Après avoir identifié la structure de la série temporelle, les coefficients du modèle ARIMA sont estimés en utilisant la méthode de maximum de vraisemblance ou la méthode des moindres carrés.

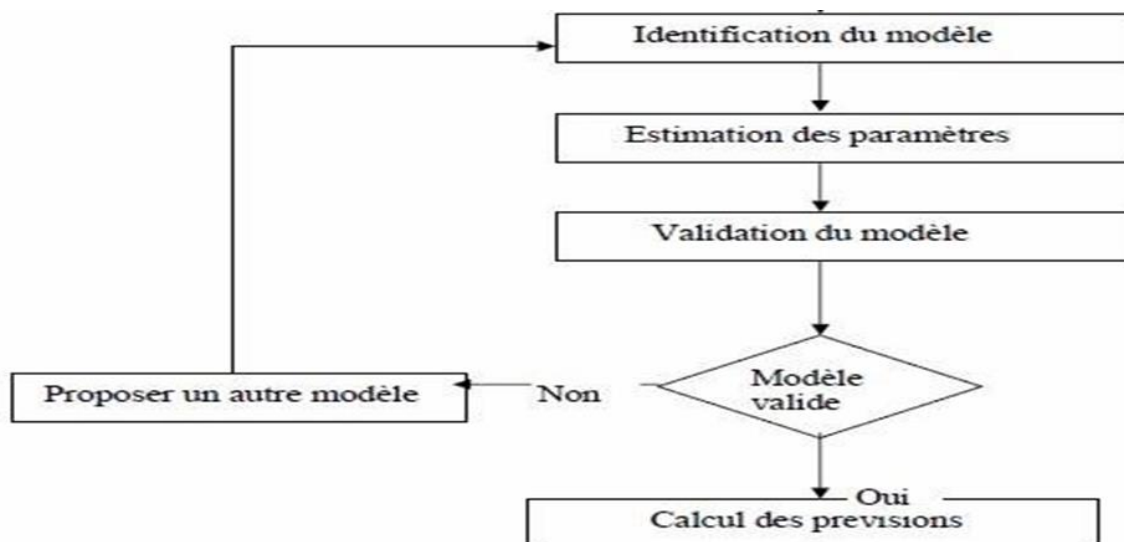
- Validation :

Le modèle est ensuite diagnostiqué pour s'assurer qu'il convient bien aux données. Le diagnostic comprend l'analyse des résidus pour s'assurer qu'ils sont aléatoires et non corrélés, et la vérification de la stationnarité des résidus.

- Prédiction :

Enfin, le modèle est utilisé pour prévoir les valeurs futures de la série temporelle.

Figure 3: Illustration du processus de BOX JENKINS



Source : Cours ARMA

NB : On utilise BOX JENKINS si et seulement si la série est stationnaire.

2.2. Méthode Holt-winters :

La méthode Holt-Winters - également connue sous le nom de triple lissage exponentiel - est une méthode incroyablement populaire et relativement simple pour la prévision de séries chronologiques.

La méthode Holt-Winters est une procédure de prévision de séries chronologiques très courante capable d'inclure à la fois la tendance et la saisonnalité. La méthode Holt-Winters elle-même est une combinaison de 2 autres composants beaucoup plus simples, qui sont tous des méthodes de lissage :

a) Lissage Exponentiel Simple (Simple Exponential Smoothing) :

Il utilise une composante de tendance pour modéliser les variations à long terme dans les données.

Le lissage exponentiel simple suppose que la série chronologique n'a pas de changement de niveau ; elle ne prend pas en compte la tendance ni la saisonnalité ; et elle est utilisée uniquement pour modéliser la tendance.

Nous pouvons définir la méthode de lissage exponentiel comme suit :

$$L_t = \alpha y_t - (1 - \alpha)L_{t-1} \quad [1]$$

Avec

y_t : la valeur observée de la série chronologique
à l'instant t

L_t : c'est la valeur de niveau à l'instant t

L_{t-1} : c'est l'estimation de niveau précédente

α : Coefficient de lissage

Cette équation est appelée *équation de mise à jour de niveau*, car elle met à jour le niveau du pas de temps actuel en fonction de l'estimation de niveau précédente. L'équation est donc récursive, puisque chaque estimation de niveau doit être calculée en utilisant toutes les estimations antérieures.

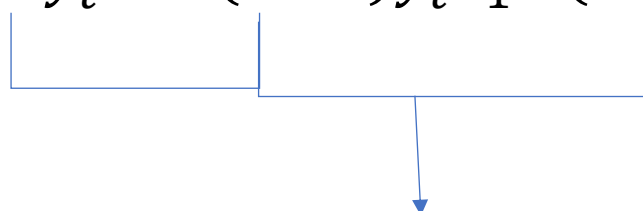
L'alpha, α , est connu sous le nom de constante de lissage. La constante de lissage a un domaine $0 \leq \alpha \leq 1$, et elle dicte le poids accordé aux valeurs passées lorsqu'elles sont incluses dans l'estimation du niveau actuel. Cela est dû à la nature récursive de l'équation de mise à jour de niveau, comme si nous

devions commencer à dérouler l'équation, nous verrions que les poids sur chaque valeur précédente diminuent de manière exponentielle :

En remplaçant L_{t-1} par sa valeur l'équation [1] devient :

$$L_t = \alpha y_t - (1-\alpha)[(\alpha y_{t-1} - (1-\alpha)L_{t-2})]$$

$$L_t = \alpha y_t - \alpha (1-\alpha)y_{t-1} - (1-\alpha)^2 L_{t-2}$$



Les poids diminuent de manière exponentielle avec chaque estimation précédente

b) Lissage Exponentiel de Holt (Holt's Exponential Smoothing) :

Passant du lissage exponentiel simple, la méthode de lissage exponentiel de Holt est capable de prendre en compte une composante de tendance. La méthode de Holt est souvent appelée double lissage exponentiel.

Le lissage exponentiel de Holt est une extension du lissage exponentiel simple qui inclut une composante de tendance en plus du niveau. Il est utilisé pour modéliser à la fois la tendance et le niveau dans une série chronologique, Une prévision avec la méthode de Holt peut donc être définie comme suit :

$$F_{t+k} = L_t + kT_t$$

Avec :

L_t Le niveau estimé à l'instant t , k nombre d'observation à estimer et T_t la tendance à l'instant t .

Dans le lissage exponentiel de Holt, la mise à jour de la tendance se fait en utilisant un coefficient de lissage (β) qui contrôle la vitesse à laquelle la tendance s'adapte aux nouvelles observations.

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

Comme vous pouvez le voir, la formule de mise à jour du lissage exponentiel de Holt implique le lissage de la tendance en utilisant la différence entre l'observation actuelle et la valeur du niveau précédent.

Chapitre 4 : Analyses Descriptive

Dans ce chapitre on va présenter les analyses faites sur nos données et aussi présenter la prévision effectuée afin de voir l'évolution des dépenses dans les futurs.

1. Conformité des entreprises et cotisations au CNSS :

Dans cette on va faire une analyse descriptive sur les données afin d'évaluer le taux des entreprises enregistrée à la CNSS et celle que leurs employés qui cotise à la CNSS.

1.1. Les entreprises enregistrées aux CNSS :

L'enregistrement à la CNSS est une obligation légale pour les employeurs et les travailleurs, afin de bénéficier des prestations sociales prévues par la loi en cas de besoin. Les employeurs doivent inscrire tous leurs travailleurs à la CNSS et payer les cotisations sociales correspondantes.

Tableau 4:répartition des entreprises enregistrés au CNSS

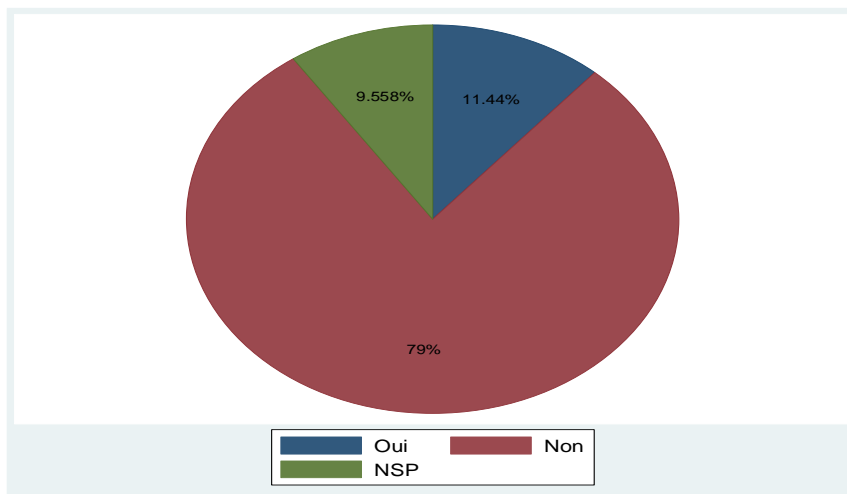
ap 6 ab . CNSS	Freq.	Percent
Oui	13	0.32
Non	3,988	99.06
NSP	25	0.62
Total	4,026	100.00

Source : Auteurs à partir de ENESI 2019

Le tableau nous montre que les entreprises dans laquelle les ménages exercent leur emploi principal 0.32% sont enregistrés à la CNSS tandis que 99.06% ne sont pas enregistrés à la CNSS et 0.62% ne savent pas s'ils sont enregistrés ou pas.

D'après cette analyse on constate que la plupart des entreprises ne sont pas enregistrées au CNSS ce qui fait que leur employeur n'est pas couvert socialement, ils ne bénéficient pas des prestations de CNSS

Figure 4 Répartition des employeurs qui cotise au CNSS



Source : Auteur

Le Figure4 représente une vision des employeurs qui cotise à la CNSS, elle nous montre que 11.44% des employeurs cotisent et 79% ne cotise pas au CNSS.

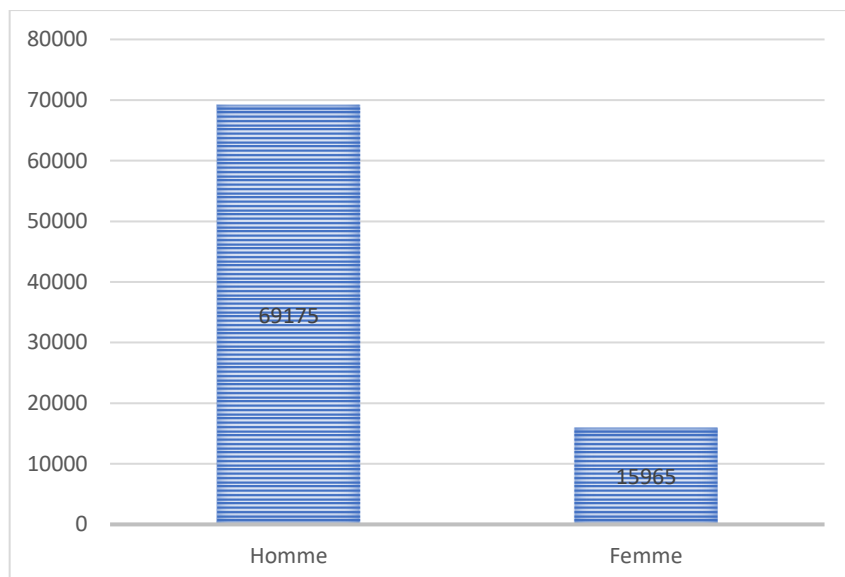
D'après cette analyse on constate que moins des entreprises qui versent leurs cotisations à la CNSS ce qui fais que leurs employés ne sont pas couverts socialement

2. Analyse descriptive des dépenses :

Les analyses des dépenses de prestations familiales se réfèrent à l'examen et à l'évaluation des dépenses engagées par une institution, telle que la Caisse nationale de Sécurité Sociale (CNSS), pour fournir des prestations familiales aux bénéficiaires. Ces analyses sont généralement réalisées dans le but de comprendre, de contrôler et de gérer efficacement les ressources allouées aux prestations familiales. Afin de voir les montant dépensé par la CNSS sur les services des prestations familiales (Indemnité journalières de maternité, Allocation Familiale...), voir les nombres des bénéficiaire et leur évolution au fil du temps.

2.1. Aperçus des bénéficiaires

Figure 5:représentation des cotisants selon les sexes

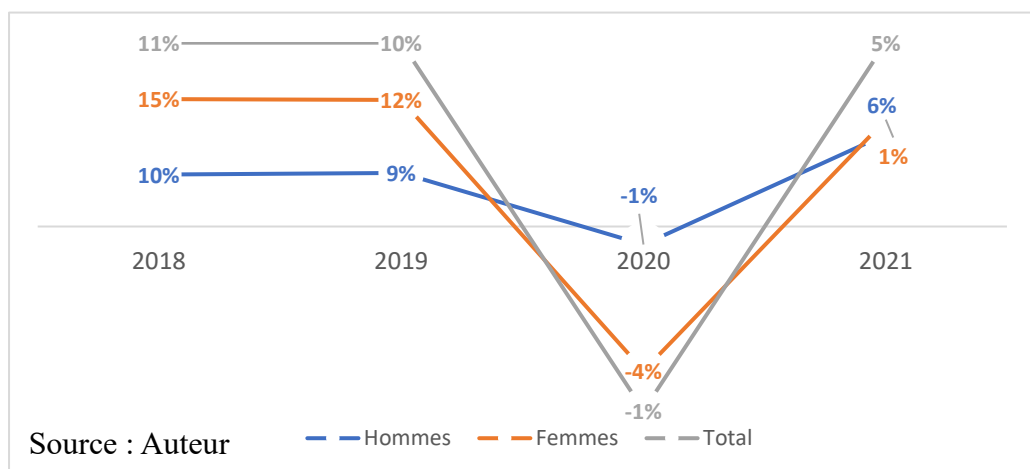


Source : Diallo

Le figure5 nous le répartition des bénéficiaires selon le genre dont 69175 hommes bénéficient de ces prestations et tandis que seulement 15965 femmes qui bénéficient de ces prestations.

D'où on constate que les hommes qui bénéficient plus soit 81% les prestations que les femmes qui sont à 19%.

Figure 6: Taux croissance des bénéficiaires



La figure 6 présente de manière graphique les évolutions des taux de croissance des bénéficiaires sur une période de quatre ans, de 2018 à 2021. L'analyse de cette figure met en évidence une diminution significative du nombre de bénéficiaires en 2020, ce qui s'est traduit par des taux de croissance négatifs par rapport à l'année précédente. Pour les hommes, le taux de croissance est passé de 9% en 2019 à -1% en 2020, ce qui représente une chute importante. De même, les femmes ont connu une baisse de leur taux de croissance, passant de 12% en 2019 à -4% en 2020. En termes globaux, le taux de croissance total est passé de 10% en 2019 à -1% en 2020.

Cependant, l'année 2021 marque une reprise positive, avec une augmentation des taux de bénéficiaires. Cette reprise suggère une amélioration de la situation et une reprise de la croissance des bénéficiaires par rapport à l'année précédente. Ces résultats mettent en évidence les fluctuations significatives des taux de croissance des bénéficiaires au fil des années étudiées, avec une chute marquée en 2020 suivie d'une reprise en 2021.

Tableau 5: Répartition des bénéficiaires selon les prestations

	Nbres bénéficiaires
Allocation Familiale	97,8%
Allocation Prénatale	0,5%
Indemnité journalière de maternité	1,2%
Prime à la naissance	0,5%

Source : Auteur

L'analyse du tableau révèle que parmi les bénéficiaires, une majorité de 97,8% bénéficient des Allocations familiales. En comparaison, seulement 1,2% reçoivent des Indemnités journalières de maternité, tandis que 0,5% bénéficient à la fois des Allocations prénatales et de la Prime de naissance.

Ainsi, il est clair que les Allocations familiales sont les prestations les plus couramment accordées par les services des prestations familiales, compte tenu de leur taux de bénéficiaires élevé par rapport aux autres types d'aides.

2.2. Aperçus des dépenses :

Dans cette section on va présenter un aperçu sur les dépenses des prestations

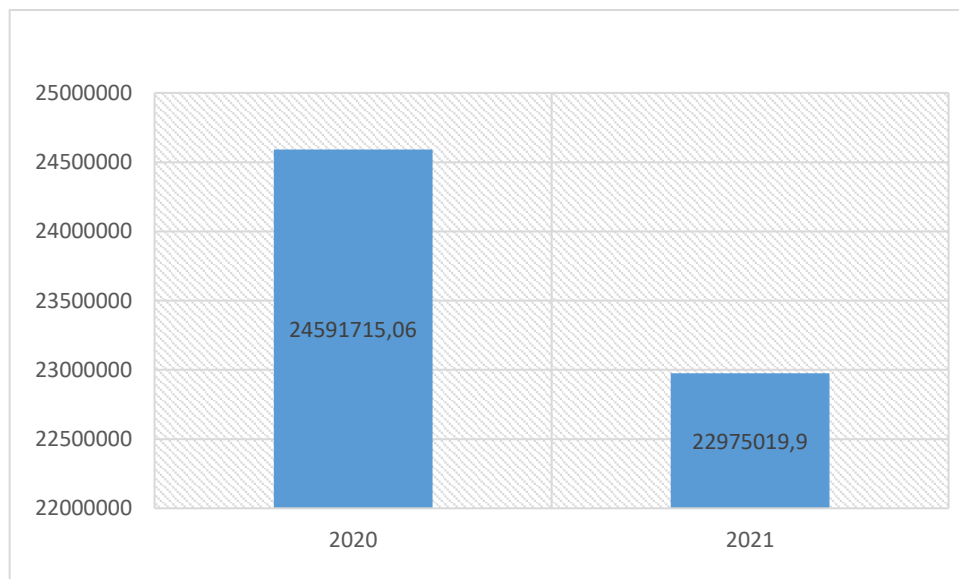
Tableau 6: Répartition des dépenses selon les prestations

	Dépense_total
Indemnités journalières Maternité	7642792,9
Allocations prénatales	69501
Prime à la naissance	67380
Allocations Familiales	15195346
Total des dépenses	22975019,9

Source : Auteur

La CNSS a dépensé un montant de 22975019.9 MRU dans la branche de prestation familiale dans laquelle elle a dépensé plus sur le service d'Allocation Familiale qui a pour somme de 15195349 MRU soit 66.14% des dépenses totales de la branche, suivi d'indemnité journalière de maternité pour une somme de 7642792.9MRU soit un pourcentage de 33.27% et ils ont dépensé moins sur le service de prime à la naissance qui est à 67380 soit 0.29%.

Figure 7: Représentation des dépenses totales de 2020 et 2021



Source : Diallo

Le Figure7 nous montre qu'en 2020 la CNSS a dépensé 24591715.06 MRU tandis qu'en 2021 ils ont dépensé 22975019.9 ; d'où ils ont dépensé plus en 2020 que de 2021.

3. Modèle :

3.1. Prévision de Holt-Winters

Estimation des paramètres :

Comme indiqué dans la méthodologie, le modèle de Holt-Winters prend en considération trois composantes principales : le niveau, la tendance et les composantes saisonnières ; En estimant ces trois composantes, nous serons en mesure de construire le modèle de Holt-Winters complet qui tiendra compte de la tendance, du niveau et des variations saisonnières présentes dans les données de dépenses totales de prestation familiale. Cette approche nous permettra de générer des prévisions plus précises et d'obtenir une meilleure compréhension des modèles sous-jacents à nos données chronologiques.

Les paramètres estimés du modèle de Holt-Winters sont les suivants :

Tableau 7: Estimation des paramètres du model holt-winters

Niveau (α)	Tendance (β)	Composante saisonnière (δ)
0,89	0,0001	0,07

Source : Auteur

Les paramètres estimés du modèle de Holt-Winters indiquent que le niveau initial est de 0.89, ce qui signifie que les valeurs de la série chronologique ont tendance à se stabiliser autour de cette valeur. La tendance est estimée à 0.001, ce qui suggère une augmentation ou une diminution régulière des valeurs au fil du temps, Les valeurs estimées des composantes saisonnières sont de 0,07. Les composantes saisonnières capturent les variations cycliques ou périodiques observées dans les données. Dans ce cas, cela indique qu'il existe une variation saisonnière régulière dans les dépenses totales, avec une amplitude de 0,07 unités.

Prévision :

Une fois que nous avons estimé les paramètres du modèle de Holt-Winters pour notre série de dépense total de prestation familiale, nous sommes en mesure d'effectuer des prévisions pour un horizon de 3 ans. Ces prévisions nous permettent d'estimer les valeurs futures de la série sur une période de 3 ans à partir du point de fin des données observées (2021).

En utilisant les paramètres estimés du modèle, nous pouvons appliquer la méthode de Holt-Winters pour générer les prévisions.

Tableau 8: Les valeurs prédit des dépenses par Holt-winters

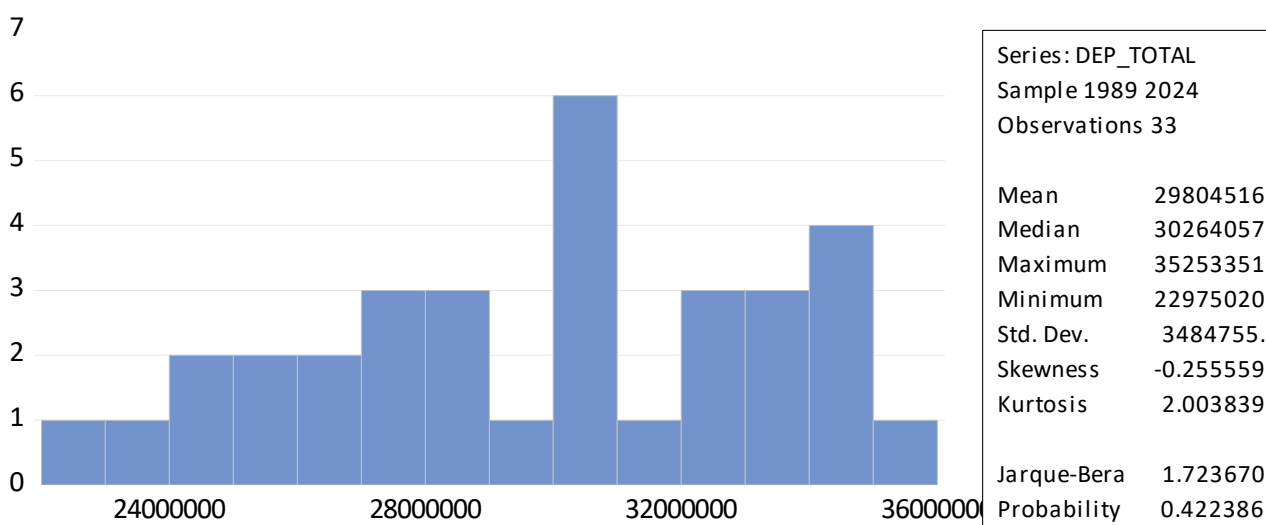
Année	Dépense prédit
2022	22981375
2023	22830244
2024	22680106

Source : Auteur

L'analyse des prévisions indique une tendance à la hausse des dépenses de prestation familiale pour l'année 2022, tandis que pour les années 2023 et 2024, une diminution des dépenses est prévue. Ces résultats suggèrent que la Caisse Nationale de Sécurité Sociale (CNSS) devrait prendre des mesures pour adapter sa planification en conséquence.

3.2. La prévision avec la méthode Box JENKINS

On effectue une analyse descriptive sur nos données



Sources : Auteur

La figure présentée est un histogramme qui représente la répartition de notre variable, à savoir les dépenses totales des prestations familiales. Les données montrent que la valeur moyenne annuelle des dépenses est d'environ 2984516 MRU, avec une médiane de 30264057 MRU. La valeur maximale observée est de 35 253 351 MRU, tandis que la valeur minimale est de 22 975020 MRU ; En ce qui

concerne les dispersions, l'écart-type des dépenses est de 3 484 755 MRU, ce qui indique une certaine variabilité autour de la valeur moyenne. Le coefficient d'asymétrie est de -0,255559, ce qui suggère que la distribution est légèrement asymétrique avec une tendance à s'étaler davantage à gauche de la moyenne, le coefficient d'aplatissement est positif, ce qui suggère une distribution avec un pic moins plat et des queues plus épaisses par rapport à la distribution normale. En d'autres termes, la distribution des dépenses totales des prestations familiales présente une concentration plus élevée autour de la moyenne, avec des valeurs extrêmes moins fréquentes mais plus éloignées des valeurs moyennes. Enfin, le test de Jarque Berra pour la normalité indique si la distribution des données suit une distribution normale.

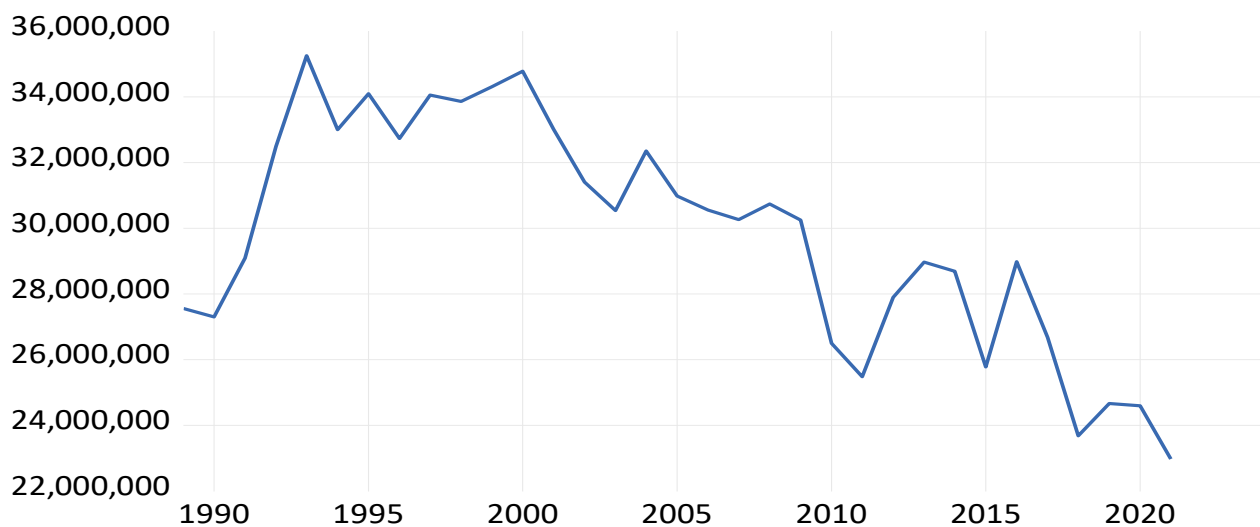
A) Analyse de la stationnarité :

Afin de mettre en évidence l'algorithme de Box and Jenkins, une étape cruciale consiste à étudier la stationnarité de notre série de données. Si la série n'est pas stationnaire, nous devons prendre des mesures pour la rendre stationnaire avant de pouvoir utiliser l'algorithme pour effectuer des prédictions sur les valeurs futures.

L'analyse de la stationnarité de la série est essentielle car l'algorithme de Box and Jenkins est conçu pour les séries stationnaires. Une série stationnaire est caractérisée par des propriétés statistiques qui restent constantes au fil du temps, telles que des moyennes et des variances constantes. Cela permet d'appliquer des méthodes de modélisation et de prédiction plus fiables.

Si notre série de données n'est pas stationnaire, nous devons effectuer des transformations appropriées, telles que la différenciation ou la décomposition saisonnière, pour rendre la série stationnaire. Cela implique de supprimer les tendances, les variations saisonnières et les effets persistants afin de mieux modéliser les comportements à court terme et d'obtenir des prédictions plus précises.

Figure 8: Allure du courbe de dépense total de prestation familiale



Source : Auteur

L'allure du courbe nous montre que la série présente une tendance décroissante illustrant le fait que la moyenne de la série étudiée évolue au cours temps : la série des dépenses de prestation familiales est non stationnaire en moyenne.

Pour détecter ou analyser la stationnarité on doit étudier le corrélogramme :

Tableau 9: Corrélogramme de la série dépense total de prestation familiale

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1		0.656	0.656	15.114	0.000
2		0.319	-0.197	18.793	0.000
3		0.123	0.004	19.362	0.000
4		0.099	0.116	19.747	0.001
5		0.103	-0.003	20.176	0.001
6		-0.008	-0.179	20.179	0.003
7		0.059	0.297	20.332	0.005
8		0.014	-0.256	20.340	0.009
9		-0.111	-0.166	20.920	0.013
10		-0.269	-0.102	24.510	0.006
11		-0.284	0.064	28.680	0.003
12		-0.173	-0.084	30.299	0.003
13		-0.167	-0.051	31.887	0.002
14		-0.196	-0.093	34.213	0.002
15		-0.202	0.016	36.830	0.001
16		-0.158	-0.073	38.526	0.001

Source : Auteur

On constate au vu de corrélogramme, la valeur de certaines fonctions d'autocorrélation sort de l'intervalle de confiance, elles sont significativement différentes de zéro. Etant donné qu'on ne dispose pas des valeurs critiques du Khi-deux, nous utilisons les probabilités critiques Q-stat pour effectuer le test de Ljung-Box, les probabilités critiques de Q-stat sont toutes inférieure à 5%. L'hypothèse nulle d'absence d'autocorrélation est rejetée au seuil statistique de 5%.

Donc le processus de la série étudiée n'est pas un bruit blanc. D'où la série n'est pas stationnaire.

Donc on passe au teste de dickey-Fuller c'est à partir de ce test qu'on va confirmer ou infirmer si la série est stationnaire.

Le test de Dickey-Fuller augmenté ADF (1981) est une amélioration de celui de Dickey-Fuller simple (1979). On estime (généralement par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO)) différents modèles, avant de conclure sur la stationnarité de la série étudiée.

Estimation du modèle 3 :

Ce modèle prend en compte la présence d'une tendance dans les données, ce qui signifie qu'il y a une évolution globale ou une augmentation/diminution régulière au fil du temps. Il tient également compte d'une composante constante, qui représente une valeur moyenne autour de laquelle les observations fluctuent.

Tableau 10: Résultats de l'estimation du modèle 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TOTAL_DEPENSES_PRESTATIO(-1)	-0.500639	0.126743	-3.950028	0.0005
D(TOTAL_DEPENSES_PRESTATIO(-1))	0.035056	0.158721	0.220862	0.8269
C	18157589	4395835.	4.130635	0.0003
@TREND("1989")	-186954.5	45050.10	-4.149924	0.0003
R-squared	0.429233	Mean dependent var		-90288.88
Adjusted R-squared	0.363375	S.D. dependent var		1867418.
S.E. of regression	1489989.	Akaike info criterion		31.39000
Sum squared resid	5.77E+13	Schwarz criterion		31.57683
Log likelihood	-466.8500	Hannan-Quinn criter.		31.44977
F-statistic	6.517582	Durbin-Watson stat		2.245743
Prob(F-statistic)	0.001956			

Source : Auteur

Le test des racines unitaire nous montre que le t-statistique associé à la variable @TREND est de -4.14 et pour un niveau de risque de 5% la tendance b est de 3.59 ce qui implique le tabuler (tendance b) $< |TREND|$ ($3.59 < 4.14$) ; Donc on rejette H_0 ce implique que la tendance est significative et $\varphi_1 \neq 0$ d'où la série est un processus de TS.

Un processus TS s'écrit :

$$X_t = f_t + \varepsilon_t$$

Où f_t est une fonction polynômiale du temps, linéaire ou non linéaire, et ε_t un processus stationnaire. Le processus TS le plus simple (et le plus répandu) est représenté par une fonction polynômiale de degré 1. Le processus TS porte alors le nom de linéaire et s'écrit :

$$X_t = a_0 + a_1 t + \varepsilon_t$$

Si ε_t est un bruit blanc (gaussien ou non), les caractéristiques de ce processus sont alors :

$$E[X_t] = a_0 + a_1 t$$

Donc ce processus n'est pas stationnaire car elle dépend du temps. Le processus X_t peut-être stationnariser en retranchant de la valeur des dépenses total de prestation familiale en t la valeur estimé $\hat{a}_0 + \hat{a}_1 t$

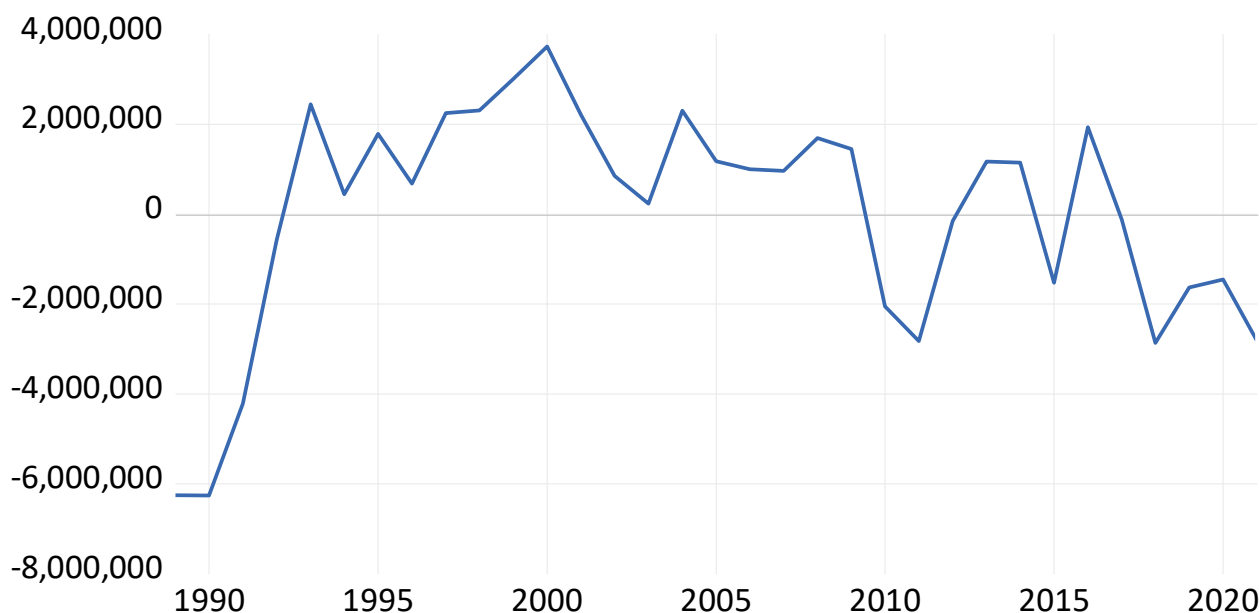
On a $X_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 t$ avec $\hat{a}_0 = 33813978.63$ et $\hat{a}_1 = -250591.39$

D'où $X_t = 33813978.63 - 250591.39t$

Notre série devient comme suit :

$$Y_t = \text{Depense_total_prestation_familial} - X_t$$

Figure 9: Evolution du série Y_t



Source : Auteur

Lorsque nous observons la forme de la courbe, nous constatons clairement une tendance à la baisse dans la série de données. Cette tendance persistante suggère que la série n'est pas stationnaire. En d'autres termes, la série ne présente pas de propriétés constantes dans le temps, et son comportement global montre une évolution cohérente vers des valeurs inférieures. Cette observation de la tendance descendante renforce notre conclusion selon laquelle la série est non stationnaire.

En analysant le corrélogramme de cette série on constate que certaines valeurs d'autocorrélation et celle d'autocorrélation partiel sort de l'intervalle de confiance ce qui indique qu'ils ne sont pas significatifs et les Q-stat sont inférieure à 5% d'où l'hypothèse nulle est rejetée.

Tableau 11: Résultat du test racine unitaire

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.980922	0.0206
Test critical values:		
1% level	-4.296729	
5% level	-3.568379	
10% level	-3.218382	

Source : Diallo

Lorsqu'on effectue le test ADF, on observe que la tendance présente dans notre série de données est statistiquement significative. De plus, la probabilité associée au test ADF est également significative. Ces résultats indiquent que notre série est stationnaire, c'est-à-dire qu'elle ne présente pas de tendance ou de changement systématique au fil du temps

B) Mise en œuvre l'algorithme de BOX JENKINS

➤ **Identification des modèles :**

L'examen du corrélogramme montre que :

- Le premier pic d'AC se situe en dehors de l'intervalle confiance, elles sont donc significativement différentes de zéro. On en déduit que $q = 1$.
- Le premier pic d'PAC se situe en dehors de l'intervalle confiance, elles sont donc significativement différentes de zéro. On en déduit que $p = 1$.

A l'issue de ces résultats, nous identifions trois processus : **AR (1)**, **MA (1)** et **ARMA (1,1)**, nous devons faire l'estimation de chaque modèle.

➤ **Estimation :**

Après l'estimation des coefficients, les modèles **AR (1)** et **MA (1)** sont significativement différent de zéro, Donc les processus **AR (1)** et **MA (1)** sont des candidates pour la modélisation des dépenses de la prestation familiales.

➤ **Validation :**

Procédons aux tests d'autocorrélation, de normalité et homoscédasticité des modèles retenus

Analyse des résidus :

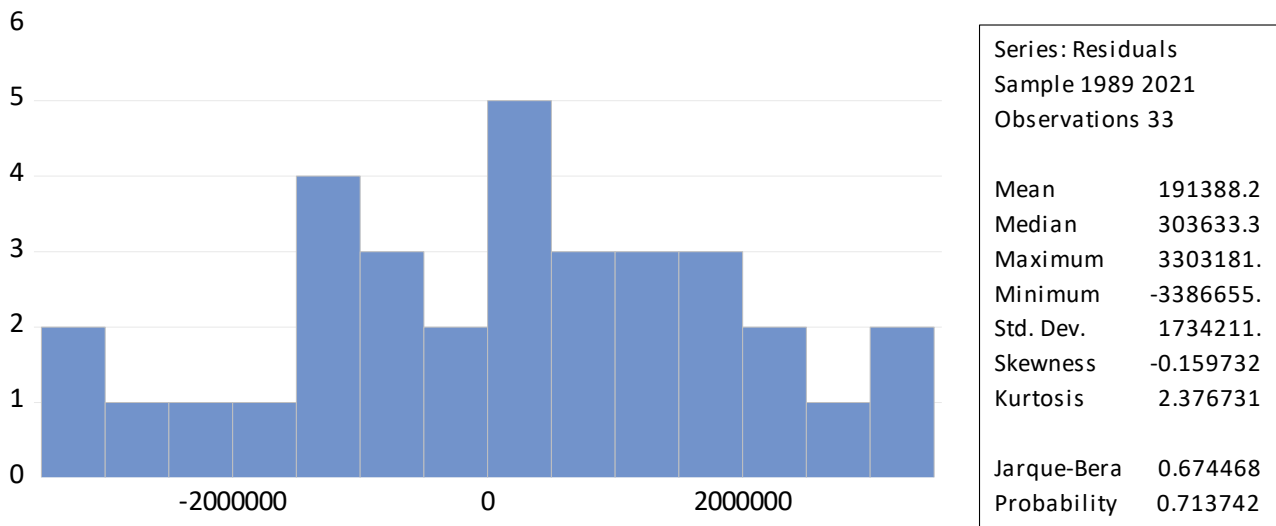
AR (1) :

- La normalité :

La première hypothèse que nous testons concerne la normalité des erreurs. Nous souhaitons déterminer si les erreurs dans notre modèle suivent une distribution normale. Pour évaluer cela, nous utilisons le test de Jarque_Bera. Son hypothèse nulle, notée H_0 , affirme que les erreurs sont des bruits blancs

Gaussiens. En effectuant ce test, nous pouvons confirmer ou rejeter cette hypothèse et obtenir des informations précieuses sur la distribution des erreurs dans notre modèle.

Figure 10: Résultats du test d'anormalité



































Source : Auteur

La probabilité de la loi normale est 0.71 *est largement supérieur* à 0.05 donc il vérifie la normalité.

- Corrélation

La deuxième hypothèse que nous examinons concerne la corrélation des erreurs. Nous souhaitons savoir si les erreurs sont corrélées entre elles, ce qui peut indiquer une dépendance entre les observations. Pour tester cette hypothèse, nous utilisons le test de Breusch-Godfrey. Son hypothèse nulle stipule que les erreurs ne sont pas autocorrélées. En réalisant ce test, nous pouvons évaluer la présence ou l'absence de corrélation dans les erreurs de notre modèle.

Tableau 12: Corrélogramme des résidus de AR (1)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.030	0.030	0.0313	
		2 -0.132	-0.133	0.6672	0.414
		3 0.062	0.072	0.8114	0.667
		4 0.229	0.211	2.8538	0.415
		5 0.023	0.027	2.8743	0.579
		6 -0.073	-0.028	3.0982	0.685
		7 0.159	0.149	4.1941	0.650
		8 0.188	0.130	5.7987	0.563
		9 0.004	0.028	5.7995	0.670
		10 -0.115	-0.086	6.4526	0.694
		11 -0.011	-0.088	6.4594	0.775
		12 0.101	0.009	7.0136	0.798
		13 -0.059	-0.071	7.2130	0.843
		14 -0.108	-0.078	7.9131	0.849
		15 0.008	-0.035	7.9176	0.894
		16 0.098	0.041	8.5680	0.899

Source : Auteur

Les coefficients d'autocorrélation (AC) et les coefficients d'autocorrélation partielle (PAC) ne présentent pas de corrélation entre eux, ce qui suggère leur indépendance mutuelle. Cette conclusion est basée sur l'observation que toutes les probabilités associées à ces coefficients sont supérieures à 5%. En d'autres termes, les valeurs obtenues pour les AC et les PAC indiquent qu'il n'y a pas de corrélation significative entre ces variables, renforçant ainsi l'idée qu'elles peuvent être considérées comme indépendantes l'une de l'autre.

- Homoscédasticité

Enfin, la troisième hypothèse que nous évaluons concerne l'homoscédasticité des erreurs. L'homoscédasticité signifie que la variance des erreurs est constante à travers toutes les valeurs de la variable indépendante. Pour tester cette hypothèse, nous utilisons le test ARCH. Son hypothèse nulle, notée H_0 , affirme que les erreurs sont homoscédastiques. En appliquant ce test, nous pouvons déterminer si la variance des erreurs reste constante ou si elle varie de manière significative.

Tableau 13: Résultats du test Homoscédasticité

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	0.086627	Prob. F(1,28)	0.7707
Obs*R-squared	0.092529	Prob. Chi-Square(1)	0.7610

Source : Auteur

En effectuant le test d'homoscédasticité ARCH sur les résidus du modèle AR (1), nous procédons à une évaluation approfondie de la variance des résidus. Nous utilisons une statistique du Khi-deux à 1 degré de liberté et comparons la probabilité critique obtenue avec le seuil statistique fixé à 5%.

Suite à l'application du test ARCH, nous constatons que la probabilité critique associée à notre statistique du Khi-deux est de 0,77. Cette valeur est supérieure au seuil statistique de 5% que nous avons défini. Cela indique que la probabilité de l'occurrence de notre statistique est plus élevée que le seuil fixé, ce qui suggère que les résidus du modèle AR (1) sont homoscédastiques.

En d'autres termes, nous pouvons conclure que la variance des résidus reste constante et ne présente pas de tendance significative à varier de manière systématique. Cette observation renforce l'idée que notre modèle AR (1) respecte l'hypothèse d'homoscédasticité, ce qui est crucial pour une analyse fiable et précise des données.

MA (1) :

- ✓ Les AC et PAC ne sont pas corrélés sont indépendants
- ✓ La probabilité de la loi normale est $0.65 \neq 0$ donc il vérifie la normalité
- ✓ Les résidus sont homoscédastiques

Après avoir évalué les résidus de nos deux modèles candidats, nous constatons qu'ils satisfont tous les critères établis. Nous pouvons maintenant passer à la comparaison des critères d'information d'Akaike (AIC) pour prendre une décision éclairée sur le modèle à privilégier.

L'AIC est une mesure qui permet de trouver le meilleur compromis entre la qualité de l'ajustement du modèle et sa complexité. Il tient compte à la fois de la précision de l'ajustement aux données et du nombre de paramètres du modèle. En comparant les valeurs d'AIC des deux modèles, nous pourrions déterminer lequel offre la meilleure adéquation aux données tout en évitant une complexité excessive.

Une valeur d'AIC plus faible indique généralement un meilleur modèle en termes d'ajustement et de simplicité.

En utilisant cette approche, nous serons en mesure de prendre une décision informée sur le choix du modèle le plus approprié pour notre analyse, en prenant en compte à la fois les critères de résidus et les considérations liées à l'AIC.

Tableau 14: AIC des modèles

	AIC
AR (1)	31,54
MA (1)	31.98

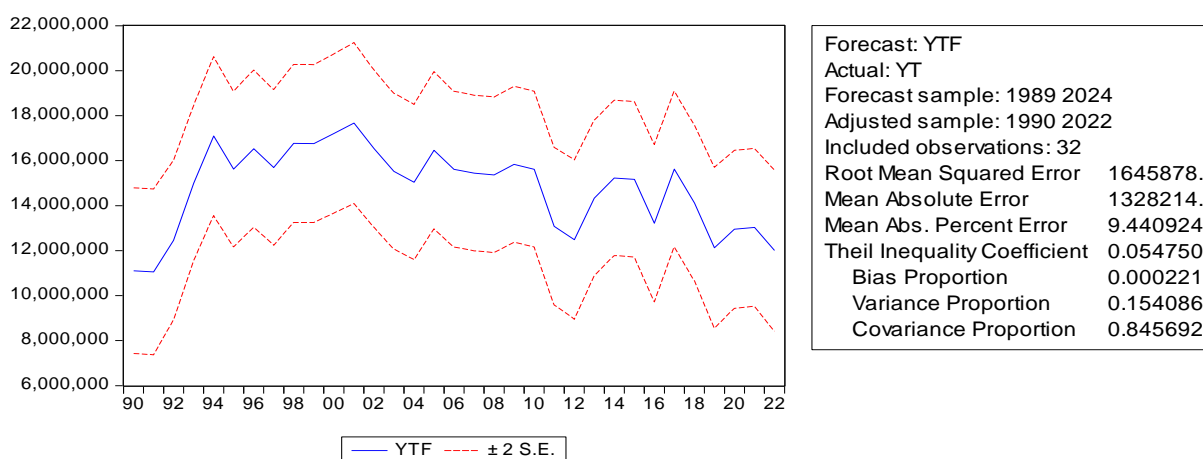
Source : Diallo

Parmi les modèles dont les sorties sont disponibles, nous retenons le modèle **AR (1)** pour modéliser notre série car il présente le valeur AIC le plus faible.

➤ Prévision

Une fois que nous avons validé notre modèle, nous pouvons passer à la dernière étape de l'algorithme de Box-Jenkins, qui est la prévision. Cette étape consiste à utiliser le modèle ajusté pour faire des prédictions sur les valeurs futures de la série :

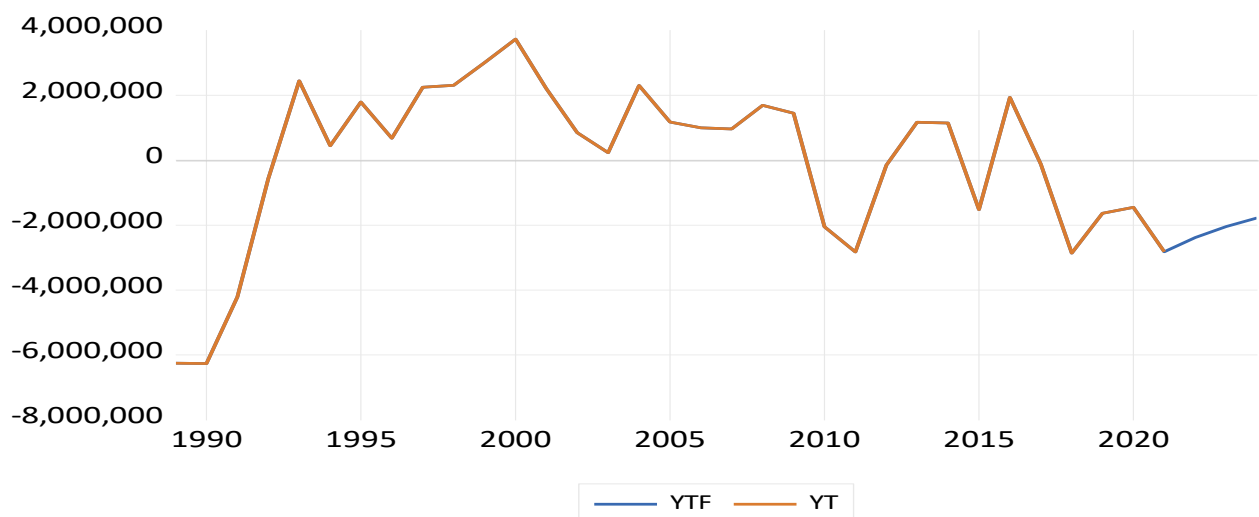
Figure 11: Prévision Statique de la série



Source : Auteur

Le coefficient d'inégalité de Theil, qui mesure l'écart entre les valeurs réelles et les valeurs prédites, présente une valeur relativement faible. Cette constatation suggère que le modèle ajusté est assez précis et offre une bonne adéquation aux données.

Figure 12: Prédiction de la série



Année	Valeurs prédit
2022	-2384190,854
2023	-2043016,521
2024	-1775948,376

Source : Auteur

Nous avons utilisé le modèle AR (1) pour prévoir trois observations, à savoir les années 2022, 2023 et 2024. Les estimations correspondantes sont fournies dans le tableau précédent. Lorsqu'on examine graphiquement la série (voir Figure 12), on peut observer qu'elle suit une évolution cohérente. Cette observation confirme la précision de nos estimations et démontre la qualité du modèle utilisé.

On a :

$$Y_t = \text{Depense_total_prestation_familial}_t - X_t$$

Selon les prévisions de la série modifiée, nous revenons à notre ancienne série pour déterminer les valeurs prévisionnelles des dépenses totales de prestation familiale. Cette approche repose sur la relation précédente entre les variables, qui nous permet de calculer les prévisions. En utilisant cette

méthode, nous sommes en mesure d'obtenir une estimation plus précise des dépenses totales de prestation familiale :

$$Depense_total_prestation_familial = Y_t + X_t$$

Tableau 15: Les valeurs prévus de dépense totale de prestation familiale

Année	Valeurs prédit
2022	23160272
2023	23250855
2024	23267331

Source : Auteur

Ces chiffres nous permettent de comprendre l'évolution des dépenses de prestations familiales de la CNSS au fil du temps. On observe une légère augmentation des dépenses entre 2022 et 2023, puis une nouvelle augmentation en 2023. Cette tendance à la hausse peut indiquer une augmentation du nombre de bénéficiaires de prestations familiales ou une augmentation des montants accordés aux bénéficiaires.

4. Comparaison des Méthodes utiliser :

Dans cette sous-section, nous allons procéder à une analyse comparative entre deux méthodes, à savoir le modèle ARMA (AutoRegressive Moving Average) et le modèle de Holt-Winters, afin de déterminer lequel est le plus approprié pour nos données.

Ces comparaison s'effectuera par les deux paramètres qui sont l'erreur quadratique moyenne et celle de coefficient de détermination (R^2) :

Le RMSE mesure la déviation moyenne entre les valeurs réelles et les valeurs prédites, Plus le RMSE est élevé, plus les prédictions sont éloignées des valeurs réelles, et inversement, plus le RMSE est bas, plus les prédictions sont proches des valeurs réelles.

R^2 : Le coefficient de détermination R^2 mesure la proportion de la variance totale des valeurs réelles qui est expliquée par les valeurs prédites, Un R^2 proche de 1 indiquerait une très bonne correspondance

entre les valeurs réelles et les valeurs prédites, tandis qu'un R^2 proche de 0 indiquerait une absence de corrélation.

$$RMSE = \sqrt{\text{moyenne}[(\text{Valeurs_réelles} - \text{Valeurs_prédites})^2]}$$

$$R^2 = \frac{\sum(\text{Valeurs_prédites} - \text{moyenne}(\text{valeurs_réelles}))^2}{\sum(\text{Valeurs_réelles} - \text{moyenne}(\text{valeurs_réelles}))^2}$$

Tableau 16: Résultats des prévisions des différents modèles

Année	Valeur réelles	Prévisions	
		Box Jenkins	Holt-winters
2019	24662353,3	24126730,25	23584950
2020	24591715,06	24421557,42	23435502
2021	22975019,9	24600973,92	23287000

Source : Auteur

Tableau 17: Estimations des paramètres

Paramètres	Box Jenkins	Holt-winters
RMSE	299472,88	354178,52
R	0,78	0,77

Source : Auteur

Pour la méthode de Box and Jenkins, on a un RMSE de 299472,88 indique en moyenne à quelle distance les valeurs prédites sont des valeurs réelles, un R^2 de 0.78 signifie que 78% de la variance des valeurs réelles peuvent être expliquée par les valeurs prédites. Cela suggère une corrélation modérée à forte entre les valeurs réelles et les valeurs prédites.

Et pour la méthode de Holt-winters on a un RMSE de 354178,52 qui représente l'écart entre les valeurs prédit et celle de valeurs réelles et le R^2 de 0,77 ce qui signifie que 78% de la variance des valeurs réelles peuvent être expliquée par les valeurs prédites.

En termes de performance, les deux méthodes présentent des résultats similaires, avec des valeurs de RMSE et de R^2 assez proches.

La méthode de Box-Jenkins a un RMSE légèrement inférieur (299472 ,88) par rapport à la méthode de Holt-Winters (354178,52), ce qui suggère que les prédictions de méthode Box and Jenkins ont une déviation moyenne légèrement plus faible par rapport aux valeurs réelles.

Cependant, La méthode Box-Jenkins a un coefficient de détermination R^2 légèrement supérieur (0.78) par rapport au La méthode Holt-Winters (0.77). Cela indique que la méthode Box-Jenkins explique légèrement plus de variance dans les valeurs réelles par rapport aux valeurs prédites par rapport au La méthode Holt-Winters.

Dans l'ensemble, ces résultats indiquent que les deux modèles ont une performance similaire en termes de précision des prédictions.

Mais vue que le modèle de Box Jenkins qui a le RMSE le plus faible et le R^2 le plus élevé on trouve que c'est elle qui donne des prévisions plus précises que celle du model Holt-winters.

Conclusion & Recommandations :

En conclusion, ce mémoire de fin d'étude s'est concentré sur l'analyse et la prévision des dépenses totales de prestations familiales en utilisant des outils statistiques et économétriques. Les prestations familiales jouent un rôle crucial dans la sécurité sociale en fournissant un soutien financier aux familles et en répondant aux besoins des enfants. Elles contribuent également à la lutte contre la pauvreté et à la préservation de la cohésion sociale.

Ce travail de recherche a adopté une approche statistique et économétrique, en mettant en œuvre la méthode de lissage exponentiel Holt-Winters ainsi que la méthode de Box-Jenkins. La méthode de lissage exponentiel Holt-Winters a permis de décomposer la série afin de prendre en compte les composantes saisonnières et les tendances afin d'améliorer la fiabilité des prévisions de dépenses. Quant à la méthode de Box-Jenkins, elle repose sur l'utilisation des processus ARMA (p, q) pour modéliser la série temporelle. Les modèles développés ont fourni des prévisions précises des dépenses totales de prestations familiales. Selon les résultats, les dépenses devraient connaître une légère augmentation dans les trois prochaines années selon la méthode de Box-Jenkins, tandis que la méthode de Holt-Winters prévoit une légère augmentation pour l'année 2022, suivie d'une baisse en 2023 et 2024. Il a été démontré que la méthode de Box-Jenkins est la plus adaptée pour cette série temporelle.

En ce qui concerne les recommandations, les résultats indiquent une augmentation significative des dépenses totales de prestations familiales au cours des trois prochaines années. Par conséquent, il est essentiel que la CNSS prenne des mesures pour faire face à ces résultats. Des ajustements dans les politiques et les ressources allouées peuvent être nécessaires pour répondre à la demande croissante. Il convient d'anticiper cette hausse et de mettre en place des mesures adéquates afin de garantir la continuité et l'efficacité des prestations familiales dans les années à venir.

Et Aussi je recommande que les outils statistiques doivent être développé au niveau de l'ensemble des structures de la CNSS et particulièrement au niveau des représentations régionales pour avoir des données fiables et harmonisées,

Bibliographies & Webography

- [1] Box, G.E.P., & Jenkins, G.M. (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. San Francisco : Holden-Day.
- [2] GUELAYE, M.A. (2011). "*La Protection Sociale en Mauritanie : État des lieux, Difficultés, Perspectives.*" *Président de la Commission des affaires sociales*.
- [3] Nezosi, G. (2021). *Protection Sociale* (2^e édition).
- [4] BOURBONNAIS R. (2007), *Econométrie*, 9^e édition.
- [5] BIT (2019), *Rapport mondial sur la protection sociale*.
- [6] Julien Damon & Benjamin Ferras (2015), *Sécurité Sociale*, Presses Universitaires de France.
- [7] Définition - Prestations familiales | Insee
- [8] Prestations familiales – CNSS

Annexe :

Capture 1: Details sur l'extraction du base de donnée DAMAN

```
CREATE VIEW TestPaieementEcheance
AS
SELECT [PAIEMENT_PRESTATION_ECHEANCE_DETAIL].[DET_ECH_KEY]
, [PAIEMENT_PRESTATION_ECHEANCE_DETAIL].[PREST_KEY]
, [BENEF_KEY]
, [BENEF_MATRICULE]
, [BENEF_MT]
, [BENEF_MT_ARRERAGE]
, [BENEF_PERIODE]
, [PAIEMENT_PRESTATION_ECHEANCE_DETAIL].[PAIEM_DET_KEY]
, [PAIEM_DET_ARRER_KEY]
, [PAIEMENT_PRESTATION_ECHEANCE_DETAIL].[AGN_KEY]
, [PAIEMENT_PRESTATION_ECHEANCE_DETAIL].[NAT_KEY] -- GIVE NATIONALITY OF THE PAID PERSON
, (case when PAIEM_DET_NATURE like 'Allocation familiale' then CONCAT( 'Allocation familiale du ', convert(date, PAIEMENT_PRESTATION_ECHEANC
, (case when TITRE_PAIEMENT_DECHARGE.DATE_DECHARGE is not null then TITRE_PAIEMENT_DECHARGE.DATE_DECHARGE else PAIEMENT_DETAIL_HISTO_latest.
, (case when TITRE_PAIEMENT.BNQ_KEY is not null then convert(integer, TITRE_PAIEMENT.BNQ_KEY) else convert(integer, PAIEMENT_DETAIL.BNQ_KEY)
, (case when TITRE_PAIEMENT.MDP_KEY is not null then TITRE_PAIEMENT.MDP_KEY else PAIEMENT_DETAIL.MDP_KEY end) as MDP_KEY
FROM [DAMAN_PROD].[dbo].[PAIEMENT_PRESTATION_ECHEANCE_DETAIL]
INNER JOIN PAIEMENT_DETAIL ON PAIEMENT_DETAIL.PAIEM_DET_KEY = PAIEMENT_PRESTATION_ECHEANCE_DETAIL.PAIEM_DET_KEY or
PAIEMENT_DETAIL.PAIEM_DET_KEY = PAIEMENT_PRESTATION_ECHEANCE_DETAIL.PAIEM_DET_ARRER_KEY
inner join PAIEMENT_PRESTATION_ECHEANCE on dbo.PAIEMENT_PRESTATION_ECHEANCE.PAIM_PREST_KEY=dbo.PAIEMENT_PRESTATION_ECHEANCE_DETAIL.PAIM_PREST_KEY
inner join PAIEMENT_DETAIL_HISTO on PAIEMENT_DETAIL_HISTO.PAIEM_DET_KEY=PAIEMENT_DETAIL.PAIEM_DET_KEY
inner join (
select PAIEM_DET_KEY, MAX(Date_MAJ) as Date_MAJ from PAIEMENT_DETAIL_HISTO group by PAIEM_DET_KEY ) PAIEMENT_DETAIL_HISTO_latest
on PAIEMENT_DETAIL_HISTO_latest.PAIEM_DET_KEY=PAIEMENT_DETAIL.PAIEM_DET_KEY and PAIEMENT_DETAIL_HISTO_latest.Date_MAJ=PAIEMENT_DETAIL_HISTO.Date_

left join TITRE_PAIEMENT on PAIEMENT_DETAIL.TP_KEY=TITRE_PAIEMENT.TP_KEY
left join TITRE_PAIEMENT_DECHARGE
on TITRE_PAIEMENT.TP_KEY=TITRE_PAIEMENT_DECHARGE.TP_KEY

GO
```

```
CREATE view Dim_Banque
AS
SELECT BNQ_KEY, BNQ_NOM
from banque
GO
//
CREATE view Dim_MODE_PAIEMENT
AS
select MDP_KEY, MDP_NOM
from MODE_PAIEMENT
GO
//
CREATE VIEW DimPrestation
AS
SELECT PREST_KEY,
PREST_NOM
FROM PRESTATION
GO
//
CREATE VIEW Dim_Agence
AS
SELECT AGN_KEY, AGN_NOM
from AGENCE
GO
//
CREATE view Dim_NATIONALITE
AS
select NAT_KEY, NAT_NOM
from NATIONALITE
GO
```

Tableau 18: Estimation des coefficients du processus de TS

Variable	Coefficient
C	33813979
T	-250591.4

Source : Auteur

Tableau 19: Résultat de l'estimation de l'équation AR (1)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	15257566	920476.4	16.57573	0.0000
AR(1)	0.674629	0.120476	5.599713	0.0000
R-squared	0.519524	Mean dependent var		15061193
Adjusted R-squared	0.502956	S.D. dependent var		2348971.
S.E. of regression	1656057.	Akaike info criterion		31.54012
Sum squared resid	7.95E+13	Schwarz criterion		31.63263
Log likelihood	-486.8718	Hannan-Quinn criter.		31.57028
F-statistic	31.35678	Durbin-Watson stat		1.866198
Prob(F-statistic)	0.000005			
Inverted AR Roots	.67			

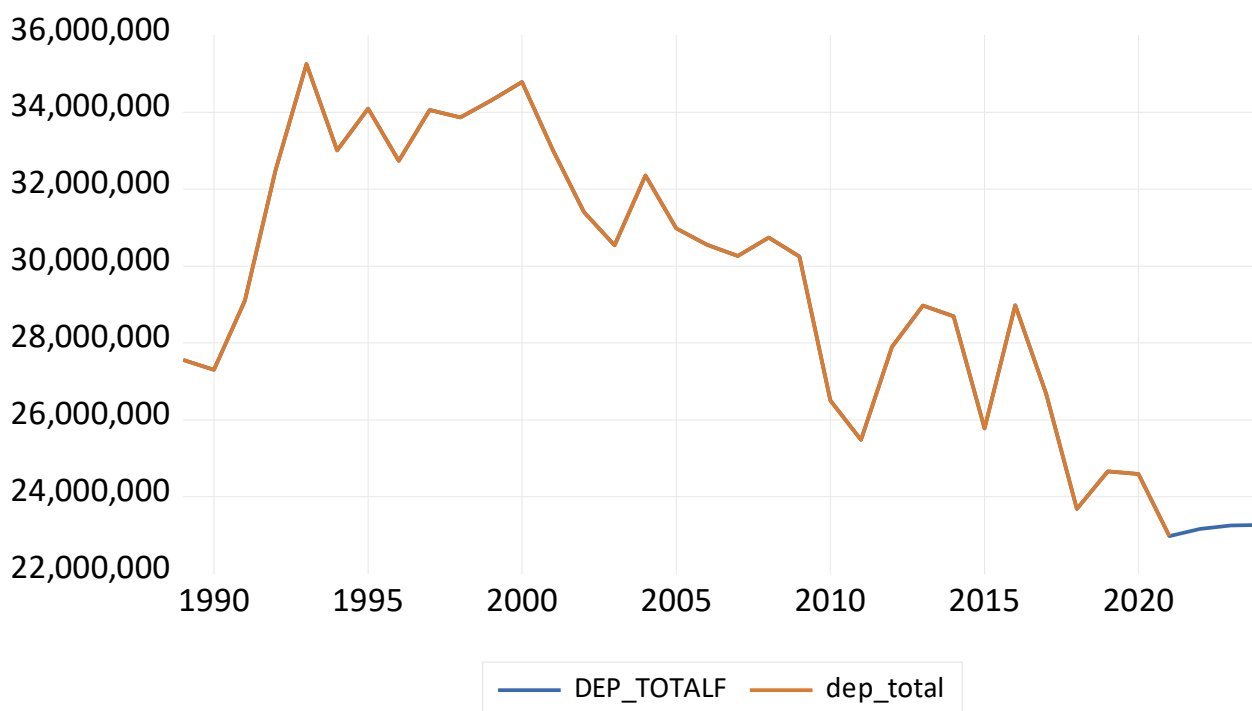
Source : Auteur

Tableau 20: Résultat de l'estimation de l'équation MA (1)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	14625286	568794.6	25.71277	0.0000
MA(1)	0.667746	0.146929	4.544695	0.0001
SIGMASQ	3.73E+12	1.25E+12	2.979549	0.0057
R-squared	0.425586	Mean dependent var		14731456
Adjusted R-squared	0.387291	S.D. dependent var		2588267.
S.E. of regression	2025984.	Akaike info criterion		31.98541
Sum squared resid	1.23E+14	Schwarz criterion		32.12145
Log likelihood	-524.7592	Hannan-Quinn criter.		32.03118
F-statistic	11.11355	Durbin-Watson stat		1.357385
Prob(F-statistic)	0.000245			

Source : Auteur

Figure 13: Prévisions de Box Jenkins des dépenses totales de prestation familiale



Source : Auteur

Prévision holt-winters pour les dépenses

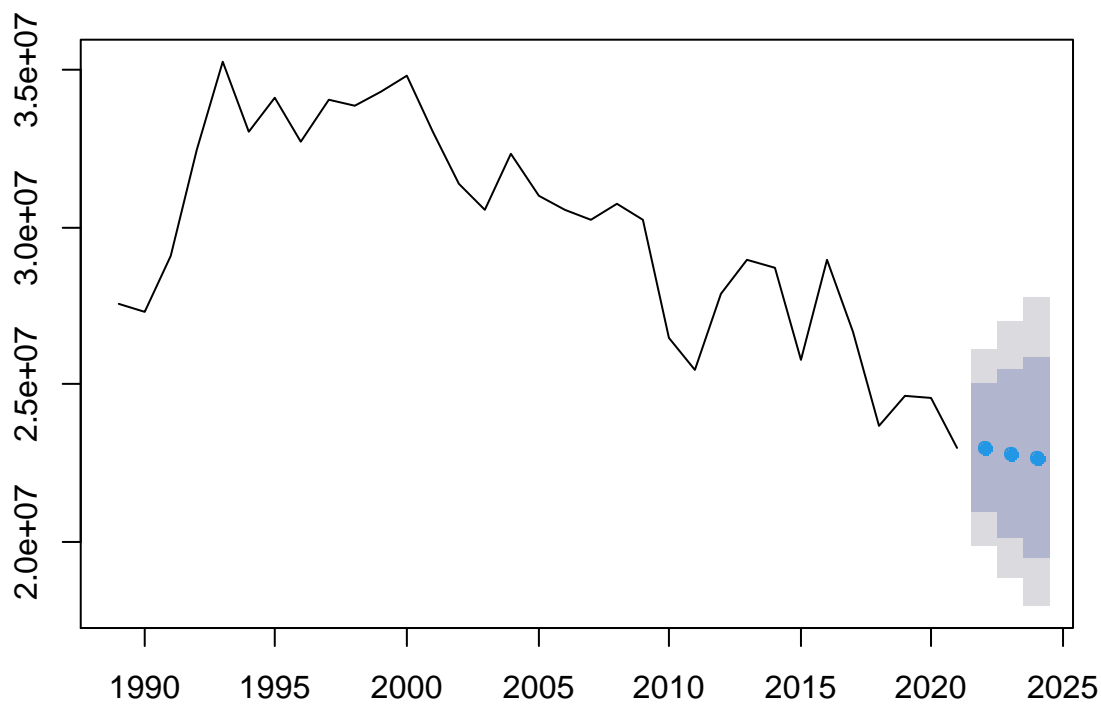


Figure 14: Stratégie simplifiée des tests de racine unitaire

