

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole nationale supérieure de Technologie

Département : Génie Industriel Et Maintenance

Mémoire de fin d'étude

DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT

Spécialité : Génie Industriel

Mise en place d'un système d'aide à la décision

dans les transactions internationales liées à la vente/achat de sucre

cas d'étude Cevital Agro-Industriel

Réalisé par

BESSATI Bouzid & KHEMCHANNE Massiba

Les membres de Jury :

Mohammed MESLOUB	Président/Examineur
SI AHMED BOUALEM MAA	Encadreur
MEDDOUR IKHLAS MCB	Co-encadreur

Alger, le ../07/2022

Année Universitaire 2021 – 2022

DEDICACE

A l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect mon père « BOUALLEM »

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse, mon adorable mère « CHAFIAA »

A mes sœurs, à mes frères, qui n'ont pas cessé de m'encourager, de me conseiller et de me soutenir tout au long de mes études « MASSINISSA », « THINHINAN », « MAZIGH » et « INES »

A tous les membres des familles « KHEMCHANE » et « MAKHLOUF », tous mes oncles, mes tantes mes cousins et mes grands parents

A tous mes amies et mes camarades qui étaient avec moi aux moments difficiles

A « NOUR », je ne saurais jamais exprimer mon grand chagrin causé par ton absence. J'aurais aimé te voir aujourd'hui ici à mes côtés mais le destin n'a pas voulu ; j'espère que ce modeste travail soit une prière pour le repos de ton âme, repose en paix, que dieux t'accueillera dans son vaste paradis.

MASSIBA

Dédicace

De fond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui sont chers.

À la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse, mon adorable mère « SAHRA »

À mon très cher père, Aucune dédicace ne saurait exprimer mon grand respect pour les sacrifices que tu as consentis pour mon éducation, j'implore dieu le tout puissant de vous accorder bonne santé et longue vie. « EL HADI »

À mes sœurs, à mon frère, qui n'ont pas cessé de m'encourager, de me conseiller et de me soutenir tout au long de mes études « KENZA », « MERIEM », « YOUSEF »

À tous les membres des familles « BESSATI » et « DJALIL », tous mes oncles, mes tantes mes cousins et mes grands parents

À tous mes amis et mes camarades qui étaient avec moi aux moments difficiles

Bouzid

Remerciements

Nous remercions tout d'abord DIEU tout puissant de nous avoir donné le courage, la force et la patience d'achever ce modeste travail.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

Nous adressons nos remerciements à nos encadrants : professeur M. BOUALME SI AHMED et M. IKHLAS MEDDOUR pour les conseils et l'aide durant toute la période de la préparation de ce travail.

Nos vifs remerciements à tout le personnel du département transit et la direction supply chaîne de l'unité de l'huile du complexe agroalimentaire CEVITAL BEJAJA pour leur sympathie et leur bienveillance, en particulier, MR. MIZI FARID ALLAOUA chef département transit import et MR. MASSOUADI NABIL chef de service PDR/IP nos encadrants de CEVITAL qui nous ont assisté durant la période passée au scène de CEVITAL

Nous voudrions remercier particulièrement nos chers parents pour le soutiens et l'encouragement tout au long de nos vies.

Nous tenons à remercier tous les enseignants de L'ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE TECHNOLOGIE D'ALGER pour leur effort, leur professionnalisme et leurs remarquable sens de responsabilité.

Massiba & Bouzid

Table des matières

<u>DEDICACE</u>	<u>1</u>
<u>INTRODUCTION GENERALE</u>	<u>6</u>
<u>I. CHAPITRE 1 : ENVIRONNEMENT ENTREPRISE</u>	<u>7</u>
I.1 HISTOIRE DU GROUPE CEVITAL	7
I.2 CEVITAL AGRO-INDUSTRIE	7
I.3 SITUATION GEOGRAPHIQUE	8
I.4 LES UNITE DE CEVITAL AGRO-INDUSTRIE	10
I.5 HIERARCHISATION DE CEVITAL	11
<u>II. CHAPITRE 2 : GENERALITE</u>	<u>12</u>
II.1 MARCHE :	12
II.1.1 DEFINITION DU MARCHE :	12
II.1.2 LES SECTEURS DE MARCHE :	14
II.2 MARCHE FINANCIER :	15
II.2.1 DEFINITION :	15
II.2.2 ROLE DU MARCHE FINANCIER :	16
II.2.3 LES ACTEURS DE MARCHE FINANCIER :	17
II.2.4 LES FORMES DU MARCHE FINANCIER :	19
II.2.5 LA TYPOLOGIE DES MARCHES FINANCIER :	20
II.2.6 TAUX DE CHANGE :	23
II.3 BOURSE :	23

II.3.1 DEFINITION :	23
II.3.2 LES DIFFERENTES BOURSES EXISTANTES :	23
II.4 MARCHÉ BOURSIER :	25
II.4.1 DEFINITION :	25
II.4.2 LES PRODUITS COTÉ EN BOURSE :	25
II.4.3 COMMENT FONCTIONNE LA BOURSE :	25
II.5 MARCHÉ DE SUCRE :	27
II.5.1 HISTOIRE DE SUCRE	27
II.5.2 LE PROCESSUS D'INDUSTRIALISATION :	28
II.5.3 LES ACTEURS DE MARCHÉ DE SUCRE (PRODUCTEUR ET CONSOMMATEUR) :	29
II.6 PHÉNOMÈNE DE L'OFFRE ET LA DEMANDE :	30
II.7 PHÉNOMÈNE DE FLUCTUATION (VOLATILITÉ) :	32
II.8 LES FACTEURS QUI INFLUENCE LE MARCHÉ DE SUCRE	33
<u>III. CHAPITRE 3 : OUTILS ET MÉTHODES</u>	<u>35</u>
III.1 INTRODUCTION SUR ÉTUDE DE SAISONNALITÉ :	35
III.1.1 ANALYSE DE LA VARIANCE ET LE TEST DE FISHER	35
III.1.2 LISSAGE MOYENNE MOBILE :	38
III.2 L'ANALYSE TEMPORELLE ET FREQUENTIELLE	39
III.3 QU'EST-CE QUE LA FFT	40
III.4 THÉOREME DE SHANNON	41
III.5 RESEAU DE NEURONES	41
III.6 LE DEEP LEARNING	42
III.7 MATLAB	43

III.7.1 DEFINITION	43
III.7.2 LES CAS D'USAGE DE MATLAB	43
<u>IV. CHAPITRE 4 : MODELISATION ET MODELES</u>	<u>44</u>
IV.1 INTRODUCTION	44
IV.2 LA DETECTION DE LA SAISONNALITE	44
IV.2.1 LA REPRESENTATION GRAPHIQUE ET LE TABLEAU DE BUYS-BALLOT :	44
IV.2.2 ANALYSE DE LA VARIANCE ET TEST DE FISHER :	47
IV.2.3 ETUDE TEMPORELLE ET FREQUENTIELLE DES DONNEES	48
IV.2.4 CONCLUSION :	55
IV.3 MODELE	55
IV.3.1 RNN_V1 :	56
IV.4 RNN V2 :	60
IV.5 RNN_V3 :	63
IV.6 RNN_V4 :	69
<u>V. BIBLIOGRAPHIE</u>	<u>74</u>

Liste des figures

Figure 1 : Histoire de groupe Cevita.....	9
Figure 2 : ORGANIGRAMME DE CEVITAL (source Cevital)	11
Figure 3 : Différents secteurs de marché [24].....	15
Figure 4: processus de fixing[5]	20
Figure 5: segment de marché [25]	22
Figure 6 : Graphe 1: les capitaux des bourses /source : statistics world exchanges source [22]	24
Figure 7 : fonctionnement de la bourse [26].....	26
Figure 8 : Processus de fabrication [27]	29
Figure 9 : phénomène de l'offre et la demande [28].....	31
Figure 10 : phénomène de fluctuation [29].....	32
Figure 11 : RESEAU DE NEURONES [30]	42
Figure 12: l'évolution de prix de sucre 2017-2019 [22]	44
Figure 13 : prix trimestriel du sucre 2017 au 2019	45
Figure 14: Graphe piques des prix.....	50
Figure 15: Graphe FFT = f (Fréquence)	51
Figure 16: Graphe des pics parité - jours.....	52
Figure 17 : Graphe FFT = f(jours)	53
Figure 18: Graphe des pics Brent oil	53
Figure 19: Graphe prix - jour	53
Figure 20: Graphe FFT = f (fréquence)	54
Figure 21: apprentissage de réseaux de neurones RNN V1	57
Figure 22: performance de training RRN V1	58
Figure 23: Réponse de l'entraînement V1	58
Figure 24:Graphe Réponse de prédiction	59
Figure 25 apprentissage réseau de neurones RNN V2.....	60
Figure 26 : performance de training RNN V2	61
Figure 27: réponse d'entraînement V2	61
Figure 28: réponse 2018.....	62
Figure 29: La structure de réseau.....	63
Figure 30: performance.....	64

Figure 31: reponse d'apprentissage	64
Figure 32: Graphe de réponse 2018.....	64
Figure 33: Graphe de performance	65
Figure 34: prédiction de prix 2018.....	66
Figure 35: pridiction des prix 2019.....	66
Figure 36: structure de resaux.....	67
Figure 37: performance.....	67
Figure 38: prédiction 2019.....	68
Figure 39: 2018	68
Figure 40: performance De RNN_V4.....	69
Figure 41: entraînement de modèle.....	69
Figure 42: prédiction de prix de sucre 2019	70
Figure 43: prédiction des prix de sucre 2018.....	70
Figure 44 : Parité USD BRL (FAO)	1
Figure 45: Prix de Brent (oil)(FAO)	1
Figure 46: Secteurs de marché (marché.com).....	2
Figure 47: représentations de prix du sucre (Cevital).....	3
Figure 48: time-ligne des cris économique	5

Liste des tableaux

Tableau 1 liste des abréviations	5
Tableau 2: Calculs des moyennes par année et période [18].....	37
Tableau 3: Analyse de la variance pour détecter une saisonnalité [18].....	37
Tableau 4: répartition du prix de sucre selon Buys-Ballot	46
Tableau 5: persistance des trimestres.....	46
Tableau 6 : moyennes par année et période	47
Tableau 7: la variance	47
Tableau 8: les variables par année	49
Tableau 9: analyse des variables.....	54
Tableau 10: Prix du sucre coté en bourse (investgation.com)	4

Les abréviations :

Abréviation	Signification
RNN	Recurant Neural Networks
MSE	Mean squared error
NYSE	New York Stock Exchange
TSE	Tokyo Stock Exchange
SSE	Shanghai Stock Exchange
HKSE	Hong kong Stock Exchange
SZSE	Shenzhen Stock Exchange
LES	London Stock Exchange
TSX	Toronto Stock Exchange
LME	London Metal Exchange
CBOT	Chicago Board of Trade
DFT	transformée de Fourier discrète
FFT	Fast fourier transform
NARX	Nonlinear autoregressive with External (Exogenous)

Tableau 1 liste des abréviations

INTRODUCTION GENERALE

A l'heure actuelle, face à la recherche des prix les plus bas par les consommateurs, et des profits les plus élevés par les fabricants, l'internationalisation s'impose à la plupart des entreprises, c'est un processus temporel dynamique qui a pour objectif l'introduction de l'entreprise sur des marchés mondiaux, le plus souvent éloignés et différents culturellement et économiquement de ceux du marché local de l'organisation.

En effet, la différence économique peut entraver le processus de commercialisation des produits sur un territoire donné dans la mesure où la variable économique est complexe et ses modalités d'action sur le comportement sont difficiles à analyser. C'est pourquoi, il est nécessaire de prendre en considération les variables qui ont un fort impact lors de la commercialisation.

Notre questionnement est le suivant :

- Pourquoi le marché de sucre est fortement volatile ? Pouvons- nous estimer les prix à priori ?

Un des objectifs de notre projet est d'analyser à posteriori si CEVITAL “ Agro-Industrie” achète à un prix compétitif sur les marchés internationaux du sucre dans le cas contraire, que peut-on faire pour améliorer sa politique d'achat.

Un second objectif, c'est de réaliser un modèle de d'estimation du prix du sucre sur les marchés internationaux,

Pour répondre aux questions soulevées, notre document est structuré de la manière suivante :

Le premier chapitre reprend l'historique du groupe Cevital, et son activité agroalimentaire, le second chapitre décrit tous les concepts et méthodes généraux utilisés et les deux chapitre suivant présente une étude des variables qui influencent les marchés boursiers en particulier le marché du sucre, le dernier chapitre résume notre analyse des données récolté et des modèles proposés pour répondre à notre problématique d'estimation des prix et d'aide à la décision dans l'achat de la matière première sur les marchés internationaux.

Nous terminons notre mémoire par une conclusion et des perspectives.

I. CHAPITRE 1 : ENVIRONNEMENT ENTREPRISE

I.1 HISTOIRE DU GROUPE CEVITAL

Cevital est un Groupe familial qui s'est bâti sur une histoire, un parcours et des valeurs qui ont fait sa réussite et sa renommée.

Première entreprise privée algérienne à avoir investi dans des secteurs d'activités diversifiés, elle a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre sa taille et sa notoriété actuelle.

Industrie agroalimentaire et grande distribution, électronique et électroménager, sidérurgie, industrie du verre plat, construction industrielle, automobile, services, médias... Le Groupe Cevital s'est construit, au fil des investissements, autour de l'idée forte de constituer un ensemble économique.

Porté par 18 000 employés répartis sur 3 continents avec un chiffre d'affaires de 4 milliards d'USD, il représente le fleuron de l'économie algérienne, et œuvre continuellement dans la création d'emplois et de richesse.

I.2 CEVITAL AGRO-INDUSTRIE

Créée en 1998 et implantée au sein du port de Bejaïa, Cevital Agro-industrie dispose de plusieurs unités de production ultramodernes :

- 2 raffineries de sucre
- 1 unité de sucre liquide
- 1 raffinerie d'huile
- 1 margarinerie
- 1 unité de conditionnement d'eau minérale
- 1 unité de fabrication et de conditionnement de boissons rafraîchissantes
- 1 conserverie
- 1 unité de fabrication de chaux calcinée

Cevital Agro-Industrie conçoit des produits de qualité supérieure à des prix compétitifs, grâce à ses installations performantes, son savoir-faire, son contrôle strict de qualité et son réseau de distribution. Elle couvre les besoins nationaux et a permis de faire passer l'Algérie du stade

Chapitre I : Environnement Entreprise

d'importateur à celui d'exportateur pour les huiles, les margarines et le sucre. Ses produits se vendent dans plusieurs pays, notamment en Europe, au Maghreb, au Moyen Orient et en Afrique de l'Ouest, Aujourd'hui Cevital Agro-Industrie est le plus grand complexe privé en Algérie. Ses outils de production ultra performants se répartissent comme suit : Sucre liquide : capacité de production de 210.000t (équivalent matière sèche) /an. Boissons : eau minérale, boissons fruitées. L'eau minérale « Lalla Khedidja » avec une capacité de production de 3.000.000 bouteilles/jour, boissons fruitées TCHINA d'une capacité de production de 600.000 bouteilles par heure. Conserverie : de tomates et de confitures avec une capacité de production de 80 t/jour. Silos portuaires : 182.000 tonnes. Terminal de déchargement portuaire : 2.000 t/heure, le plus important du bassin méditerranéen.

Parmi les clients les plus importants de Cevital nous retrouvons Coca-Cola, Kraft Food, Danone, Ferrero, Barry Callebaut, Andros, Refresco, Nutriset...

I.3 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Implanté sur un terrain d'assiette de propriété de port de Bejaia, en concession au profit de Cevital d'une durée de 30 ans avec renouvellement de contrat. Le complexe de production se situe dans l'ancien portuaire de Bejaia et s'étend sur une superficie de 45000 m², A proximité de tous les facteurs socio-économiques existant dans un rayon de 500 m de la résidence. Situé à 2 mn de la gare routière, à 5 mn du port (complexe agro-alimentaire de CEVITAL) et à 10 mn de l'aéroport international. Accès rapide vers la RN 12 et la RN 09.

Chapitre I : Environnement Entreprise



Figure 1 : Histoire de groupe Cevital

Source Cevital

I.4 LES UNITE DE CEVITAL AGRO-INDUSTRIE

A BEJAIA :

Ils ont entrepris la construction des installations suivantes :

- Raffinerie Huile.
- Margarinerie.
- Silos portuaires.
- Raffinerie de Sucre.

 **A EL KSEUR :**

Une unité de production de jus de fruits Cojek a été rachetée par le groupe CEVITAL dans le cadre de la privatisation des entreprises publiques algériennes en novembre 2006.

Un immense plan d'investissement a été consenti à moderniser l'outil de production de jus de fruits Cojek. Sa capacité de production est de 14400 T par an. Le plan de développement de cette unité portera à 150 000/an en 2010.

 **A AGOUNI GUEGHAM :**

Au cœur du massif montagne du Djurdjura qui culmine à plus de 2300 mètres : l'Unité d'Eau minérale Lalla-Khadija a été inaugurée en juin 2007.

I.5 HIERARCHISATION DE CEVITAL

Cevital a une structure qui est inspirée de leur certification et ces normes la figure suivante représente l'organisation de l'entreprise et sa structure hiérarchique :

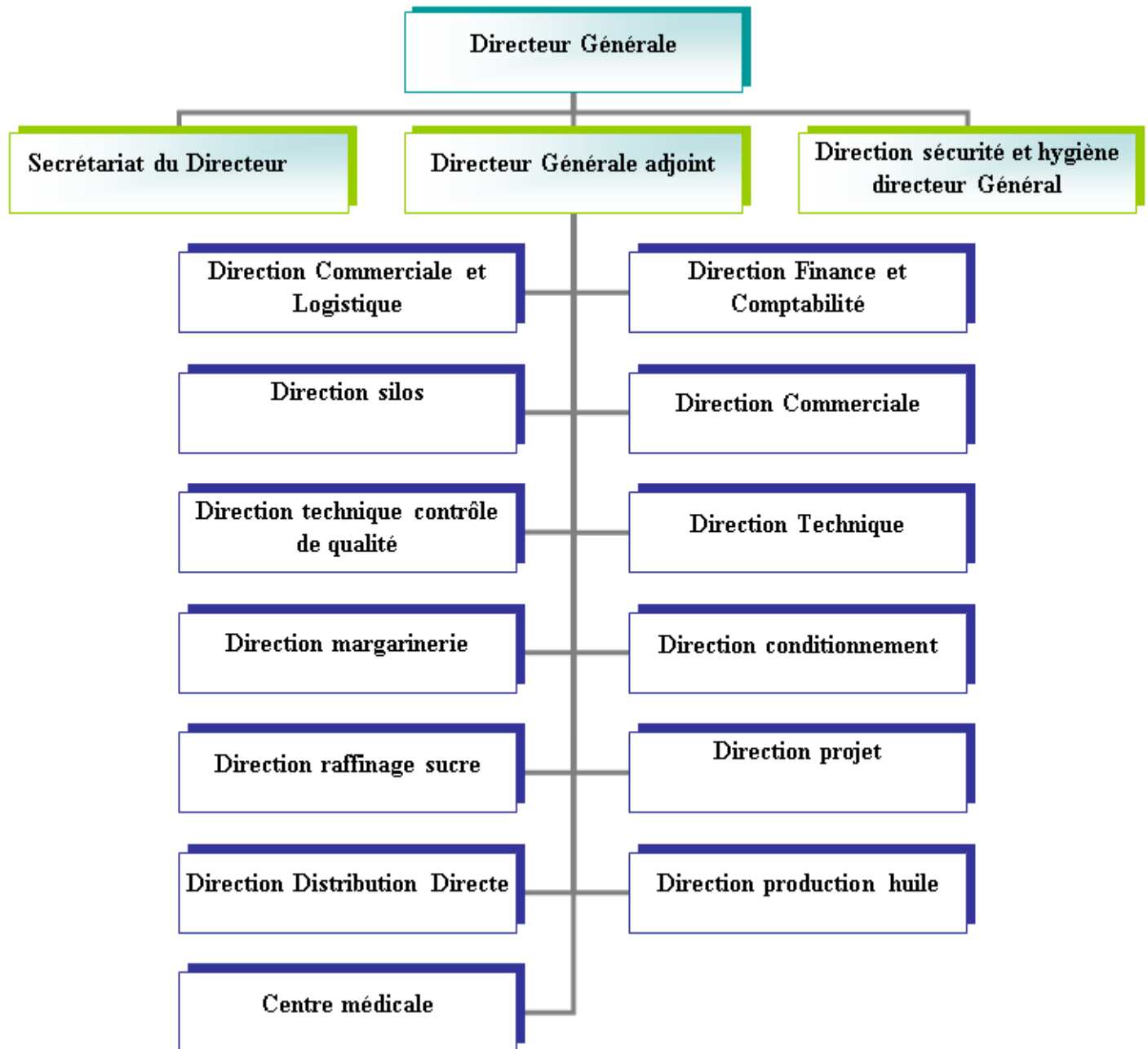


Figure 2 : ORGANIGRAMME DE CEVITAL (source Cevital)

II. CHAPITRE 2 : GENERALITE

Pour définir le contexte et les différents concepts utilisés, ce chapitre se propose d'en définir les plus importantes

II.1 MARCHÉ :

II.1.1 DEFINITION DU MARCHÉ :

Par rapport aux unités qui achètent :

Une définition déjà ancienne et qui a le mérite d'être claire est celle donnée par Sissors (1966), dans un article intitulé "What is a market 1" Pour l'auteur, la définition est simple : "les individus constituent le marché", "un marché est constitué par l'ensemble des consommateurs potentiels d'un produit". Kotler et Dubois (1986) définissent le marché comme "l'ensemble des individus et organisations qui achètent ou pourraient acheter un produit". Dussart (1985) définit le marché comme étant composé de "toute unité d'achat qui, dans un avenir immédiat ou futur, peut être amenée à acheter un produit ou un service donné", Dans ce type de définitions, l'attention est focalisée sur la demande au marché, c'est-à-dire, la quantification du marché réel ou potentiel [1].

Par rapport aux produits :

Selon cette perspective, le marché est considéré comme un ensemble de produits (marques) dont l'image, l'usage ou le choix présentent des éléments similaires. Nous distinguons différents niveaux dans le processus de choix du consommateur qui permettent d'opérer une définition : les perceptions, les attitudes, les préférences et finalement les choix. [1]

Un marché comprend 5 acteurs principaux : les clients, les producteurs, les distributeurs, les influenceurs et les régulateurs (législateur, organismes publics).

I.1.1 Acteur de marché :

a) Client :

Un client, au sens économique, est un individu ou une organisation qui prend la décision d'acheter des biens ou des services, occasionnellement ou régulièrement, auprès d'un fournisseur [2]. C'est une personne qui cède ses droits à une autre personne (expert) en échange d'un bien.

Le client est donc à distinguer :

- Le consommateur : le consommateur n'est pas nécessairement l'acheteur, et l'acheteur d'équipement, de service ou de biens professionnels ne fait pas un acte direct de consommation ;
- Des termes utilisateurs ou usagers (termes utilisés plutôt dans les services publics, où les utilisateurs n'ont pas le choix du fournisseur) ;
- Chaland, terme qui a vieilli et qui est de moins en moins utilisé, mais qui demeure présent en termes de zone de chalandise.

On utilise également le terme « client interne » appartenant à une entreprise ou un organisme (pour le distinguer d'un client externe situé hors de l'entreprise ou hors de l'organisme) pour désigner une personne bénéficiaire d'un échange interne (ex : le service production est un client interne du service maintenance)

b) Producteur :

Un producteur est une personne ou une entreprise qui produit ou contribue à produire (par exemple, en tant qu'employé ou investisseur) un bien ou un service. Un producteur ou "metteur sur le marché" est défini comme : "une personne qui importe ou introduit sur le marché intérieur pour la première fois par une technique de vente, ou fabrique" un produit destiné à être vendu sur le marché intérieur à des utilisateurs finaux, les concessionnaires sont également considérés comme metteurs sur le marché.

c) Distributeurs :

Les distributeurs sont les intermédiaires qui permettent aux entreprises d'atteindre leurs clients. Sans les distributeurs. La distribution est l'ensemble des fonctions, prises en charge par des organisations spécialisées, qui permettent la mise à disposition des produits ou services pour l'acheteur final. On appelle canal de distribution une séquence d'organisations qui relie le stade de la production du bien ou du service à l'acheteur final. Les canaux de distribution sont largement

spécialisés selon le secteur d'activité. On distingue ainsi la distribution des produits et services de grande consommation de la distribution industrielle, qui permet aux producteurs de s'approvisionner auprès de leurs fournisseurs [3].

d) Influenceurs :

Un influenceur est un individu qui, par son statut et sa position ou son exposition médiatique, peut influencer le comportement des consommateurs dans un univers donné.

e) Régulateurs :

Les régulateurs cherchent à contrôler le comportement des firmes disposant d'un pouvoir de marché (monopoles, monopoles naturels, oligopoles). Il s'agit d'aligner l'objectif de la firme et l'intérêt collectif. La tâche est rendue délicate du fait de l'asymétrie d'information entre régulateur et régulé, lequel par essence connaît mieux sa propre situation (fonction de coûts, technologie utilisable pour abaisser les coûts, effort de réduction des coûts...) que le régulateur. C'est une information privée qu'il n'a pas toujours intérêt à révéler [4].

II.1.2 LES SECTEURS DE MARCHE :

La notion de secteur d'activité est définie par l'économiste et statisticien britannique Colin Clark dans son ouvrage Les Conditions du progrès économique en 1947. Chaque secteur regroupe des entreprises classées selon leur activité principale et il y en a trois :

- Secteur primaire regroupe l'ensemble des activités dont la finalité consiste en une exploitation des ressources naturelles : agriculture, pêche, forêts, mines, gisement.
- Le secteur secondaire regroupe l'ensemble des activités consiste en une transformation plus ou moins élaborée des matières première (industries manufacturières, construction)
- Le secteur tertiaire se définit par complémentarité avec les activités agricole et industrielles.

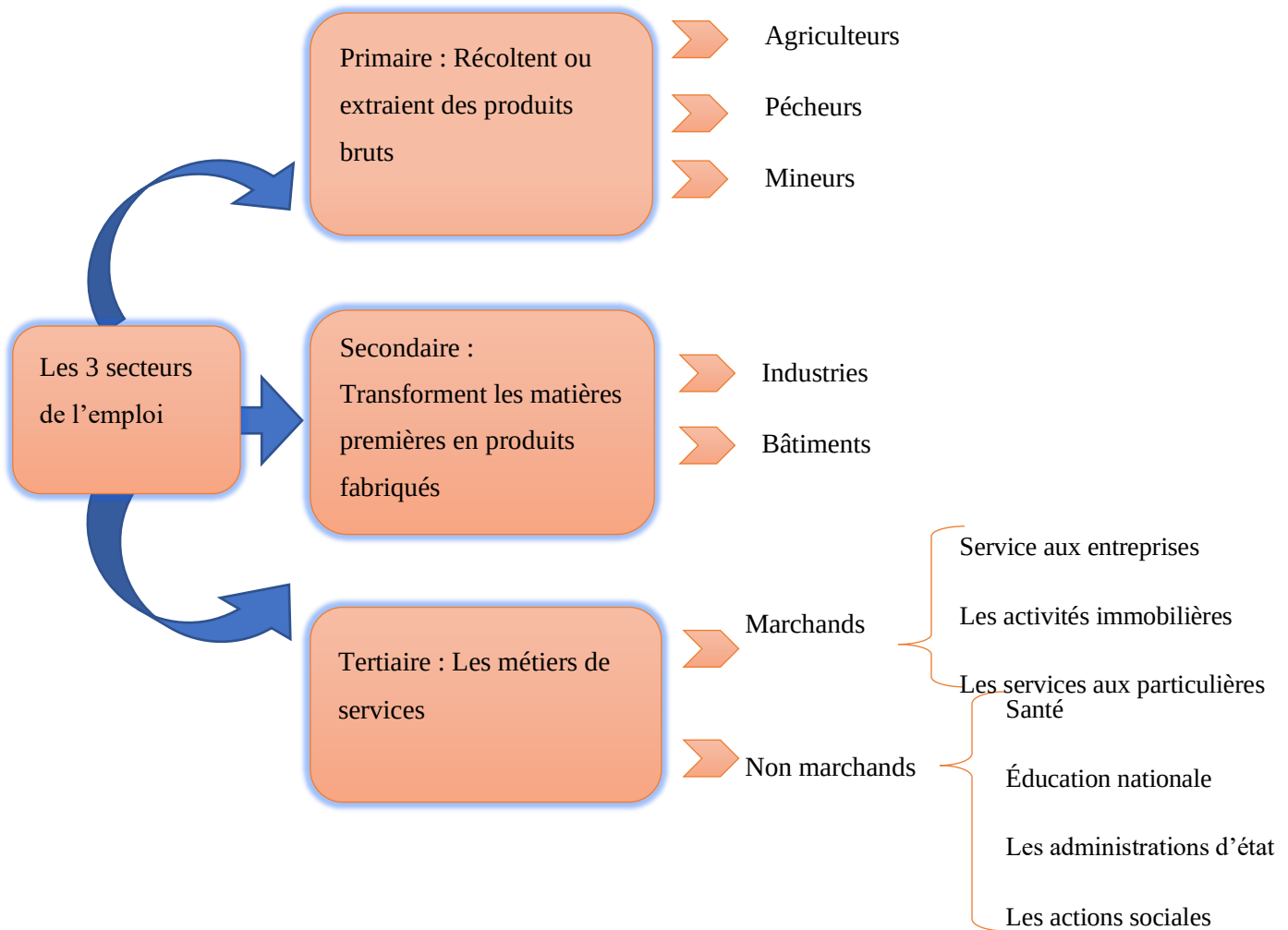


Figure 3 : Différents secteurs de marché [24]

II.2 MARCHE FINANCIER :

II.2.1 DEFINITION :

Le marché financier est un lieu de rencontre de l'offre et de la demande des capitaux à long terme. Par opposition au marché monétaire, dans lequel les agents économiques négocient entre eux leurs besoins et leurs excédents de capitaux à court terme, le marché financier est le lieu de négociation des échanges de capitaux à long et moyen terme matérialisés par des instruments appelés valeurs mobilières. Pour comprendre le marché correctement, il est nécessaire de le diviser en marché primaire et en marché secondaire.

Le marché primaire :

C'est le marché des émissions des valeurs mobilières, le marché primaire met en présence d'une part les agents économiques disposant d'un excédent d'épargne et souhaitant le placer ; et d'autre part les opérateurs qui ont des besoins de financement, et qui créent à ce titre, différentes valeurs mobilières. Il s'agit des actions, obligations, des obligations convertibles en actions à l'image des bons de privatisation et des certificats d'investissements. Sont aussi assimilés à des valeurs mobilières les droits d'attribution et de souscription [5].

Le marché secondaire : la bourse

C'est le marché sur lequel sont échangées des valeurs mobilières déjà émises (sur le marché primaire). Sur ce marché les investisseurs ayant déjà acheté des titres doivent pouvoir liquider rapidement leurs positions, dans des conditions de sécurités optimales [5].

Le marché secondaire peut être décomposé en :

a) Les bourses reconnues : (cote de la bourse) : sur lesquelles se négocient les titres inscrits à la cote. L'inscription à la cote de bourse permet aux sociétés d'accroître la liquidité pour leurs titres, leur degré de visibilité dans l'économie, leur prestige et leur notoriété [5].

b) Le marché hors cote : (hors bourse) : c'est le marché sur lequel se négocient tous les titres non-inscrits à la cote d'une bourse. [5]

II.2.2 ROLE DU MARCHE FINANCIER :

En canalisant l'épargne des investisseurs sur les différentes valeurs mobilières, le marché financier joue un rôle important sur le plan économique en permettant à l'État (trésor), aux entreprises publiques semi-publiques ainsi qu'aux sociétés privées de trouver les ressources longues nécessaires au financement de leurs programmes de développement [5].

Le marché primaire :

Joue un rôle de conciliation des besoins des prêteurs et des emprunteurs, ainsi que la procuration des fonds nouveaux aux agents à besoins de financement par l'émission de titres. [5]

Le marché secondaire permet :

- D'assurer la liquidité des titres
- D'encaisser la rémunération attachée à un placement
- Réaliser de la croissance externe en acquérant des actions suffisantes pour prendre participation dans le capital d'autres entreprises.

II.2.3 LES ACTEURS DE MARCHE FINANCIER :

a) Les investisseurs :

Parmi les investisseurs qui placent leur argent, les particuliers ont un rôle-clé par le biais de la gestion de leur épargne. Ce sont soit des personnes privées, soit des clubs d'investissement qui regroupent les actionnaires individuels et qui recherchent la meilleure performance pour leur argent en plaçant leurs économies en bourse dans les sociétés cotées.

Les entreprises peuvent aussi investir directement en bourse pour placer leur trésorerie ou se prémunir, "se couvrir" dans le jargon financier, face à un risque en devises ou de taux d'intérêt...

Enfin, dernière catégorie à mentionner au sein des investisseurs, les "institutionnels" pèsent de plus en plus lourd dans la balance, à savoir les fonds de pension, souvent Anglo-saxons, qui placent l'argent de leurs clients, les banques ou les sociétés d'assurance qui viennent investir leurs liquidités, mais aussi les gérants de placement collectif (fonds ou Sicav) et les fonds spéculatifs (hedge funds) .

b) Les émetteurs :

Les émetteurs se situe en amont de la chaîne, sur le marché primaire.

Les émetteurs sont les agents, publics ou privés, à la recherche de ressources destinées à financer leurs investissements, on peut faire la distinction entre [5]

Les entreprises : elles sont dans l'obligation d'investir régulièrement pour financer leur développement économique. Face à ce besoin, elles ne disposent pas nécessairement des

ressources internes suffisantes. Elles sont donc amenées à rechercher d'autres sources de financement notamment les emprunts [5].

Les emprunts peuvent être obtenus auprès d'une banque ou un groupe de banques "le syndicat", ou d'un établissement spécialisé (crédit-bail). Ils peuvent également être placés par le biais d'émission d'obligations ou de titres à court et moyen terme : billet de trésorerie (pour les entreprises non financières), certificats de dépôt (banques), bon à moyen terme négociable [5].

L'Etat : Le solde budgétaire de l'État permet de déterminer sa situation financière. Si les recettes de l'État sont supérieures à ses dépenses, le budget est donc en excédent. Par contre, si les dépenses sont supérieures aux recettes, le solde budgétaire est déficitaire. L'État doit donc trouver des ressources pour financer son activité [5].

c) Les intermédiaires :

Une fois les titres émis ou créés, ils sont échangés. Le rôle d'un courtier est de mettre en relation différentes parties, acheteurs et vendeurs.

Appelées courtier ou Brokers en anglais, ce sont des organismes financiers agréés, généralement filiales d'institution bancaires ou entreprise indépendant (appelées full broker) , ce courtier peut être :

a) Les investisseurs institutionnels : ce sont des organismes qui détiennent du fait de leur activité une épargne abondante. Cette catégorie d'investisseurs est constituée : des compagnies d'assurance, des caisses de retraite, des caisses de dépôt et aussi des OPCVM, qui placent une partie de leurs ressources en valeurs mobilières, afin de faire face aux engagements qu'ils ont pris vis-à-vis de leur clientèle [5]

b) Les banques : elles mènent une mission d'intermédiaire entre les agents à besoin de financement et ceux à excédent de financement. [5]

c) Les intermédiaires boursiers : Ce sont des sociétés d'intermédiation, personnes physiques ou morales qui interviennent sur les marchés boursiers et qui assurent toutes les opérations à effectuer sur une bourse de valeurs mobilières. Elles assurent l'émission des titres (actions, obligations et valeurs assimilés), la négociation (achat, vente de titres), le conseil et la gestion de portefeuille. On peut citer [5] :

a. Firms de courtiers (brokers) : ce sont des intervenants sur les marchés organisés, le broker est un intermédiaire financier chargé de mettre en relation les prêteurs et les emprunteurs.

Pour les titres il agit sur le marché primaire en garantissant la bonne fin d'une émission, mais également sur le marché secondaire en continuant de mettre en contact les différents intervenants.

b. **Teneurs de marché (Market Maker)** : (dealers) ce sont des entreprises, généralement une banque d'investissement, ou une personne qui se charge de transmettre en continu des prix à l'achat et à la vente soit uniquement à sa clientèle, soit, à l'ensemble du marché, y compris donc à ses concurrents. On dit aussi qu'il « cote ». [5]

c. **Membres d'une Bourse** : ce sont des spécialistes. La dénomination dépend du lieu et du type de concurrence (monopole, etc.) ... [5].

d) **Les régulateurs** :

Enfin, les autorités de marchés (ou instances de régulation) sont des institutions qui assurent la surveillance des marchés et de leurs acteurs... Ce sont des autorités publiques indépendantes qui ont pour mission de veiller à la protection des investisseurs et au bon fonctionnement des marchés financiers. Chaque pays a sa propre autorité de marchés, Ses trois missions premières sont la protection de l'épargne investie dans les instruments financiers, l'information des investisseurs et le bon fonctionnement des marchés d'instruments financiers [6].

II.2.4 LES FORMES DU MARCHE FINANCIER :

On peut répartir les marchés suivant selon trois critères :

Le moment de l'échange : ce critère amène à distinguer les marchés dits de fixing des marchés continus.

La contrepartie de l'échange : suivant ce critère, on distingue les marchés gouvernés par les ordres des marchés gouvernés par les prix

Le lieu de l'échange : la distinction se fait alors entre les marchés dits centralisés et les marchés dits fragmentés. [5].

a) **Marché de fixing** :

Dans un marché de fixing, les ordres s'accumulent pendant un certain temps et la fixation d'un cours d'équilibre intervient à la clôture de cette période c'est-à-dire à chaque séance de fixing (dates d'exécution des ordres sont exogènes). Toutes les transactions se déroulent à un prix unique

déterminé de façon à équilibrer les ordres d'achat et de vente transmis au marché jusqu'au moment de fixing ce qui maximise le volume total de l'échange.

b) Marché continu :

Sur un marché continu, la cotation et les transactions s'effectuent en succession tout au long de la séance du marché. Les agents peuvent transmettre des ordres à tout moment. Un ordre est exécuté chaque fois qu'il trouve une contrepartie. Les transactions sont donc bilatérales contrairement à un marché de fixing où les transactions sont multilatérales. De plus sur un marché continu, un nouveau cours est associé à chaque transaction alors que sur un marché de fixing est établi un prix unique auquel s'effectue toutes les transactions. [5]

Le mécanisme de fixing est également utilisé sur la plupart des marchés continus pour la détermination du prix d'ouverture.

- Transaction multilatérale à intervalle de temps réguliers.
- Plusieurs ordres d'achat, plusieurs ordres de vente.
- 1 seule transaction, 1 prix unique d'exécution (Offre=Demande).

Tous les ordres de vente (achat) avec un prix inférieur (prix supérieur) au prix d'équilibre peuvent être exécutés.

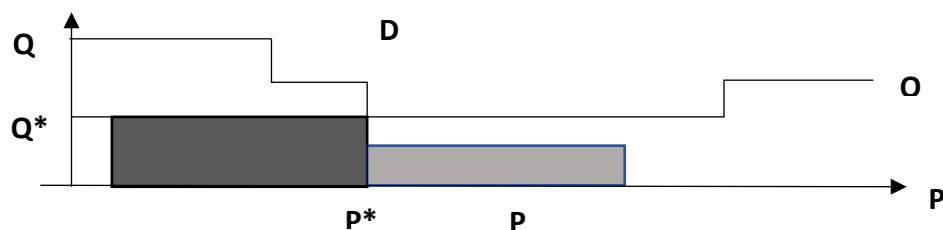


Figure 4: processus de fixing[5]

II.2.5 LA TYPOLOGIE DES MARCHES FINANCIER :

Les entreprises de marchés, également appelées bourses, sont gérées sous la forme de sociétés de capitaux ; la tendance au début de XXI^e siècle est qu'elles se diversifient à la fois dans

P^* : prix d'équilibre au moment du fixing

Q^* : quantité à échanger au moment du fixing

Les ordres d'achat qui peuvent être exécutés au moment de fixing

Les ordres de vente qui peuvent être exécutés au moment de fixing

leurs activités et géographiquement par croissance interne et, surtout, par croissance externe.

On peut classer les marchés en six segments (selon les instruments échangés, certains étant situés physiquement au même endroit mais les participants pouvant être différents), ou quatre catégories (en fonction du degré de réglementation des marchés).

II.2.5.1 Les différents segments de marché :

On considère qu'il existe six segments de marché.

a) Le marché monétaire (money market) :

C'est le segment du marché sur lequel sont échangés des actifs très liquides et d'échéance courte, le plus souvent d'un jour à moins d'un an. Chaque soir, les banques d'une même place financière se prêtent mutuellement leurs excédents de trésorerie. Ce marché se bloque lorsqu'il y a une crise financière, parce que les banques cessent de se faire confiance pour prêter, ce qui oblige la banque centrale à fournir des liquidités en urgence

b) Le marché des capitaux à long terme (capital market) :

C'est le segment du marché sur lequel s'échangent des actifs à échéance supérieure à un an, voire deux ans. Ce sont essentiellement les actions et les obligations.

c) Le marché des produits dérivés (dérivation market) :

C'est le marché sur lequel sont échangés les instruments financiers dérivés d'un « actif support » (underlying asset) ou sous-jacent, essentiellement le marché des options.

d) Le marché des futures (future market) :

Ce sont des contrats à terme permettant de se couvrir contre les risques de variation des cours des actions ou contre le risque de variation des taux d'intérêt.

e) Le marché des matières premières (commodity market) :

Ce sont les marchés où s'achètent ou se vendent des biens réels, mais leurs procédures et leurs financements sont très proches de ceux des marchés financiers. Ce point sera développé dans les chapitres suivants (les échanges de sucre établie dans ce marché).

Ces cinq marchés sont dits réglementés ou organisés (organized markets) car ils sont soumis à la réglementation imposée par une autorité étatique. Les contreparties ne négocient pas de manière bilatérale mais placent leurs ordres d'achat et vente sur le marché ; le prix de l'actif résulte de la loi de l'offre et de la demande.

f) Le marché des changes (foreign exchange market/FOREX) :

C'est le marché sur lequel s'échangent les différentes devises utilisées dans le monde. Il est mondial et interbancaire. Le cambisme est le commerce des devises.

Contrairement aux marchés énumérés précédemment, il n'est soumis à aucune réglementation nationale et constitue ce que l'on nomme un marché non réglementé ou marché de gré à gré (over the counter market/OTC). [7]

II.2.5.2 Le classement en fonction du degré de réglementation :

Les marchés suivants sont classés par ordre décroissant de réglementation en 4 catégories :

le marché réglementé est un marché géré par une entreprise de marché (bourse) qui doit obtenir l'agrément du régulateur (l'AMF en France) sur ses conditions de fonctionnement et d'information aux investisseurs et leur offrir certaines garanties [7]. Les prix sont publics et la liquidité est relativement importante. Les échanges sont assurés par une chambre de compensation (clearing house).

Le marché non réglementé où les obligations d'information sont allégées ;

Le marché organisé, où une chambre de compensation garantit la bonne fin des opérations. Il est régulé et surveillé mais pas nécessairement réglementé ;

Le marché de gré à gré (over the Counter/OTC) où les transactions sont libres et sans obligations légales d'information, ce qui assure moins bien la protection des investisseurs. Les prix ne sont pas diffusés et la liquidité est réduite. Les échanges sont négociés directement entre les contreparties, qui se connaissent donc, afin d'assurer le bon déroulement des opérations de règlement-livraison.

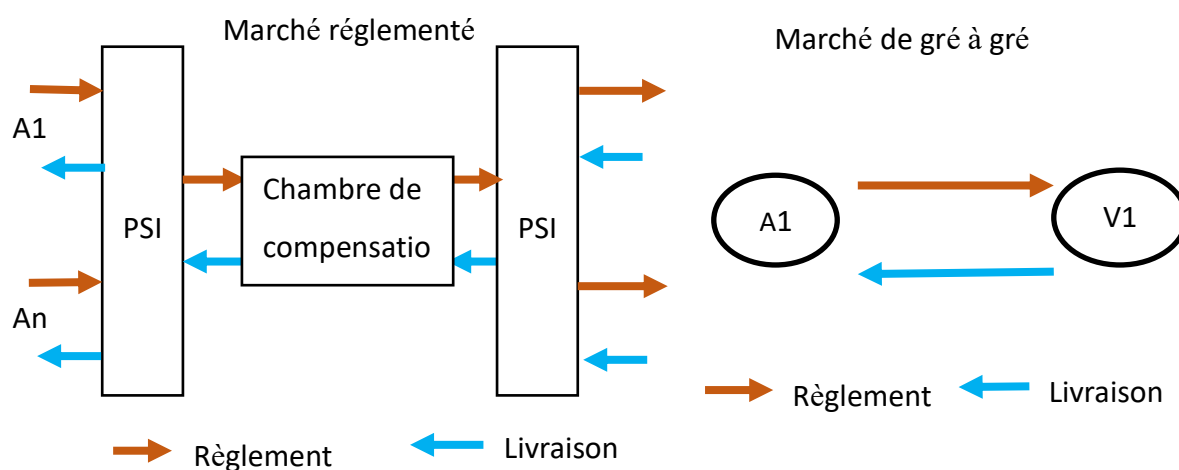


Figure 5: segment de marché [25]

[8].

II.2.6 TAUX DE CHANGE :

Le taux de change d'une devise (une monnaie) est le coût (en d'autres termes le prix) de cette monnaie en relation avec une autre monnaie. On parle également de la « parité d'une monnaie », mais ce dernier mot constitue un faux ami très embarrassant avec la « parité » anglaise qui indique une égalité absolue.

Les taux de change, cotés sur le marché des changes, sont soumis à des variations permanentes, ils varient également en fonction de la place de cotation.

II.3 BOURSE :

II.3.1 DEFINITION :

Bourse organise la rencontre entre l'offre et la demande de capitaux à la fois sur le marché primaire à l'occasion de nouvelles émissions ou d'introductions en Bourse, et sur le marché secondaire grâce à la liquidité et la transparence qu'elle procure. La demande de capitaux est le fait des entreprises mais aussi de l'État ou des collectivités locales qui ont des besoins de financement, tandis que l'offre de capitaux émane des investisseurs institutionnels et des particuliers qui peuvent mobiliser une capacité d'épargne. Une organisation efficace de cette rencontre est la condition de l'efficace allocation elle de la Bourse, qui ne peut se faire sans une certaine régulation. Enfin, la Bourse contribue au développement économique. [9]

II.3.2 LES DIFFERENTES BOURSES EXISTANTES :

Il existe 60 grandes bourses dans le monde et leur gamme de taille est assez surprenante. En tête du tableau se trouve le puissant NYSE, qui représente 18,5 billions de dollars de capitalisation boursière, soit environ 27 % du marché boursier mondial total.

Ci-dessous une liste des plus Grand Bourse en matière de capitalisation.

New York Stock Exchange (NYSE) : Devenu aujourd'hui incontournable, le *New York Stock Exchange*, plus généralement appelé la Bourse de New York, est considéré comme la place boursière la plus importante du monde[a]. Cette bourse est, au monde, celle dont le prestige est le plus retentissant, si bien que les non-initiés l'appellent très souvent *Wall Street*, alors qu'il s'agit simplement du quartier où elle se situe à Manhattan. C'est simple, elle est l'emblème de la finance américaine. [10]

NASDAQ : Le *Nasdaq* existe depuis 1971. Il s'agit de l'un des plus importants marchés d'actions des États-Unis, en volume traité. Il cote en effet plus de 5 000 entreprises que l'on considère détentrices d'un fort potentiel de croissance économique[a]. Elles font partie des domaines des hautes technologies, d'Internet, des télécoms, de l'industrie voire des biopharmaceutiques et biotechnologies [11]

London Stock Exchange (LSE) : Plus vieille bourse au monde car fondée en 1776, le *London Stock Exchange* (ou LSE) est aujourd'hui la troisième plus grande bourse internationale et la seule européenne du top 5 mondial[a]. Elle rivalise sans problème avec les deux premiers en termes de prestige et de rayonnement international. Elle abrite en effet actuellement plus de 3 000 sociétés réparties dans 70 pays [12].

Et d'autre bourse comme :

- Tokyo Stock Exchange (TSE)
- Shanghai Stock Exchange (SSE)
- Euronext Stock Exchange
- Bourse de Francfort
- Hong kong Stock Exchange (HKSE)
- Shenzhen Stock Exchange (SZSE)
- Toronto Stock Exchange (TSX)
- La figure ci-dessous représente les Principaux opérateurs boursiers mondiaux en may 2022, selon la capitalisation boursière des sociétés cotées

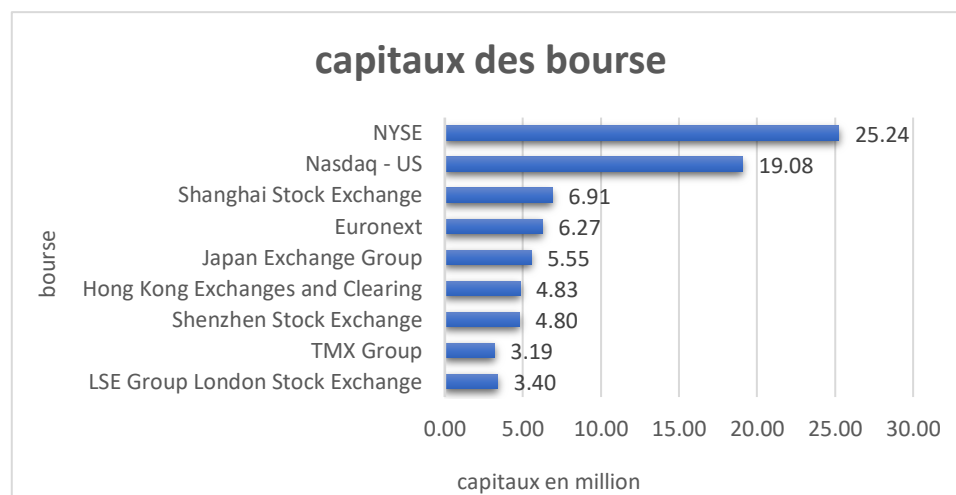


Figure 6 : Graphe 1: les capitaux des bourses /source : statistics world
exchanges source [30]

- La Bourse de New York est la plus grande bourse du monde, avec une capitalisation boursière d'un peu plus de 25,2 billions de dollars américains en May 2022. Les trois bourses suivantes étaient le NASDAQ, la Bourse de Shanghai et Euronext.

II.4 MARCHÉ BOURSIER :

II.4.1 DEFINITION :

Un marché boursier est un marché sur lequel les investisseurs, qu'ils soient particuliers ou professionnels, propriétaires d'un ou plusieurs comptes en bourse, peuvent acheter ou vendre différentes valeurs mobilières. Il existe différents types de marchés boursiers, chacun d'entre eux représente un secteur particulier. [8]

II.4.2 LES PRODUITS COTE EN BOURSE :

Dans ce qui suit on parle sur produit de matière primaire ce qui nous intéresse en plus mais il y'en a d'autre qui sont coté en bourse on trouve :

Le marché des matières premières est constitué d'un ensemble de matières soit à l'état brut, soit ayant subi une transformation avant d'être expédiées à l'international. Il existe différents types de matières premières : matières premières agricoles (blé, sucre, riz...), métaux précieux (or, argent, zinc, palladium), matières énergétiques (pétrole, gaz...).

Les prix des matières premières en général fluctuent toujours, notamment en fonction de la relation offre-demande, elle-même affectée par les conditions météorologiques ou la pression géopolitique, la guerre ou une catastrophe naturelle. La plupart des matières premières sont libellées en dollars américains. Par conséquent, la fluctuation de l'USD a un impact plus ou moins important sur les prix des matières premières.

Concernant la cotation des matières premières, il existe des bourses mondiales comme le LME pour les métaux ou le CBOT pour les matières premières agricoles. Les autres peuvent être échangées sur le marché de gré-à-gré.

II.4.3 COMMENT FONCTIONNE LA BOURSE :

La bourse est un marché réglementé qui permet aux entreprises ayant des besoins financiers de rencontrer des investisseurs, y compris des épargnants individuels. Pour acheter ou vendre des actions, ils passent des ordres en bourse.

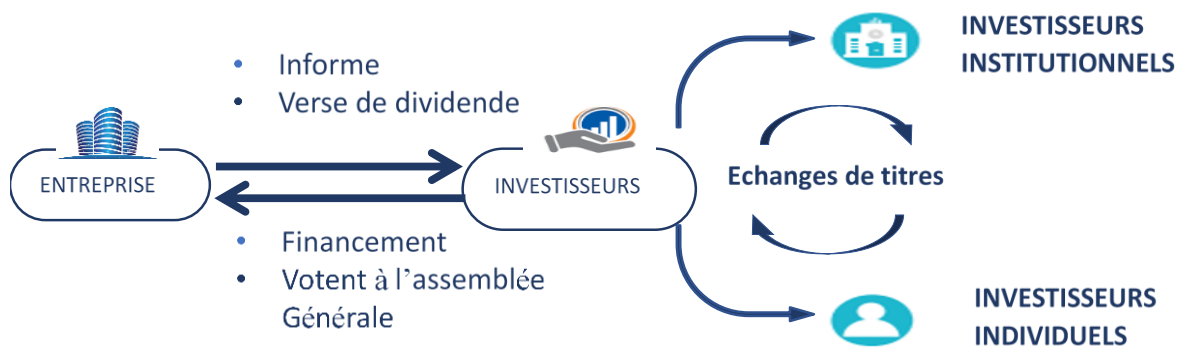


Figure 7 : fonctionnement de la bourse [26]

Lorsqu'une entreprise souhaite diversifier ses sources de financement et lever davantage de capitaux, elle peut décider de coter des actions, c'est-à-dire d'émettre des actions pour la première fois en bourse, ou de lever des capitaux si elle était cotée. Ainsi, le marché primaire est le « marché du neuf » où les titres sont cotés pour la première fois à un cours déterminé par l'émetteur, c'est-à-dire soumis aux conditions du marché.

Lorsqu'un investisseur croit en la capacité d'une entreprise à prospérer et veut augmenter son épargne, il achète des actions qui représentent une petite partie du capital de l'entreprise. En finançant ainsi l'entreprise, il devient copropriétaire et accepte le risque ainsi que la possibilité de profit. En contrepartie de cette acquisition, l'entreprise est tenue à un devoir de transparence et fournit à l'investisseur actionnaire des informations sur sa « santé financière » et sa stratégie, afin de lui permettre de prendre des décisions de placement en toute connaissance de cause. L'investisseur participe également aux décisions importantes de l'entreprise en votant à l'Assemblée générale et il perçoit des dividendes dont le montant dépend du profit obtenu : il s'agit de la rémunération de son placement.

Les actions des entreprises cotées sont liquides, c'est-à-dire qu'après avoir été rachetées, les investisseurs peuvent les négocier facilement sur le marché secondaire "marché de l'occasion". La confrontation de l'offre et de la demande de ses actions contribue à la fixation de leurs cours boursiers, c'est-à-dire de leurs prix unitaires. Si la demande des acheteurs dépasse l'offre des vendeurs, le cours augmente. S'il y a plus de vendeurs que d'acheteurs, le cours baissera.

La bourse joue ainsi un rôle crucial dans l'économie, puisque les entreprises trouvent une partie du capital nécessaire à leurs investissements et, par conséquent, à leur expansion.

II.5 MARCHÉ DE SUCRE :

Le sucre est un produit de consommation incontournable dans la société actuelle, mais cela ne fut pas toujours le cas. En effet, le sucre est un sujet intéressant de par le fait de son évolution au cours des siècles, En général le sucre est un dérivé de deux matières premières essentielles : 70% produit à base de la canne à sucre et le reste dérive du Betterave.

II.5.1 HISTOIRE DE SUCRE

Depuis l'Antiquité, le miel est connu comme le seul édulcorant utilisé. La canne à sucre, originaire de Nouvelle-Guinée, a très tôt migré vers l'Asie du Sud-Ouest et suscité un grand intérêt chez ses découvreurs. Au VI^e siècle avant J.-C., les Perses envahissent l'Inde et s'émerveillent devant ce « roseau qui donne du miel sans l'aide des abeilles ». Sous le règne d'Alexandre le Grand, au IV^e siècle av. J.-C., la canne à sucre atteint le Moyen-Orient. Dans l'Antiquité et au Moyen Âge, le sucre était une denrée rare et chère, au même titre que d'autres épices, comme le safran ou la muscade.

Dès la fin du XV^e siècle, peu après le premier voyage de Christophe Colomb vers les Amériques, les plantations de canne à sucre se développent aux Antilles, puis en Amérique du Sud, notamment au Brésil. Le sucre est devenu la première denrée coloniale. C'était l'origine du « commerce triangulaire » : les armateurs européens troquaient des chutes contre des hommes des pays africains, qui étaient ensuite vendus comme esclaves dans les Amériques. De plus, les navires revenaient en Europe avec les produits des colonies, dont le précieux sucre. [13]

De la plante à pain de sucre et de sucre cristallisé :

Au XIII^e siècle, le port de Venise était le principal centre sucrier du Proche-Orient. C'est donc sans surprise que le premier pain de sucre est apparu dans la ville au début du XV^e siècle. Appelé aussi "cône de Venise", le pain de sucre est une masse cristalline de sucre en forme de cône. C'est le résultat de la dernière étape du processus d'affinage et de cristallisation. Celle-ci consiste à faire un sirop de sucre, qui est ensuite versé dans un cône renversé à l'intérieur duquel se forme des cristaux. La pointe laisse échapper l'eau résiduelle.

Le processus d'extraction du sucre de la canne à sucre et des betteraves à sucre est le même, sauf que la canne à sucre est broyée en premier tandis que les betteraves sont tranchées. Le broyage puis le pressage de la canne à sucre se fait dans de puissants moulins. Il extrait le jus qui contient tout le sucre. Le sucre de betterave est extrait par osmose dans des cylindres de diffusion, dans lesquels on fait circuler de l'eau chaude. En passant à travers les tranches de betterave, l'eau devient de plus en plus sucrée. Dans les deux cas, on obtient un jus concentré dans lequel des cristaux de sucre pur se forment au refroidissement : c'est la cristallisation. Qu'il soit issu de la betterave ou de la canne à sucre, le sucre de table ou le sucre blanc est le même produit : le saccharose. [13]

➤ **Différents produits résultant du raffinage :**

Les cristaux du sucre brut de la betterave et de sucre de canne contiennent également de nombreuses impuretés que le raffinage vise à éliminer pour obtenir du sucre blanc. De nombreux produits proviennent de différentes étapes de ce processus. [13]

La mélasse est un résidu sirupeux résultant de la cristallisation du sucre de canne ou de betterave. Il peut être vendu pour un usage domestique ou transformé en alcool lors de la fabrication du rhum.

Le sucre glace est un sucre cristallisé broyé très fin est le résultat de la betterave ou de la canne à sucre.

La cassonade ou le sucre roux n'est fabriquée qu'à partir de la canne à sucre

Le premier morceau de sucre emballé individuellement ont été introduites à Paris en 1908. Elles sont rapidement devenues populaires, après la répliation des mesures d'hygiène au début du XXe siècle. Aujourd'hui, Les raffineries produisent en grande partie du sucre en poudre.

II.5.2 LE PROCESSUS D'INDUSTRIALISATION :

« Le procédé de transformation est le même à partir de la betterave ou de canne. Les betteraves sont lavées et découpées en fines lamelles / les tiges de canne sont broyées. Les cossettes ainsi obtenues sont mélangées à de l'eau chaude et l'on récupère un jus sucré contenant des impuretés, des sels minéraux et des composés organiques. Du lait de chaux est ensuite ajouté pour éliminer les impuretés, puis il est éliminé par carbonatation avec du gaz carbonique. Le jus est ensuite chauffé afin de le concentrer. On obtient ainsi un sirop constitué de 70% de sucre. De petits cristaux

de sucres sont ensuite ajoutés afin de déclencher la cristallisation. Ils s'enrobage de sirop et sont passés dans une essoreuse. La mélasse obtenue est éliminée par la force centrifuge et le sucre cristallisé va être récupéré et séché. On obtient alors un sucre blanc composé à 99,9% de saccharose. »

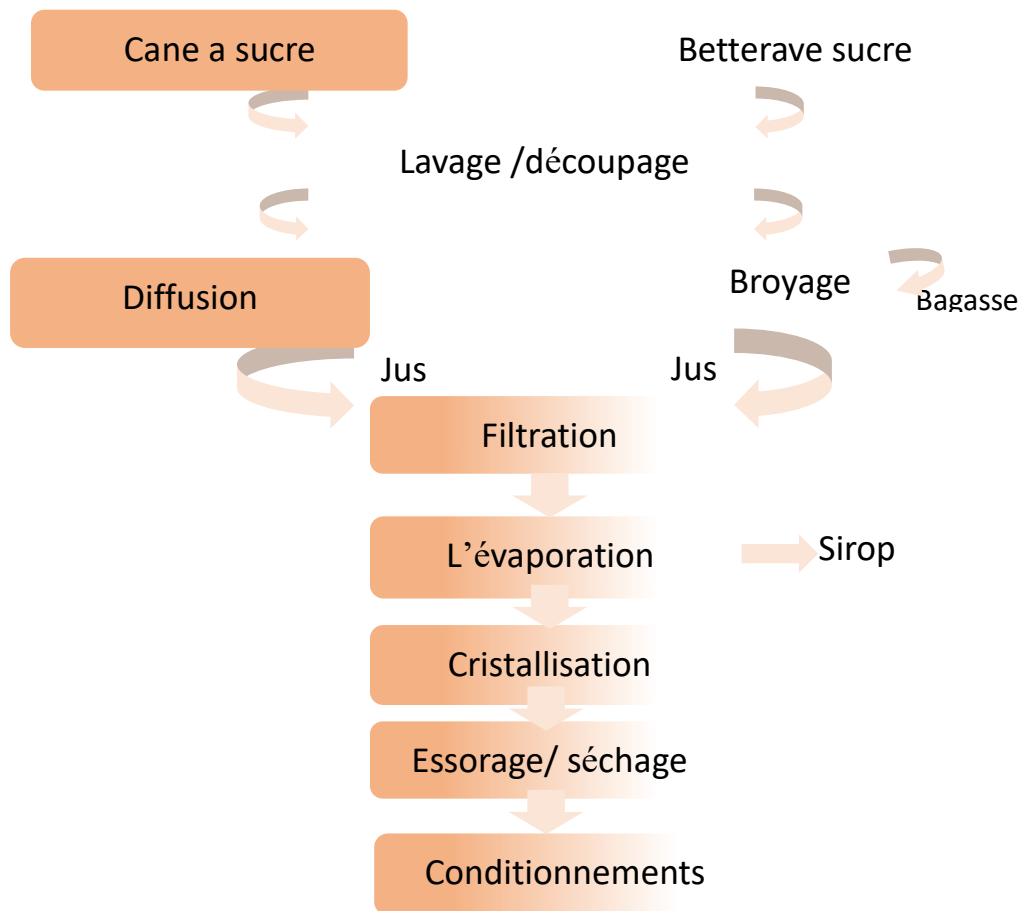


Figure 8 : Processus de fabrication [27]

II.5.3 LES ACTEURS DE MARCHE DE SUCRE (PRODUCTEUR ET CONSOMMATEUR) :

La consommation mondiale de sucre s'élève à 170 MT actuellement et est en croissance d'environ 2%/an, portée par la croissance démographique, l'augmentation du revenu par tête dans les pays en développement et la modification des habitudes alimentaires. Au cours des 10 dernières années, la consommation mondiale de sucre s'est accrue de 30 MT. Elle devrait s'accroître du même tonnage au cours des dix prochaines années. [14]

Le commerce mondial du sucre est dominé par le Brésil, qui contrôle 50% des exportations. Les autres grands pays exportateurs sont la Thaïlande, l'Australie, le Guatemala et le Mexique qui assurent à eux quatre une part supplémentaire de 25%. Le marché des importations de sucre est beaucoup moins concentré. On trouve en tête de liste de grands pays consommateurs (UE, Indonésie, Chine, États-Unis, ...) mais également des pays pratiquant le raffinage "à destination" (Émirats Arabes Unis, Malaisie, Algérie, Corée du sud,). Depuis le début des années 90, certains pays du Moyen-Orient et d'Asie non producteurs ont construit des raffineries de sucre brut, pour importer du sucre brut plutôt que du sucre blanc, le raffiner en blanc pour leur consommation intérieure ou pour l'exportation. La construction de ces raffineries a stimulé considérablement le commerce du sucre brut et les exportations brésiliennes, au détriment de celui du sucre blanc, qui était en son temps la spécialité de l'Union Européenne.

II.6 PHENOMENE DE L'OFFRE ET LA DEMANDE :

L'offre et la demande déterminent le libre-échange comme quasiment aucune autre grandeur. Si l'offre est supérieure à la demande, les prix chutent. Dans le pire des cas, les entreprises ont alors des difficultés à tirer des bénéfices intéressants de leurs marchandises et services. Inversement, une offre insuffisante entraîne une augmentation des prix, et les consommateurs ne peuvent plus se permettre d'acheter le produit souhaité. Dans les deux cas, le marché s'autorégule généralement. Le rapport exact apparaît clairement lorsqu'on représente l'offre et de la demande dans un diagramme.

L'offre est la quantité totale des biens et des services disponibles sur le libre marché. Inversement, la demande est la quantité totale des biens et des services disponibles requise pour combler le besoin effectif sur le libre marché.

1. Interaction entre l'offre et la demande :

Il y a un rapport direct entre l'offre et la demande, car l'offre augmente généralement quand la demande est élevée. Il y a dans un premier temps une demande excédentaire lorsque le besoin ne peut pas être complètement couvert par l'offre actuellement disponible. Il en résulte une augmentation du prix du marché. C'est la raison pour laquelle davantage d'entreprises proposent le bien correspondant, car il leur permet de gagner beaucoup d'argent (tout du moins à l'instant « t »).

Suite à cela, l'effet inverse se produit : plus un produit ou un service est cher, plus la demande baisse, car les personnes intéressées recherchent des solutions alternatives plus économiques. Il y a dans ce cas une offre excédentaire. Le prix du marché chute jusqu'à ce que le bien commercial atteigne un prix suffisamment bas pour susciter à nouveau l'intérêt des acheteurs et faire remonter la demande.

L'imbrication de l'offre et de la demande est représentée dans le diagramme ci-dessous :

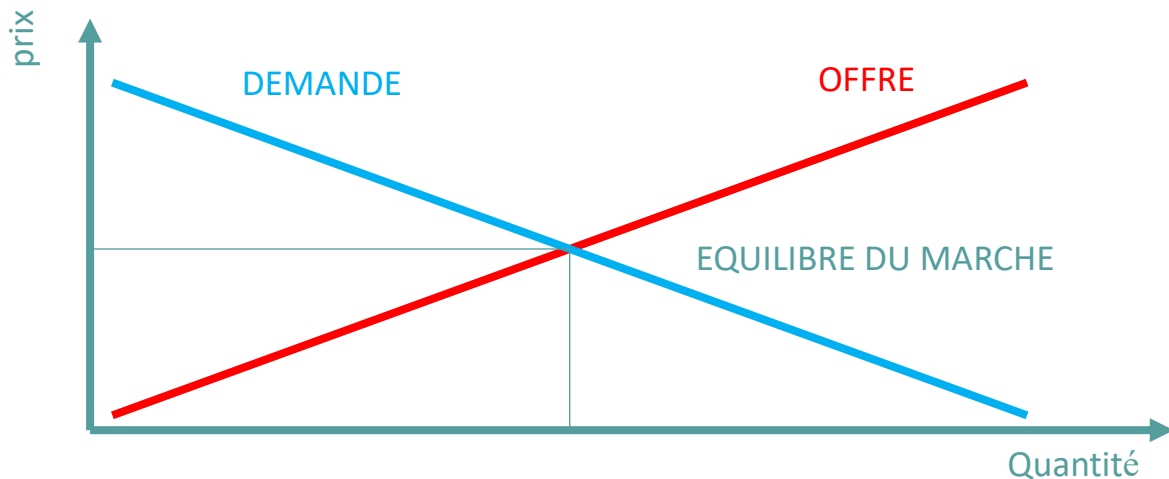


Figure 9 : phénomène de l'offre et la demande [28]

Ce diagramme montre comment une demande importante conduit à un prix du marché élevé, ce à quoi le marché réagit avec une hausse de l'offre. Il en résulte néanmoins obligatoirement une baisse de la demande et du prix du marché, ce qui entraîne à nouveau une réduction de la quantité jusqu'à ce que l'offre remonte.

Au moment où la courbe de l'offre et celle de la demande se rencontrent, le rapport entre l'offre et la demande est complètement équilibré. La production est parfaitement égale à la consommation, et le prix du marché tout comme la quantité de production restent stables. Il y a un « équilibre du marché » qui n'est toutefois qu'une grandeur théorique. En réalité, la demande et l'offre excédentaires alternent en permanence. Ce phénomène est souvent décrit par l'expression « Le marché s'autorégule ».

II.7 PHENOMENE DE FLUCTUATION (VOLATILITE) :

La volatilité des prix, c'est la capacité des cours à fluctuer par rapport à leur trajectoire moyenne. On peut l'observer sur une journée, un mois, une année ou plus.

Attention, il ne faut pas confondre la volatilité des prix qui explique que les cours fluctuent dans un sens ou dans l'autre et la tendance qui n'est autre que le sens de variation du marché. Haussier – neutre ou baisser.

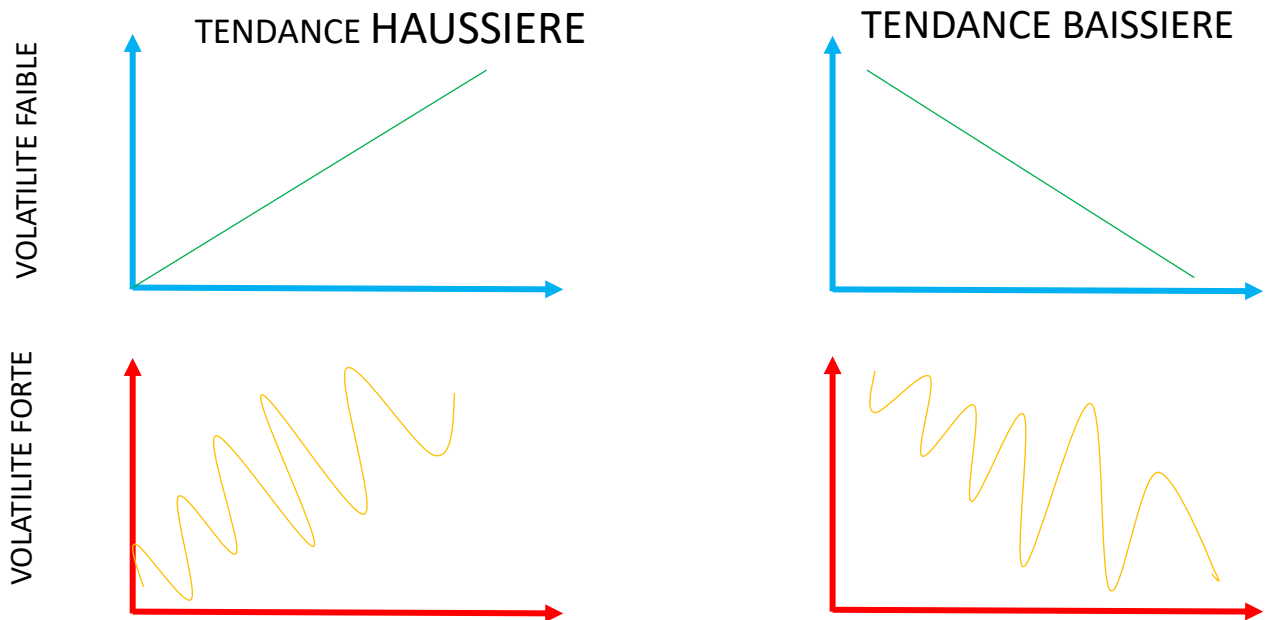


Figure 10 : phénomène de fluctuation [29]

La volatilité ce n'est pas non plus le niveau de marché. On peut avoir des prix bas ou des prix élevés, cela n'est pas la même chose que d'avoir un marché volatile.

Le lien entre la volatilité et le taux de change :

La volatilité mesure la dispersion des variations en pourcentage des cours de la devise étrangère exprimés en unités de monnaie nationale. En termes statistiques, c'est l'écart type ou la variance des taux de rentabilité. Plus cette volatilité est élevée, plus les chances de voir monter ou baisser le cours de la devise sous-jacente sont importantes. Les gains et les pertes potentiels sont plus

importants lorsque la volatilité est élevée. Cependant, la détention d'une option se traduit par une situation asymétrique par rapport aux gains et pertes, car les pertes sont limitées au montant de la prime alors que les gains potentiels sont illimités. Aussi, le détenteur d'une option à titre spéculatif se préoccupe uniquement des gains potentiels et, comme ces gains sont d'autant plus importants que la volatilité est importante, il est prêt à payer plus cher l'option [15]

Inconvénient : la volatilité génère de l'incertitude et donc du risque pour quiconque opère sur les marchés. Si subitement les cours s'effondrent ne serait-ce que quelques jours, le risque est de paniquer, de tomber dans le piège et de vendre au pire moment avant le rebond.

Avantage : la volatilité provoque aussi de belles opportunités à saisir sur les marchés. Si subitement les cours se mettent à s'envoler. En profiter pour vendre à un bien meilleur prix juste avant que le soufflé ne retombe améliorera fortement la moyenne de vente [16]

II.8 LES FACTURE QUI INFLUENCE LE MARCHE DE SUCRE

Analyse N°1 : le taux de change

Tout d'abord, il faudra bien entendu s'intéresser aux fluctuations du dollar américain sur le marché des changes. Rappelons que le sucre est coté en dollars et que donc, la valeur de cette devise va influencer la demande en provenance des autres pays qui dispose d'autres devises et qui vont chercher à bénéficier d'un taux de change avantageux. Les variations du réal brésilien sont également à suivre de près étant donné que ce pays est le premier producteur de sucre au monde. [17]

Analyse N°2 : protectionnisme (les tarif douanier)

Un autre élément à suivre dans le cadre de cette analyse concerne les financements publics puisque certains tarifs sont mis en place dans le but de protéger les producteurs en les poussant parfois à produire davantage de sucre que nécessaire sur le marché. Ainsi, ces subventions peuvent avoir une influence sur l'offre et donc indirectement influencer aussi sur les prix de cette matière première. [17]

Analyse N°3 : climat

On gardera aussi ici un œil sur les changements climatiques et les évènements météorologiques qui peuvent impacter les récoltes. Rappelons en effet que la production de sucre est très sensible au climat et demande beaucoup de soleil et de pluie. De mauvaises conditions météorologiques peuvent donc avoir un impact négatif sur cette production.

Analyse N°4 :

De la même manière, les préoccupations sanitaires autour du sucre et de ses méfaits pour la santé peuvent influencer le marché. Les recommandations sanitaires contre une trop grande consommation de sucre peuvent en effet avoir un impact sur la demande sur le long terme.

Analyse N°5 : production de l'éthanol

Enfin, un autre élément à suivre de près concerne la demande en éthanol car le sucre est aussi utilisé pour la production de cette énergie alternative.

III. CHAPITRE 3 : OUTILS ET METHODES

III.1 INTRODUCTION SUR ETUDE DE SAISONNALITE :

La théorie des séries chronologiques (ou temporelles) est appliquée de nos jours dans des domaines aussi variés que l'économétrie, la médecine ou la démographie. On s'intéresse à l'évolution au cours du temps d'un phénomène, dans le but de décrire, expliquer puis prévoir ce phénomène dans le futur. On dispose ainsi d'observations à des dates différentes, c'est à dire d'une suite de valeurs numériques indiquées par le temps

L'étude de la saisonnalité est un préalable au traitement d'une série chronologique. En effet, lorsque

Cette composante existe, il convient de l'isoler afin de pouvoir analyser les autres caractéristiques.

Une dessaisonnalisation systématique, sans tester l'existence de cette composante, peut créer un «
Bruit » parasite nuisible à l'analyse de la chronique et donc dégrader la qualité de la prévision.
Dans

Chapitre 4, nous allons, par conséquent, présenter les techniques permettant de tester l'existence
D'une composante saisonnière.

III.1.1 ANALYSE DE LA VARIANCE ET LE TEST DE FISHER

L'examen visuel du graphique ou du tableau ne permet pas toujours de déterminer avec certitude l'existence d'une saisonnalité, de surcroît il interdit l'automatisme de traitement qui peut s'avérer nécessaire dans le cas d'un nombre important de séries à examiner. Le test de Fisher à partir de l'analyse de la variance permet de pallier ces deux inconvénients. Ce test 1 suppose la chronique sans tendance ou encore sans extra-saisonnalité. Dans le cas contraire, cette composante est éliminée par une régression sur le temps (extra-saisonnalité déterministe), ou par une procédure de filtrage (extra-saisonnalité aléatoire). [18]

Soit :

N : le nombre d'années,

P : le nombre d'observations (la périodicité) dans l'année (trimestre $p = 4$, mois $p = 12$, etc.).

X_{ij} la valeur de la chronique pour la i ème année ($i = 1, \dots, N$) et la j ème période ($j = 1, \dots, p$) supposée telle que $x_{ij} = m_{ij} + e_{ij}$; les e_{ij} sont les résidus considérés comme aléatoires formés d'éléments indépendants : $e_{ij} \rightarrow N(0 ; \sigma^2)$.

Les m_{ij} sont les éléments d'une composante de la chronique qui s'écrivent : $m_{ij} = a_i + b_j$ avec b_j qui mesure l'effet période en colonne du tableau et a_i qui mesure l'effet année en ligne du tableau.

Deux effets absents sont testés contre deux effets significativement présents :

– si l'effet période (ici trimestre) est significatif, la série est saisonnière ;

– si l'effet année est significatif, ceci suggère deux interprétations.

• La chronique de départ n'a pas été transformée, elle possède alors des paliers horizontaux.

• La chronique a été transformée, des changements de tendance existent dans la chronique. [18]

1) Calcul de la variance totale du tableau

Soit S_T la somme totale des carrés :

$$S_T = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^P (x_{ij} - x_{..})^2 \text{ Avec}$$

$$x_{..} = \frac{1}{N \times P} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^P x_{ij} : \text{moyenne générale de la chronique sur les } N \times p \text{ observations.}$$

$$x_{i.} = \frac{1}{P} \sum_{j=1}^P x_{ij} : \text{moyenne de l'année } i$$

$$x_{.j} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ij} : \text{moyenne de la période } j$$

Comme $x_{ij} = m_{ij} + e_{ij}$ avec $e_{ij} \rightarrow N(0; \sigma^2)$ et $m_{ij} =$ effet période + effet année, nous obtenons :

$$\begin{aligned} S_T &= \sum_i \sum_j (x_{ij} - x_{..})^2 \\ &= \sum_i \sum_j [(x_{i.} - x_{..}) + (x_{.j} - x_{..}) + (x_{ij} - x_{i.} - x_{.j} + x_{..})]^2 \\ &= \sum_i \sum_j (x_{i.} - x_{..})^2 + \sum_i \sum_j (x_{.j} - x_{..})^2 + \sum_i \sum_j (x_{ij} - x_{i.} - x_{.j} + x_{..})^2 \\ &\quad + (\text{terme rectangle nul}) \end{aligned}$$

$$S_T = S_{\text{année}} + S_{\text{période}} + S_{\text{résidus}}$$

Le tableau ci-dessous présente les calculs intermédiaires avec les notations précédentes.

Tableau 2: Calculs des moyennes par année et période [18]

<i>Périodes</i> <i>Années</i>	<i>I</i>	...	<i>J</i>	...	<i>p</i>	<i>Moyennes</i> <i>années</i>
<i>1</i>	x_{11}		x_{1j}		x_{1p}	
...						
<i>i</i>	x_{i1}		x_{ij}		x_{ip}	$x_{i.} = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p x_{ij}$
...						
<i>N</i>	x_{N1}		x_{Nj}		x_{Np}	
<i>Moyennes</i> <i>périodes</i>			$x_{.j} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ij}$			$x_{..} = \frac{1}{Np} \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^N x_{ij}$

Nous utilisons ces résultats pour effectuer l'analyse de la variance de la série (Tableau 2).

Tableau 3: Analyse de la variance pour détecter une saisonnalité [18]

Somme des carrés	Degré de liberté	Désignation	Variance
$S_p = N \sum_j (x_{.j} - x_{..})^2$	$p - 1$	Variance Période	$V_p = \frac{S_p}{p - 1}$
$S_A = P \sum_i (x_{i.} - x_{..})^2$	$N - 1$	Variance Année	$V_A = \frac{S_A}{N - 1}$
$S_R = \sum_i \sum_j (x_{ij} - x_{i.} - x_{.j} + x_{..})^2$	$(p - 1) \times (N - 1)$	Variance Résidu	$V_R = \frac{S_R}{(p - 1)(N - 1)}$
S_T	$N \times p - 1$	Variance Totale	$V_T = \frac{S_T}{N \times p - 1}$

Partir de ce tableau , nous pouvons construire les tests d'hypothèses

2) Test de l'influence du facteur colonne, la période (mois ou trimestre : H_0 = pas d'influence)

Calcul du Fisher empirique $F_C = \frac{V_P}{V_R}$ que l'on compare au Fisher lu dans la table

$F_{v_1:v_2}^\alpha$ à $v_1 = p - 1$ et $v_2 = (N - 1)(p - 1) =$ degrés de liberté

Si le Fisher empirique est supérieur au Fisher lu dans la table, on rejette l'hypothèse H_0 , la série est donc saisonnière.

3) Test de l'influence du facteur ligne, la tendance ($H_0 =$ pas d'influence du facteur année)

Calcul du Fisher empirique $F_C = \frac{V_A}{V_R}$ que l'on compare au Fisher lu dans la table

$F_{v_2:v_3}^\alpha$ à $v_3 = N - 1$ et $v_2 = (N - 1)(p - 1) =$ degrés de liberté.

Si le Fisher empirique est supérieur au Fisher lu, on rejette l'hypothèse H_0 , la série est donc affectée d'une tendance. [18]

III.1.2 LISSAGE MOYENNE MOBILE :

Les moyennes mobiles est une méthode permettent de lisser directement la série sans hypothèse a priori sur la forme du modèle sous-jacent. La méthode est donc utilisable quel que soit le modèle de décomposition. Pour cette raison, on classe ce type de lissage dans les méthodes non-paramétriques.

Le rôle de cette méthode : c'est un Outil simple à mettre en œuvre qui met en évidence l'allure de la tendance par suppression de la composante saisonnière et en atténuant le bruit.

Propriétés d'un lissage par moyennes mobiles :

- **Propriétés d'un lissage par moyennes mobiles :**

Si une série y_t possède une composante saisonnière de période p , l'application d'une moyenne mobile d'ordre p supprime cette saisonnalité. La série $mm_{p,t}$ ne possède plus de composante saisonnière de période p

- **Atténuation de la composante résiduelle :**

Par construction, une moyenne mobile consiste à faire des moyennes partielles (proche en proche). On obtient un "lissage" de la série. L'effet de la composante irrégulière est d'autant plus atténué que l'ordre de la moyenne mobile est plus grand.

- **Conservation de la tendance**

Pour des moyennes mobiles simples ou centrées, l'application d'une moyenne mobile d'ordre quelconque ne modifie pas une tendance constante. En particulier l'application cette méthode conserve une tendance linéaire. [18]

La série des moyennes mobiles d'ordre 'p', notée 'mm p,t', est la série des moyennes de 'p' observations consécutives et elle prend ses valeurs aux dates moyennes correspondantes.

Plus précisément, on calcule les moyennes de « p » termes consécutifs.

Si p est impair : $p = 2k + 1$, la série est calculée aux mêmes instants que les observations initiales :

Formule de la moyenne mobile d'ordre impair

$$mmp, t = \frac{1}{p} \sum_{i=-k}^k Y_{t+i}$$

III.2 L'ANALYSE TEMPORELLE ET FREQUENTIELLE

On peut diviser l'analyse de systèmes linéaires en deux grandes classes :

L'analyse temporelle où l'on observe le comportement du système en fonction du temps,
L'analyse fréquentielle où la variable de contrôle est la fréquence. [19]

Dans le domaine temporel : Le domaine temporel utilisée pour analyser les données. En termes vagues, l'analyse du domaine temporel consiste à analyser les données sur une période donnée.

Le domaine de fréquence pour analyser les données. Cela fait référence à l'analyse d'une fonction mathématique ou bien d'un signal par rapport à la fréquence.

Quelle est la différence entre le domaine de fréquence et le domaine de temps :

L'analyse du domaine de fréquence est utilisée dans des conditions des processus tels que le filtrage, l'amplification et le mélange sont nécessaires.

L'analyse dans le domaine temporel donne le comportement du signal dans le temps, cela permet des prédictions et des modèles de régression pour le signal.

L'analyse du domaine de fréquence est utile pour créer des modèles d'onde souhaités tels que les modèles de bits binaires d'un ordinateur.

L'analyse dans le domaine temporel est utilisée pour comprendre les données envoyées dans tels modèles de bits au fil du temps.

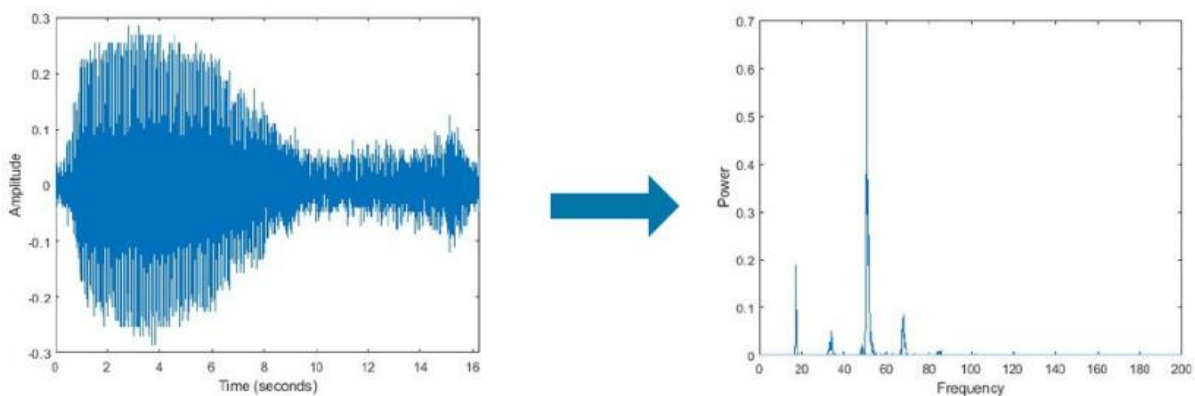
III.3 QU'EST-CE QUE LA FFT

Le transformé de Fourier :

La transformée de Fourier est une opération permet de représenter en fréquence (développement sur une base d'exponentielles) des signaux qui ne sont pas périodiques. Il s'agit de l'analogue des séries de Fourier pour les fonctions périodiques (développement sur la base de fonctions sinusoïdales). Une fonction non périodique pouvant là considérée comme une fonction dont la période est infinie. Ce passage à la limite nous fait passer des séries aux intégrales. La transformé de fourrier définie comme :

$$\hat{f}(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-ixt} f(x) dx.$$

Une transformée de Fourier rapide (FFT) est une implémentation hautement optimisée de la transformée de Fourier discrète (DFT), qui convertit des signaux discrets du domaine temporel au domaine fréquentiel. Les calculs FFT fournissent des informations sur le contenu fréquentiel, la phase et d'autres propriétés du signal. [20]



Graph 1 : transformée de Fourier rapide

III.4 THEOREME DE SHANNON

Dans le cas général, le théorème d'échantillonnage énonce que l'échantillonnage d'un signal exige un nombre d'échantillons par unité de temps supérieur au double de l'écart entre les fréquences minimale et maximale qu'il contient [21]

$$f_e > 2f_{max} \quad f_e : \text{fréquence d'échantillonnage}$$
$$f_{max} : \text{fréquence maximal}$$

III.5 RESEAU DE NEURONES

- Un réseau de neurones est un modèle informatique dont la structure en couches est similaire à la structure en réseau des neurones du cerveau, avec des couches de nœuds connectés. Un réseau de neurones peut apprendre à partir de données ; il peut ainsi être entraîné à reconnaître des tendances, classer des données et prévoir des événements à venir.
- Un réseau de neurones décompose les données en couches d'abstraction. Il peut être entraîné sur de nombreux exemples en vue de reconnaître des modèles au niveau de la parole ou des images, par exemple, à l'instar du cerveau humain. Son comportement est défini par la façon dont ses éléments individuels sont reliés et par la solidité (ou poids) de ces liaisons. Ces poids sont automatiquement ajustés au cours de l'entraînement selon une règle d'apprentissage spécifiée jusqu'à ce que le réseau de neurones exécute correctement la tâche souhaitée.
- Les réseaux de neurones sont particulièrement bien adaptés à la reconnaissance de formes pour identifier et classer des objets ou des signaux dans les systèmes de la parole, de la vision et du contrôle. Ils peuvent également être utilisés pour la prédiction et la modélisation de séries chronologiques

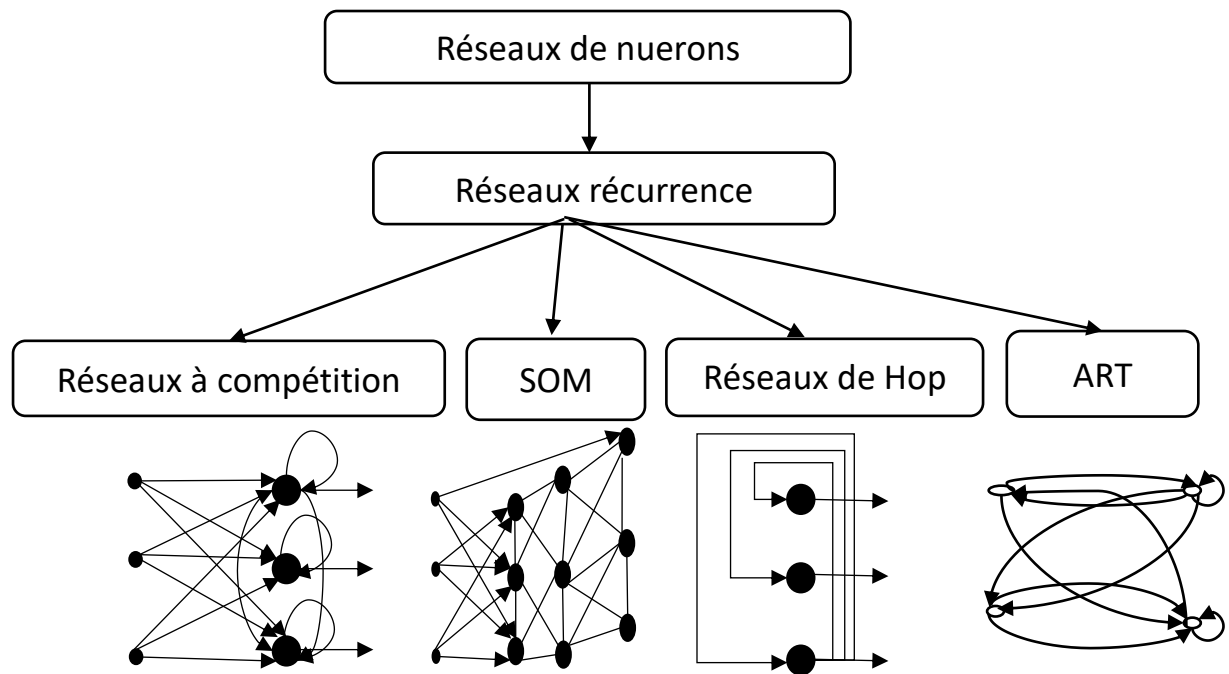


Figure 11 : RESEAU DE NEURONES [30]

III.6 LE DEEP LEARNING

Le deep learning est une méthode d'IA issue du concept de machine Learning. Cette méthode d'apprentissage dit profonde se base plus spécifiquement sur la notion de réseau de neurones artificiel.

De structure linéaire, un réseau de neurones artificiel se présente sous la forme d'un réseau d'ensembles d'unités d'exécution d'information (représentant les neurones) superposées en couches et liées entre eux via des connecteurs (les synapses). Partant de-là, il traite l'information à travers des modèles de propagation d'activations de ces unités, s'actionnent au-delà d'un certain seuil.

III.7 MATLAB

Pour notre cas d'étude on utilise Matlab comme logiciel de référence

III.7.1 Définition

- Matlab est un environnement de programmation orienté calcul numérique.
- Matlab est conçu pour l'analyse de données, la visualisation de graphiques, la génération de matrice, le développement d'algorithme ou le développement d'applications

III.7.2 LES CAS D'USAGE DE MATLAB

Les cas d'usage de Matlab sont nombreux. Le langage de programmation est notamment utilisé dans :

- Les systèmes de contrôle,
- Le machine et le deep Learning,
- La maintenance prédictive,
- Le traitement du signal et les séries temporelles,
- L'automatisation des tests,
- Les systèmes de télécommunication,
- La robotique.

IV. CHAPITRE 4 : MODELISATION ET MODELES

IV.1 INTRODUCTION

Dans ce chapitre nous allons présenter les différents résultats obtenus après utilisation des différentes méthodes citées au-dessus :

Nous allons effectuer une analyse des données en utilisant les Domain tempore et Domain fréquentielle pour voir si notre data Base elle admette une composant périodique ou non, mais avant, nous allons étudier la saisonnalité car c'est un préalable au traitement d'une série chronologique. Par conséquent, nous allons présenter les techniques permettant de tester l'existence d'une composante saisonnière.

En fin nous allons présenter un modèle de l'intelligence artificielle basé sur les réseaux de neurone récurrent.

IV.2 LA DETECTION DE LA SAISONNALITE

IV.2.1 LA REPRESENTATION GRAPHIQUE ET LE TABLEAU DE BUYS-BALLOT :

L'analyse graphique d'une chronique suffit parfois pour détecter une saisonnalité

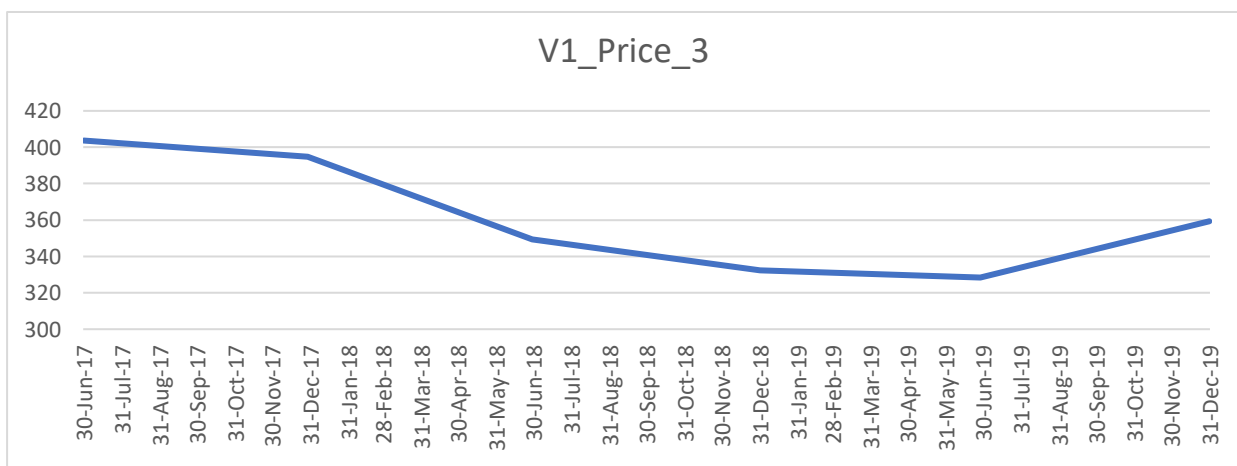


Figure 12: l'évolution de prix de sucre 2017-2019 [22]

Comme nous voyons ici pour une première vue on ne peut pas savoir sans doute si notre data Base admettre un comportement périodique ainsi une composant saisonnière. Le tableau de Buys-Ballot permet d'analyser plus finement l'historique, la figure ci-dessous présente le prix trimestriel du sucre

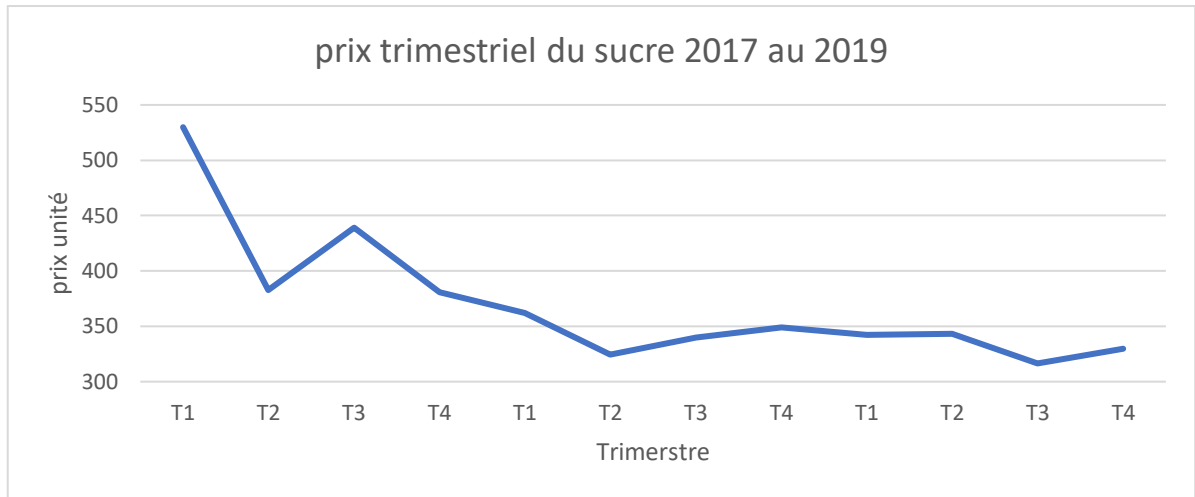


Figure 13 : prix trimestriel du sucre 2017 au 2019

Dans ce cas nous remarquons qu'il n'existe pas une saisonnalité rigide (indique un prix élevés chaque premier trimestre mais il n'est pas fort pour les deux dernières années).

Le tableau ci-dessous de Buys-Ballot est un tableau complet à deux entrées dans lequel sont consignées les valeurs de x_i . Il est constitué en ligne par les années et en colonne par le facteur à analyser (mois, trimestre ...). Les moyennes et les écarts types des années et des trimestres (ou des mois selon le cas) sont calculés ainsi que pour l'ensemble des observations de la chronique.

Date	T1	T2	T3	T4	Moyenne	Ecart type
2017	529.8828	382.9016	438.9177	380.6429	433.08624	69.934238
2018	361.8968	324.5141	339.746	349.18	343.83423	15.756658
2019	342.3063	343.4328	316.4492	329.7918	332.99505	12.644789
Moyenne	411.362	350.2828	365.0377	353.2049	Moyenne Générale	Écart type Général
Écart type	84.18763	24.32375	53.09981	20.95403	369.97184	57.758423

Tableau 4: répartition du prix de sucre selon Buys-Ballot

Nous pouvons alors classer les trimestres pour chaque année par valeurs décroissantes (tableau).

Années				
2017	T1	T3	T2	T4
2018	T1	T4	T3	T2
2019	T2	T1	T4	T3

Tableau 5: persistance des trimestres

La lecture du tableau indique persistance du trimestre T1 à se classer en première position pour les deux années 2017 et 2018 mais pas pour l'année 2019, ce que nous conduit à la non-existence d'une saisonnalité rigide.

On passe à l'analyse de la variance et test de Fisher

IV.2.2 ANALYSE DE LA VARIANCE ET TEST DE FISHER :

Dans notre cas L'examen visuel du graphique ou du tableau ne permet pas de déterminer avec certitude l'existence d'une saisonnalité. Le test de Fisher et avec l'analyse de la variance permet de pallier ces inconvénients.

Ce test 1 suppose la chronique sans tendance ou encore sans extra-saisonnalité. Dans le cas contraire cette composante est éliminée par une régression sur le temps (extra-saisonnalité déterministe), ou par une procédure de filtrage (extra-saisonnalité aléatoire).

1) En premier temps on calcule les moyennes par années et période :

Années	Périodes	T1	T2	T3	T4	Moyennes années	.
2017	1	529.8828	382.9015625	438.9177	380.6429	433.0862435	
2018	2	361.8968	324.5140625	339.746	349.18	343.8342299	xi.
2019	3	342.3063	343.4328125	316.4492	329.7918	332.9950489	
	Moyennes périodes	411.362	350.2828125	365.0377	353.2049	369.9718408	
			x.j				

Tableau 6 : moyennes par année et période

2) Analyse de la variance pour détecter une saisonnalité et/ou tendance :

.	Somme des carrés	Degré de liberté	Désignation	Variance
S _P	7218.838692	3	Variance Période (V _P)	2406.27956
S _A	24135.54268	2	Variance Année (V _A)	12067.7713
S _R	4643.098664	6	Variance Résidu (V _R)	773.849777
S _T	40032.42475	11	Variance Totale (V _T)	3639.31134

Tableau 7: la variance

- 3) Test de l'influence du facteur colonne, la période (mois ou trimestre : H_0 = pas d'influence)

Au départ en calcul du Fisher empirique F_c :

$$F_c = \frac{v_p}{v_R} = \frac{2406.27956}{773.84977}$$

$$F_c = 1.66$$

Puis en le compare au Fisher lu dans la table $F_{v_1, v_2}^\alpha = F_{3:6}^{0.05} = 4.76$

D'où le test de saisonnalité : $F_c < F_{3:6}^{0.05}$ la on accepte l'hypothèse H_0 , la série est donc non saisonnière

- 4) Test de l'influence du facteur ligne, la tendance (H_0 = pas d'influence du facteur années)

Au départ en calcul du Fisher empirique F_c :

$$F_c = \frac{v_A}{v_R} = \frac{12067.7713}{773.84977}$$

$$F_c = 8.43$$

Puis en le compare au Fisher lu dans la table $F_{v_1, v_2}^\alpha = F_{2:6}^{0.05} = 5.14$

D'où le test de saisonnalité : $F_c > F_{2:6}^{0.05}$ la on rejette l'hypothèse H_0 , la série est donc affectée d'une tendance.

IV.2.3 ETUDE TEMPORELLE ET FREQUENTIELLE DES DONNEES

Dans ce qui suit nous allons faire une étude temporelle et fréquentielle à la base des données récoltées au niveau de bourse de London [c] [annexe 4], et Cevital agro-industrielle (pour des raisons de confidentialité c'est ne seront pas affichés exclusivement.)

Avant de se lancer il faut avoir sur quelle base de données on va effectuer cette analyse, comme nous avons cité ci-dessous le prix de sucre brut (cane à sucre) est la première variable il y'en a d'autre que on va les rassembler dans la table suivante :

Variable	Premier années	Deuxième années	Troisième années
Prix de la canne à sucre	2017	2018	2019
Prix de oil (Brent)	2017	2018	2019
Parité (USD, BRL)	2017	2018	2019

Tableau 8: les variables par année

Un échantillon de tous ces variables vous les trouverez dans la partie annexe (pour plus de détaille veuillez accéder au site de investigation.com)

- 1) **Etude temporelle** : cette partie consiste à analyser les données sur une période donnée. Dans notre cas sur une période de trois années allons de 2017 jusqu'au 2019, pour ce faire nous utilisant Matlab pour un traitement plus efficace et plus rapide.

Le Script suivant nous montre comment procédé pour faire cette analyse sur Matlab.

```
load Price;
load Date;
xn = Price;
tn = Date;
[pks, locs] = findpeaks(xn, 'MinPeakDistance',50 );
plot(tn, xn);
hold on
plot(tn(locs), pks, 'vr', 'MarkerFaceColor', 'r', 'MarkerSize', 6);
xlabel days, ylabel Price, axis tight
grid on
cycle = diff(locs);
meancycle = mean(cycle);
display(sprintf('la moyenne de cycle est %f', meancycle));
```

Les résultats de ce Script est les suivant :

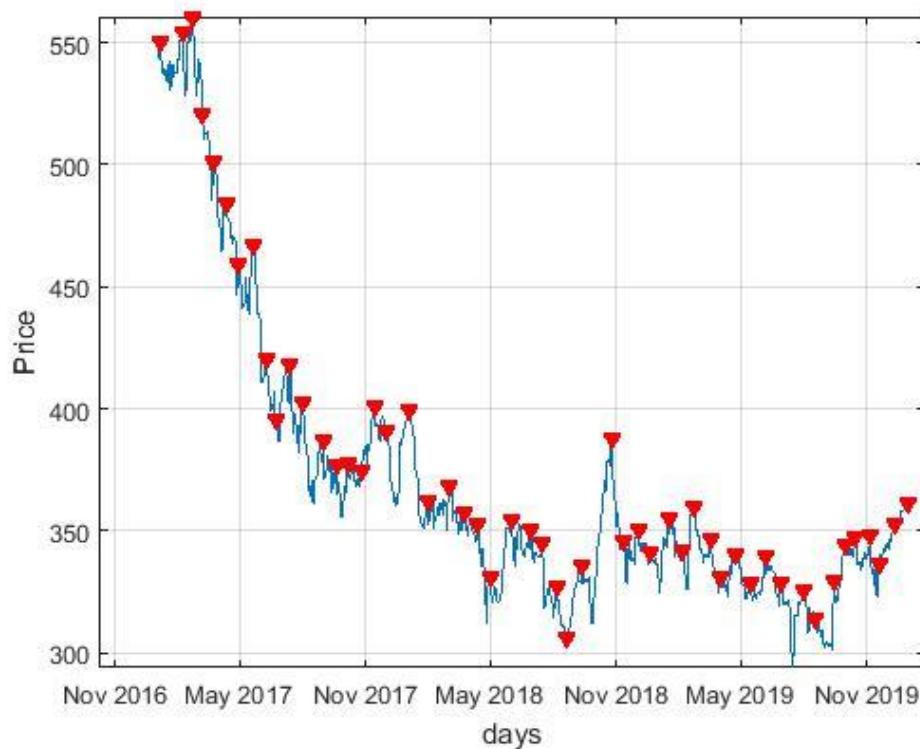


Figure 14: Graphe piques des prix

La figure 14 précision les Pics sur l'ensemble de ces données. Dans notre exemple et pour une analyse plus correcte nous indiquant les pics chaque 10 point de données.

Justification : cet intervalle est près suivi à une étude qui graphique cela dépende de l'Alleur et la tendance de la courbe.

Les résultats obtenus pour la moyenne de la différence entre les pics sont :

La moyenne de cycle est 14.862745

2) Etude fréquentielle:

Pour cette étude nous allons analyser ces données à partir du Domain fréquentielle, pour ce faire on utilise la transformer de fourrier rapide FFT sous Matlab. Le Script suivant montre la procédure pour faire cette analyse :

Etude fréquentielle

```

Fs= meancycle; Nf = 762*2;
df= Fs/Nf; f=0:df:Fs/2-df;
trSpots=fftshift(fft(xn-mean(xn),Nf));
dBspots=20*log10(abs(trSpots(Nf/2+1:Nf)));
plot(f,dBspots);
xlabel 'Frequency (days)' ,ylabel 'FFT (db)'
[pk,MaxFreq]=findpeaks(dBspots , 'NPeaks',1,'SortStr','descend');
hold on, plot(f(MaxFreq),pk,'or'), hold off

period = 1/f(MaxFreq);
display(sprintf(' the max frequency is %f, and his period is %f', f(MaxFreq), period));

```

Représentation graphique :

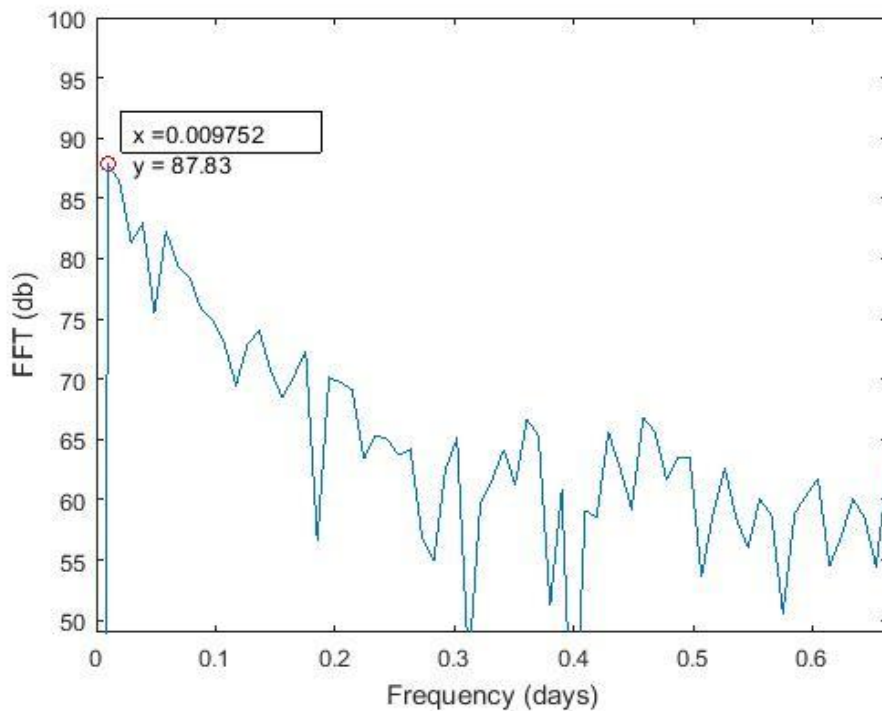


Figure 15: Graphe FFT = f(Fréquence)

Ce graph nous présent la transformé de fourrier de prix en fonction de la fréquence, et d'une part il nous donne la maximum valeur pour l'FFT et cela nous indique la fréquence la plus répétitive qui est 0.009752, avec une période de 102.53

the max frequency is 0.009752, and his period is 102.538259

Ici cette période est calculée à base des points introduits mais si on fait une estimation sur la période en fonction des jours on trouve une valeur de :146 jours.

Même procédure pour l'analyse des autres variables, On trouve :

Variable 02 : la parité USD et BRL.

Etude temporelle :

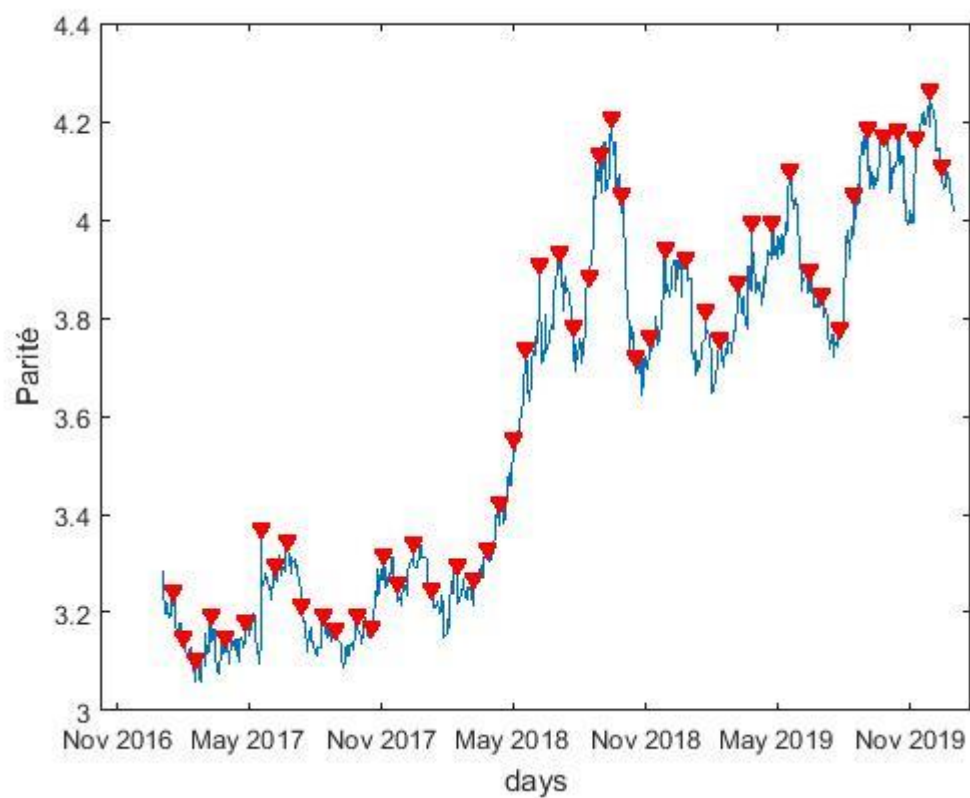


Figure 16: Graphe des pics parité - jours

Etude fréquentielle :

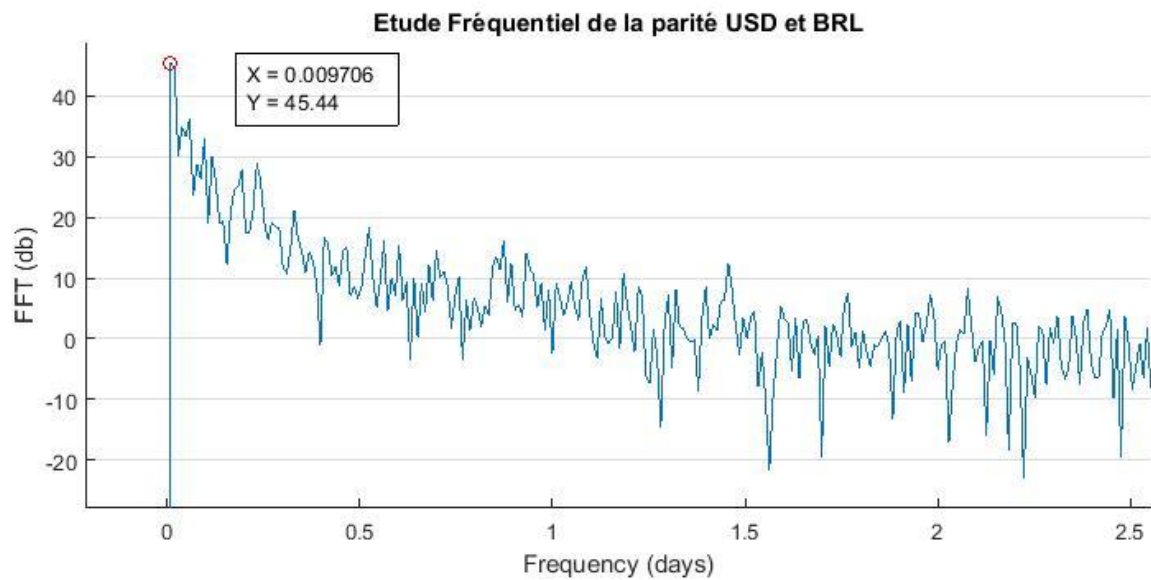


Figure 17 : Graphe FFT = f(jours)

Variable 3 : Prix de Brent oil.

Etude temporelle :

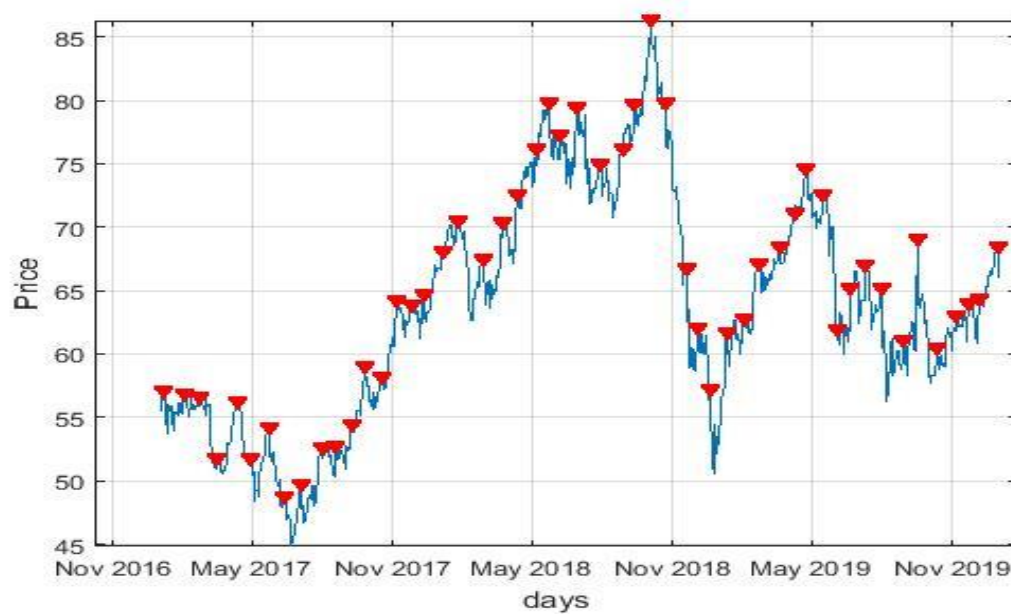


Figure 18: Graphe des pics Brent oil

Etude fréquentielle :

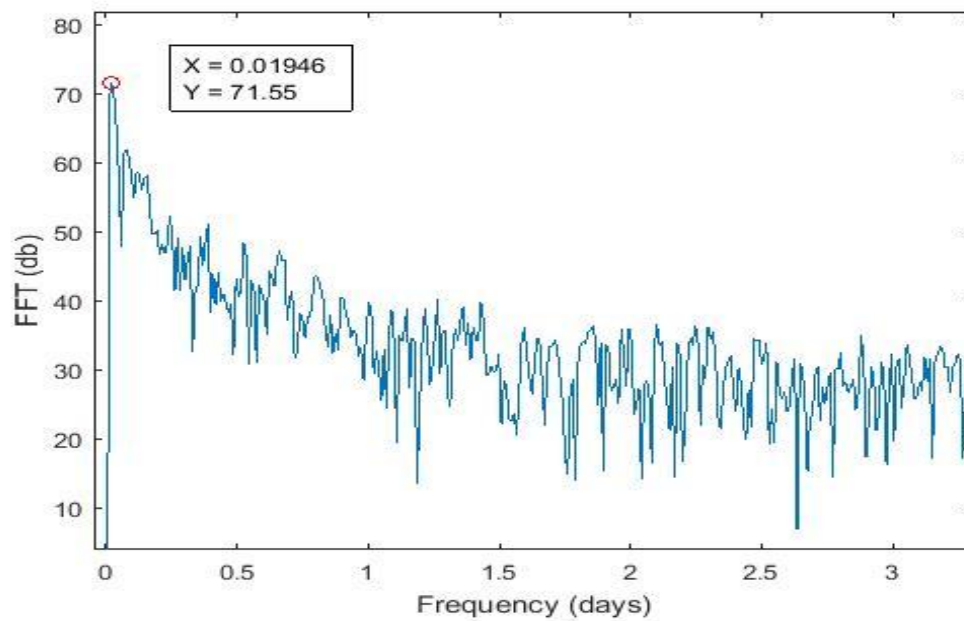


Figure 20: Graphe FFT = f (fréquence)

Le tableau suivant récapitule les analyses des variables précédant :

Analyse	Variable	V1	V2	V3	V.Cevital
-	Nombre des effective	761	782	774	106
-	Nombre de jours dans le moins	21	22	21	3
Temporelle	La moyenne des cycle	14.86275	15.18	15.05882	13.428571
Fréquentiel	Fréquence	0.009752	0.009706	0.019456	0.06275
-	Période (point)	102	103	51	15
-	Période (jours)	145	140	72	150

Tableau 9: analyse des variables

Conclusion sur les résultats :

Les résultats obtenus au niveau du tableau précédent montrent une forte ressemblance en allure entre les deux premiers variable V1 (prix de sucre) et la deuxième Variable V2 (parité USD et BRL) sur la base de période calculé donc une période de 145 jours pour V1 et 140 jours pour V2. Mais à propos de Prix de Brent (Oil) la période est de 72 jours qui est presque la moitié de la période de deux variables précédant qui n'a pas les mêmes fluctuations. La cause est que cette variable est dépendue ne seulement de V1 et V2 mais par d'autre facteur économique)

IV.2.4 CONCLUSION :

Pour ce qui concerne les données de Cevital sa période est proche à celle de prix de London 'sucre' avec une période de 150 jours, qui nous prouve la relation solide entre ces deux variable (V1 et V2)

IV.3 MODELE

La prédiction est une sorte de filtrage dynamique, dans lequel les valeurs passées d'une ou plusieurs séries chronologiques sont utilisées pour prédire les valeurs futures. Les réseaux de neurones dynamiques, qui comprennent des lignes à retard taraudées, sont utilisés pour le filtrage et la prédiction non linéaires

Présentation du modèle utilisé pour la prédiction de prix de sucre :

Nous allons dans cette partie présenter le meilleur modèle trouvé de prédiction de prix de sucre, à la base des études précédentes, il s'agit d'un modèle à base de réseau de neurone récurrent (RRN) : dans ce qui suit nous décrivons la procédure suivie pour l'implémenter sur Matlab :

Cet outil vous permet de résoudre trois types de problèmes de séries temporelles non linéaires. Nous on choisirons NARX (Nonlinear autoregressive with External (Exogenous) input) :

$$y(t) = f(x(t-1), \dots, x(t-d), y(t-1), \dots, y(t-d))$$

Préalable pour l'implémentation d'un réseau de neurones récurrent :

Préparation des données :

Les données utilisées dans notre étude sont récupérées de la base de données de la bourse de London, sous forme brutes, pour pouvoir les utiliser il faut :

Éliminer toutes les redondances qu'il existe au niveau de ces données

Filtrer ces données sur la base des dates pour avoir une liste des données fiables, là on utilise le filtre de moyenne mobile pour lisser (sous Matlab avec smooth)

Normaliser les données pour une interprétation des résultats (pour une analyse graphique)

Lissage des données

Après le choix de réglage des données d'entrées le réseau définit la base de données de validation et test data : prévoir des délais cibles pour la validation et les essais

Trois types de délais cibles :

Données d'entraînement (Training) : Ceux-ci sont présentés au réseau pendant la formation, et le réseau est ajusté en fonction de son erreur.

Données de validation (Validation) : Ceux-ci sont utilisés pour mesurer la généralisation du réseau, et pour arrêter la formation lorsque la généralisation cesse de s'améliorer

Données de test (testing) : Ceux-ci n'ont aucun effet sur la formation et fournissent donc une mesure indépendante de la performance du réseau pendant et après la formation

IV.3.1 RNN_V1 :

Pour un premier temps on utilise un modèle basé sur la prédiction des séries temporelles dont la variable utilisée est :

Input : nombre des points utilisés

Target : le prix de sucre en 2017

Chapitre V : Modalisation et Modèles

La majorité des articles vue dans la partie recherche bibliographie chapitre IV ont utilisé des modèles de prédiction basés sur une variable qui est le nombre de points (jours), à ce titre nous commençons par une simulation à base de la même variable.

L'entraînement va être à la base de l'année 2017 à titre d'exemple (on peut prendre d'autres données mais dans notre cas nous avons 3 années d'études 2017,2018, 2019).

Pour ce cas de figure nous avons cette présentation

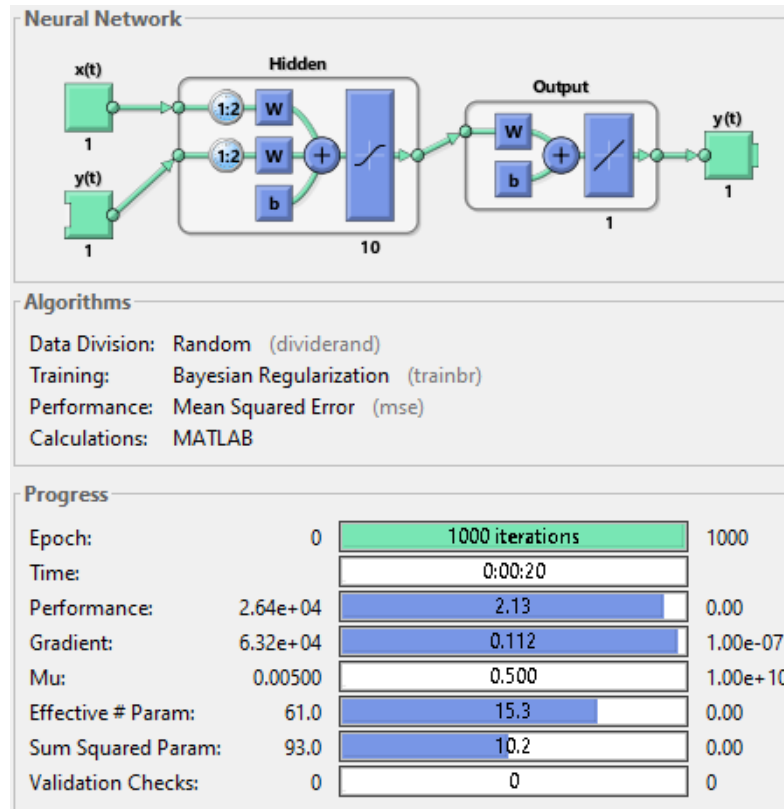


Figure 21: apprentissage de réseaux de neurones RNN V1

Le résultat obtenu suit à un réseau RNN V1 sont les suivants :

La performance de training :

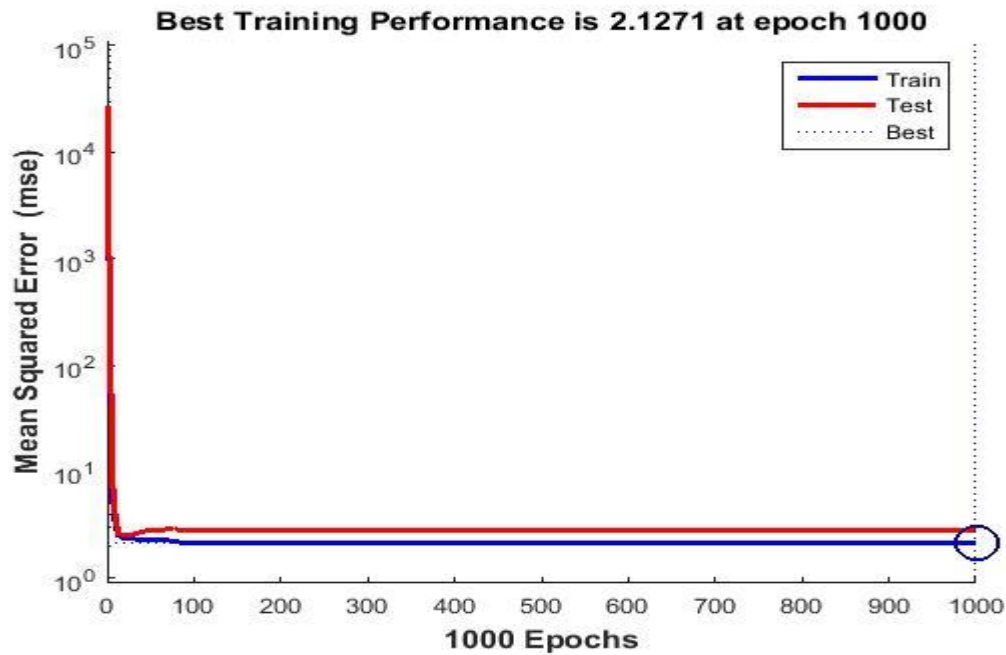


Figure 22: performance de training RNN V1

Réponse de l'entraînement :

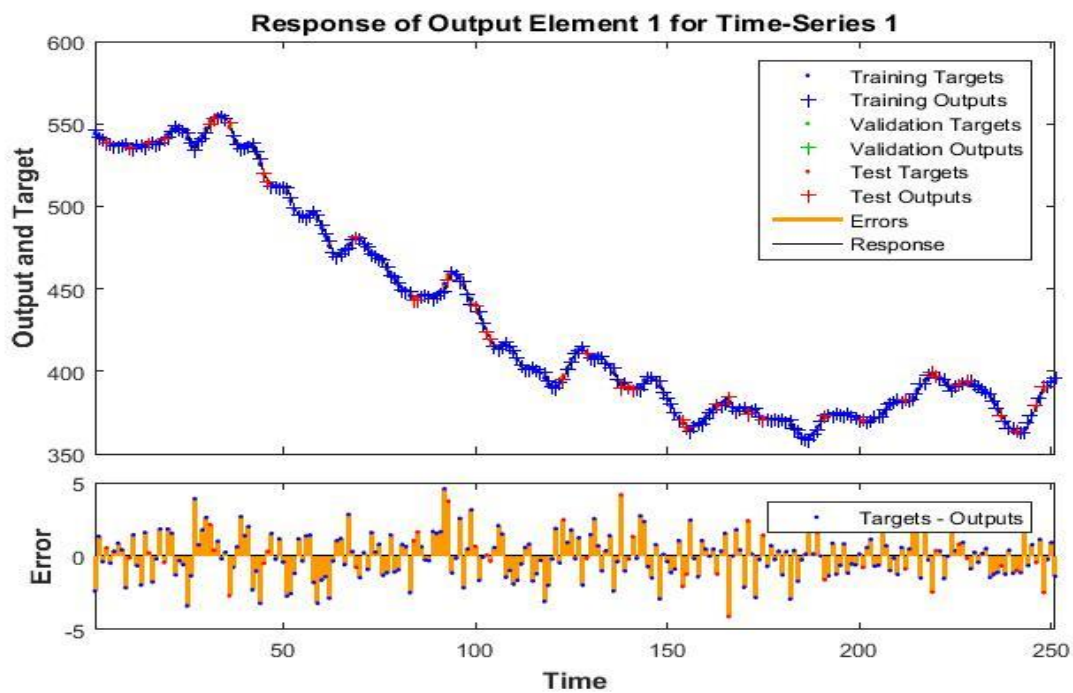


Figure 23: Réponse de l'entraînement V1

Réponse de prédiction pour l'année 2018 :

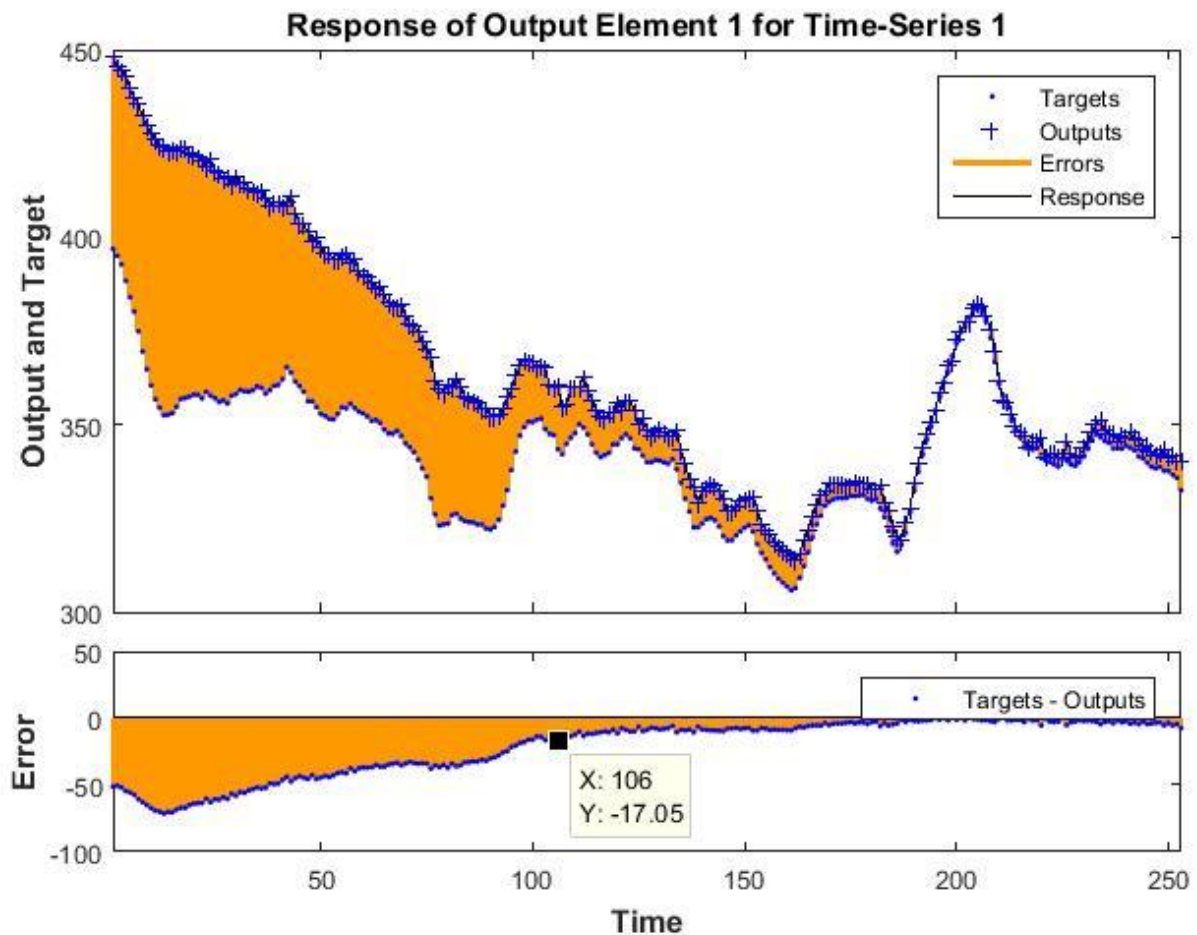


Figure 24: Graphe Réponse de prédiction

D'après les résultats générés par ce modèle, nous nous posons les deux questions suivantes :

- 1) Comment faire une prédiction date avec une bonne précision (si on suit le modèle RNN V1 il ne contient que des nombres de points comme input)
Après le test de ce modèle (base de prix 2018) nous avons des erreurs importantes surtout dans les trois premiers mois (de l'ordre de 50 USD), est ce qu'on peut faire mieux ?

IV.4 RNN V2 :

Afin de répondre aux deux points précédents nous avons élaboré un deuxième modèle qui prédit le prix d'une Date T en prenant en compte une série de prix des jours précédents ;

Le résultat obtenu suit à un réseau RNN V2 sont les suivants :

Structure de réseau RNN V2 :

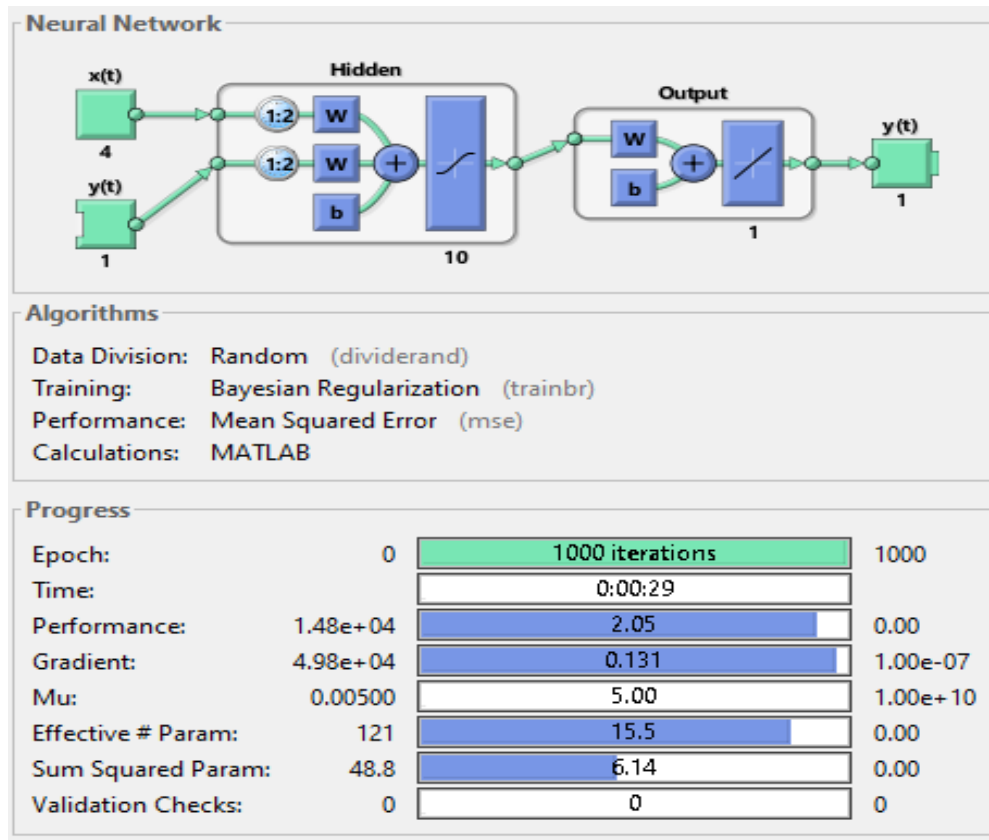


Figure 25 apprentissage réseau de neurones RNN V2

Performance d'entraînement :

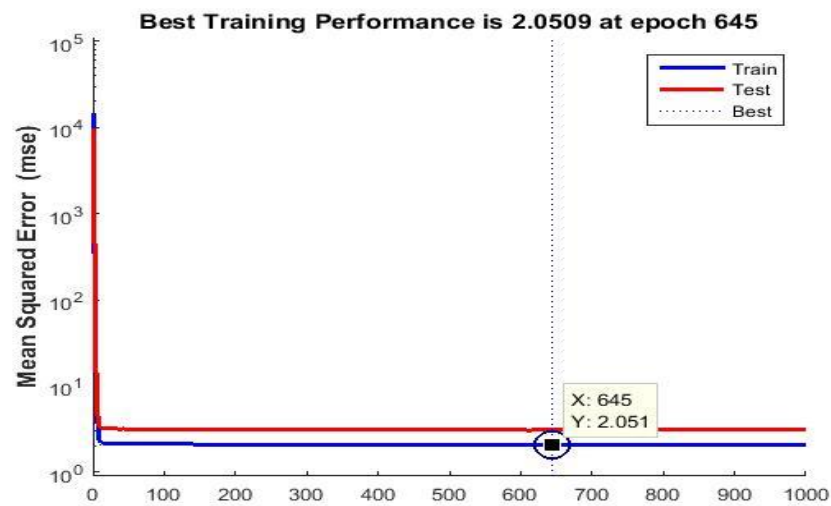


Figure 26 : performance de training RNN V2

Réponse de l'entraînement :

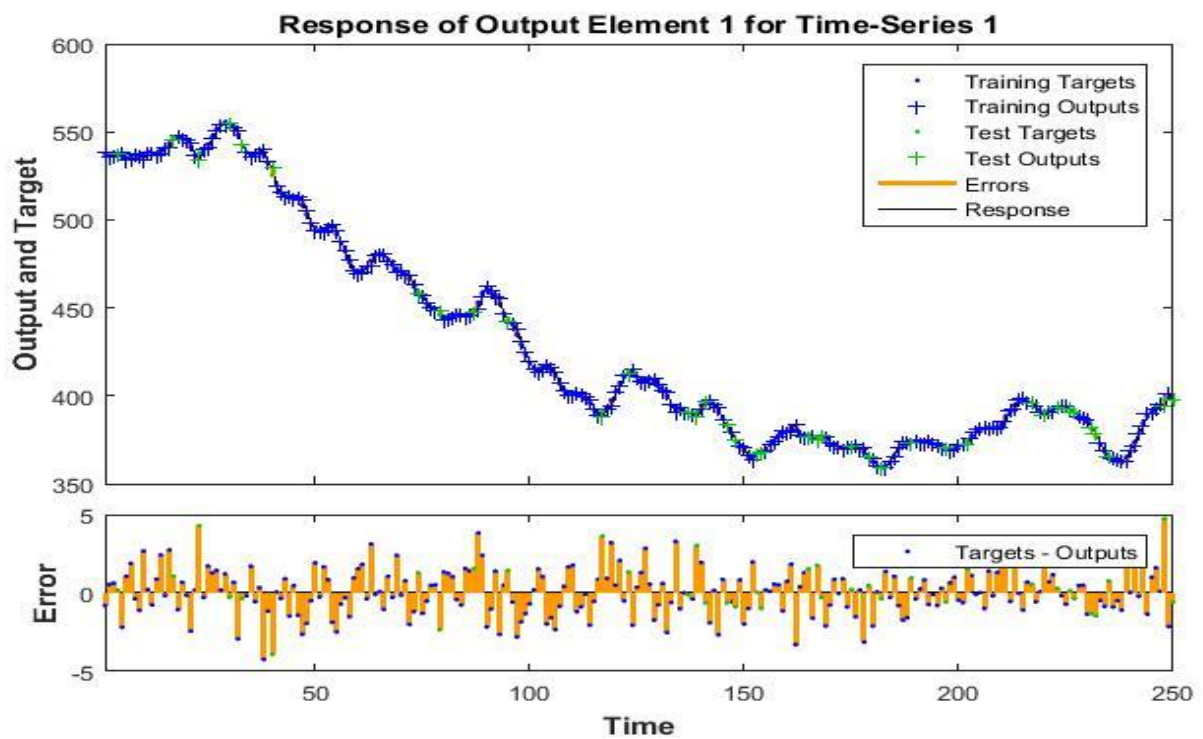


Figure 27: réponse d'entraînement V2

Réponse de prédiction des prix pour l'années 2018 :

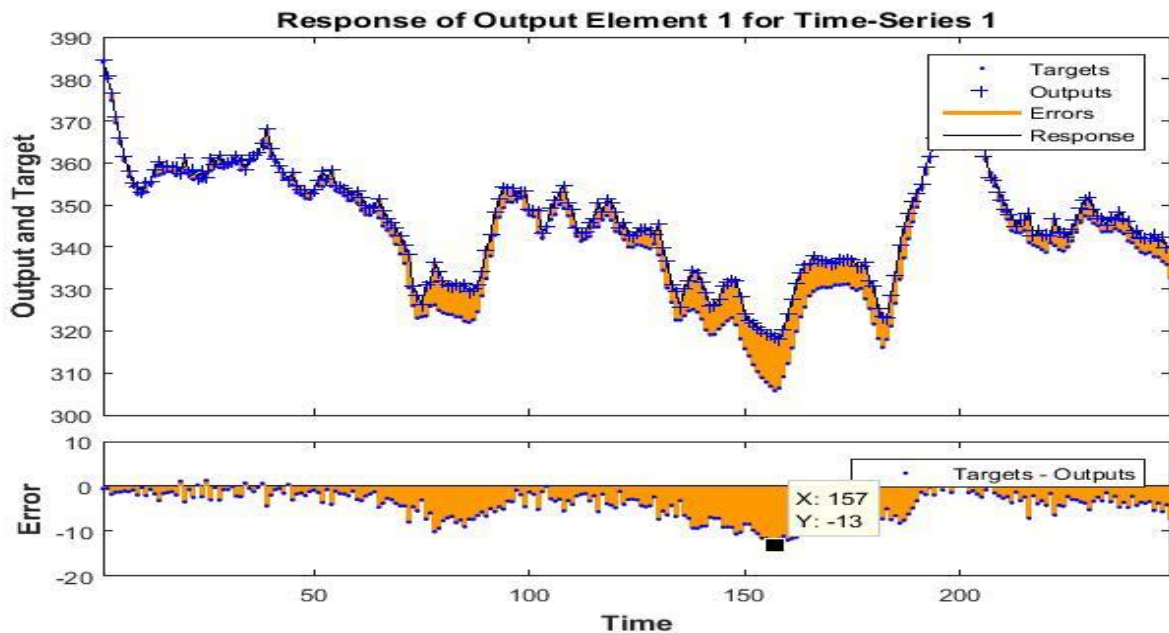


Figure 28: réponse 2018

Les résultats de ce RNN V2 répondent à nos objectifs posés au niveau de RNN V1

Pour le problème d'estimation pour une telle date T on peut les prédire si nous avons les prix des trois toujours qui les précède cette date (T-1, T-2, T-3, T-4)

Pour les erreurs, ils sont réduits de 70% par rapport au premier modèle de prédiction RNN V1 (une erreur de 50 USD (RNN V1) vers une erreur de 15 USD (RNN V2).

Pour une prédiction de T+1 on peut implémenter les prix qui précèdent cette date T (T-1, T-2, T-3) on aura un prix prédit proche au notre objectif (Target.).

A ce moment, un autre problème d'une dimension plus élevée se pose :

- 1) Si nous voulions prédire le prix d'une date T+d (d = (1, 2, n)).

Conclusion :

C'est deux modèles nous démontrent que la structure des données a un impact crucial sur les résultats et que l'ajouts des variables représentatifs (un suit des données) nous rendre notre résultat plus fiable.

Nous devons donc travailler sur d'autre modèles avec plus de variables.

IV.5 RNN_V3 :

4) Pour répondre à la problématique précédant nous proposant une amélioration sur le modèle RNN_V2, cette amélioration consiste à élaborer pour chaque date $T+d$ ($d : \{1, 2, \dots, n\}$) un modèle qui lui correspondant, son principe repose sur :

Modèle 1 : prédiction sur une Journée ($T+1$) c'est le même RNN_2 :

La structure de réseau est la suivant :

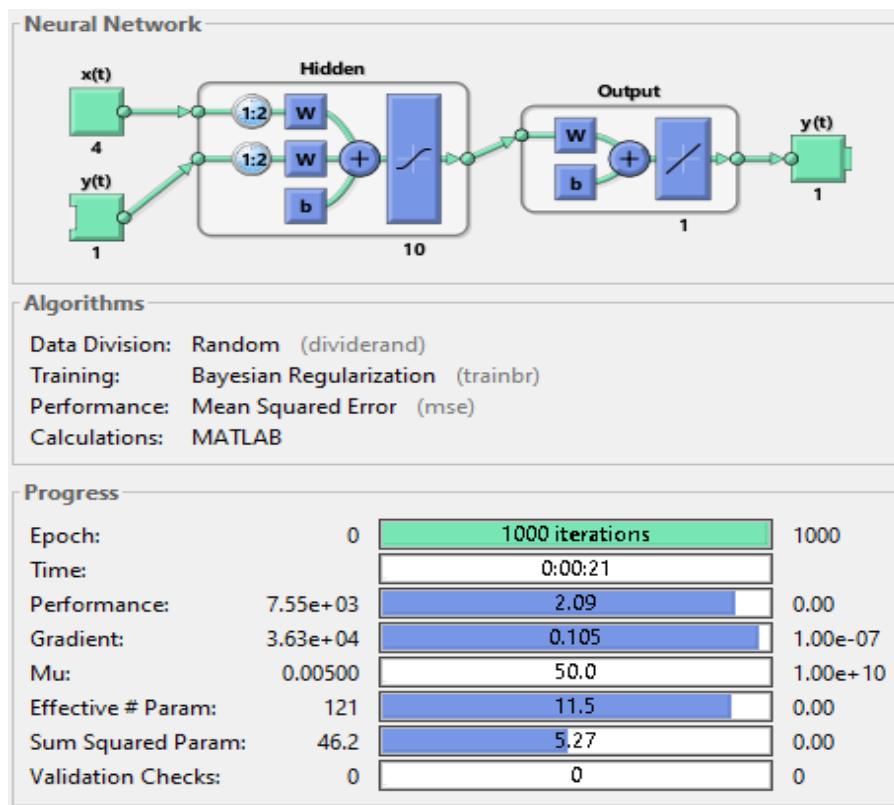


Figure 29: La structure de réseau

Après l'apprentissage de modèle nous obtenue les résultats suivants :

La performance est :

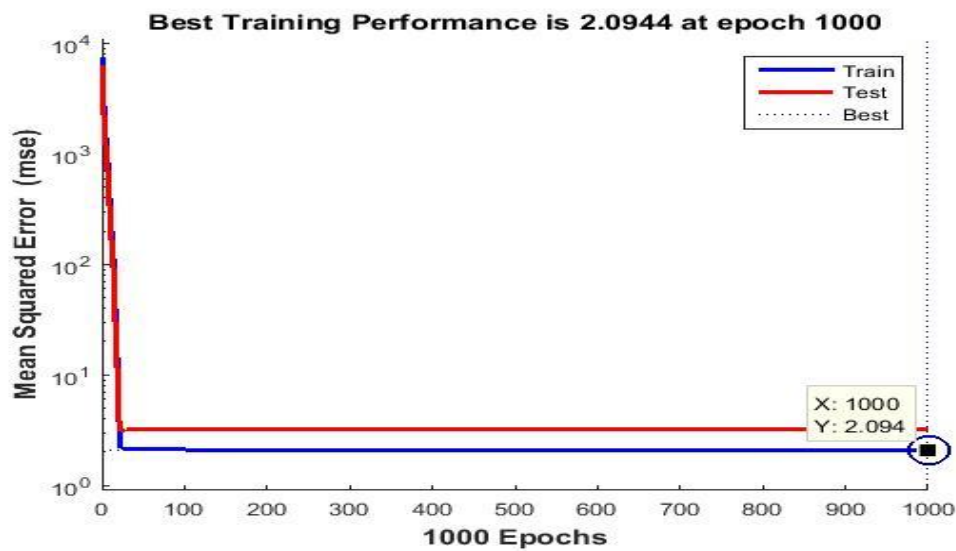


Figure 30: performance

Après le test de modèle sur la base des données 2018 et 2019 :

Test sur la base des prix de l'années 2018 :

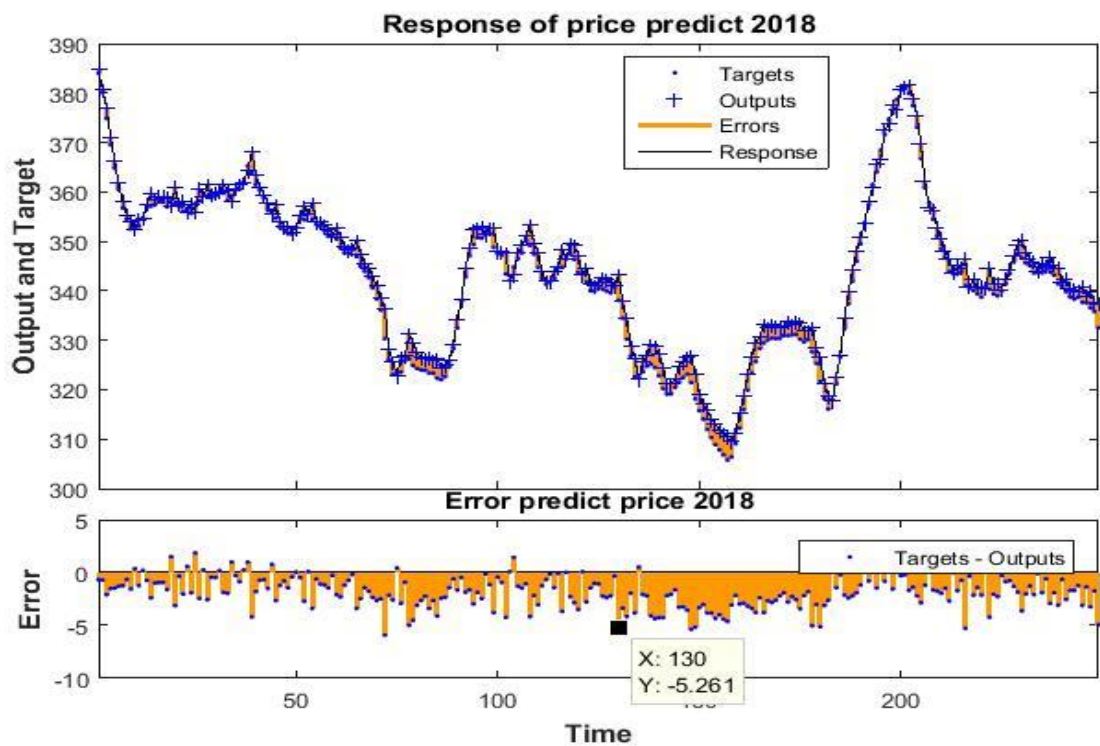


Figure 32: Graphe de réponse 2018

Observation : pour les deux années nous avons une erreur tolérable d'une moyenne de 7 USD qui nous ramène à dire que le modèle implémenté pour la prédiction d'un jour est fiable.

Modèle 2 : prédiction sur 2 jours (T+2) :

La performance de la structure de réseau :



Figure 33: Graphe de performance

Après l'apprentissage de modèle nous obtenue les résultats suivants :

Test sur la base des prix de l'années 2018/2019 :

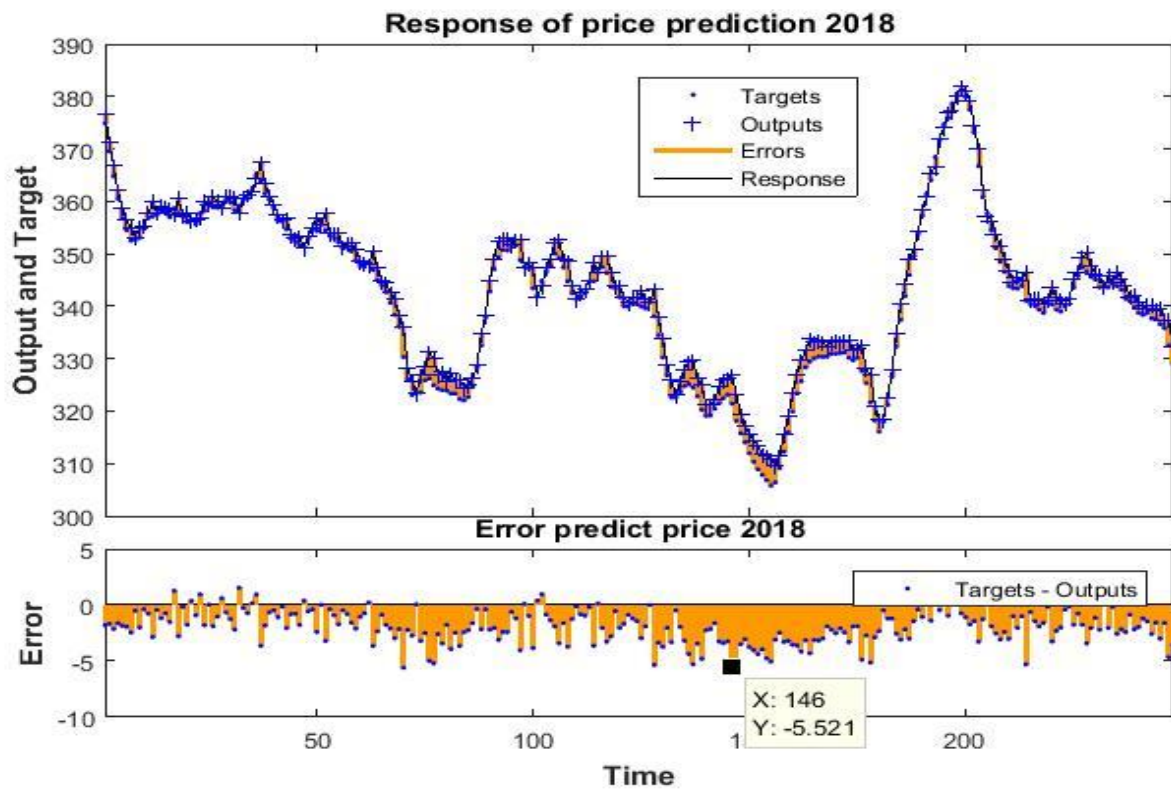


Figure 34: prédiction de prix 2018

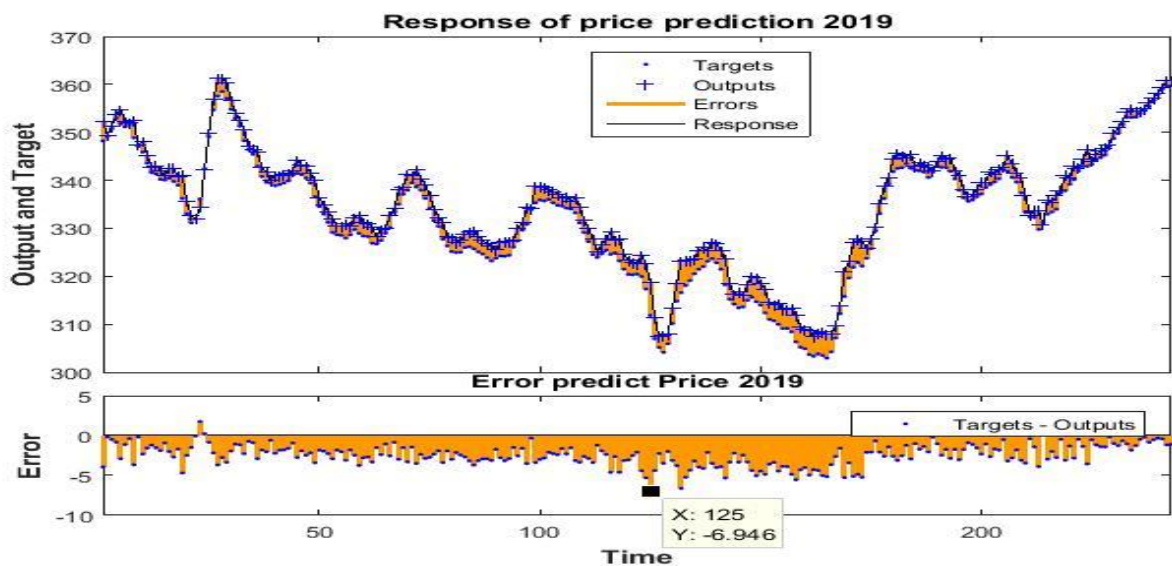


Figure 35: pridiction des prix 2019

Observation : pour les deux années nous avons une erreur tolérable d'une moyenne de 6 USD qui nous ramène à dire que le modèle implémenté pour la prédiction d'un jours est fiable.

Modèle 3 : prédiction sur 3 jours (T+3)

La structure de ce réseau nous donne les résultats suivants :

Après l'apprentissage de modèle nous obtenue les résultats suivants :

La performance est :



Figure 37: performance

Après le test de modèle sur la base des données 2018 et 2019 :

Test sur la base des prix de l'années 2018 :

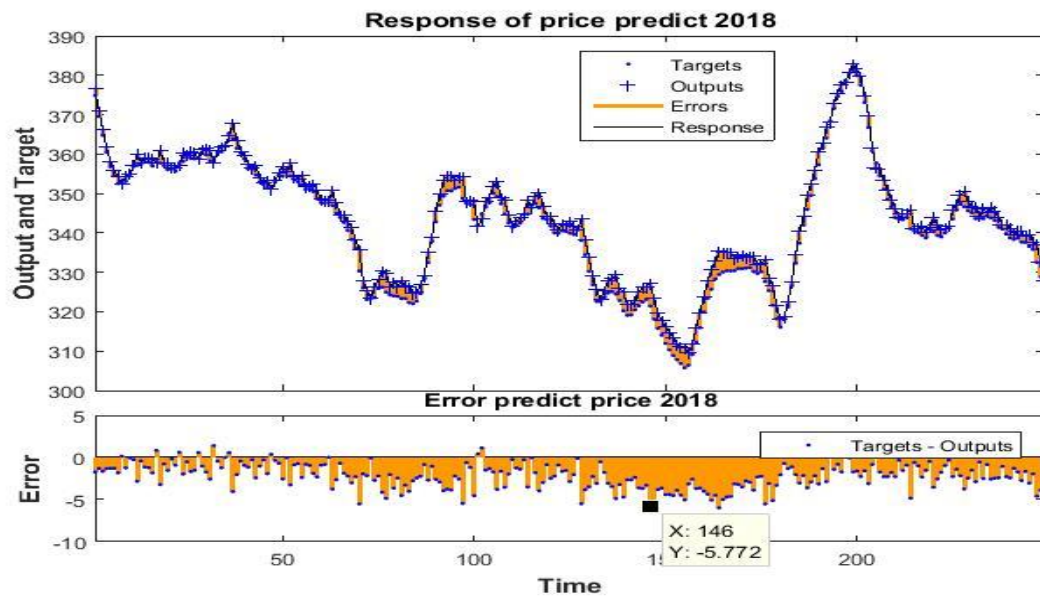


Figure 39: 2018

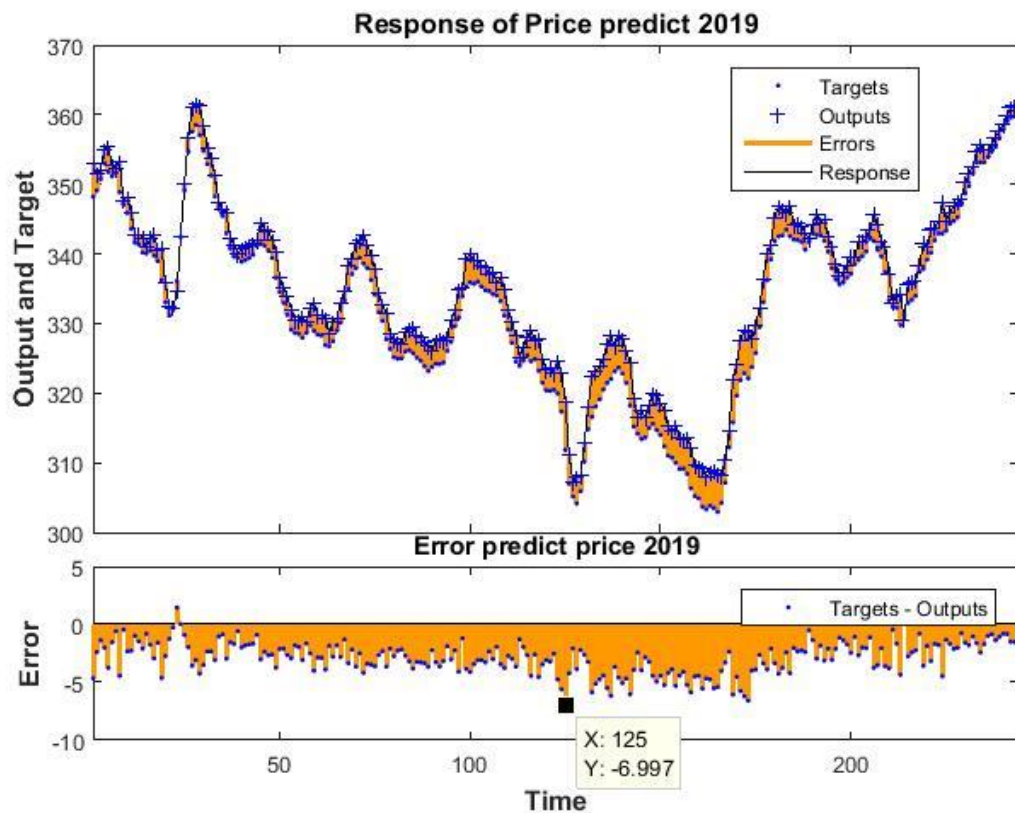


Figure 38: prédiction 2019

Observation : pour les deux années nous avons une erreur tolérable d'une moyenne de 6 USD qui nous ramène à dire que le modèle implémenté pour la prédiction d'un jours est fiable.

IV.6 RNN_V4 :

Le but de ce dernier modèle est de ressortir des résultats plus fiable on ajoutant d'autre variable, arithmétique pour plus de précision au niveau des liste des variable T-d ($d : \{1,2,3\}$) on utilise :

Performance de Modèle :

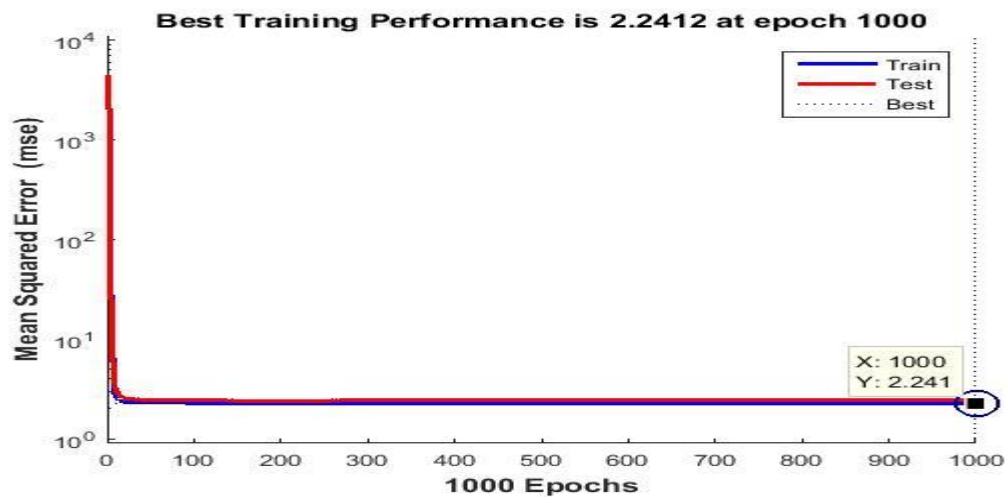


Figure 40: performance De RNN V4

Entraînement de modèle :

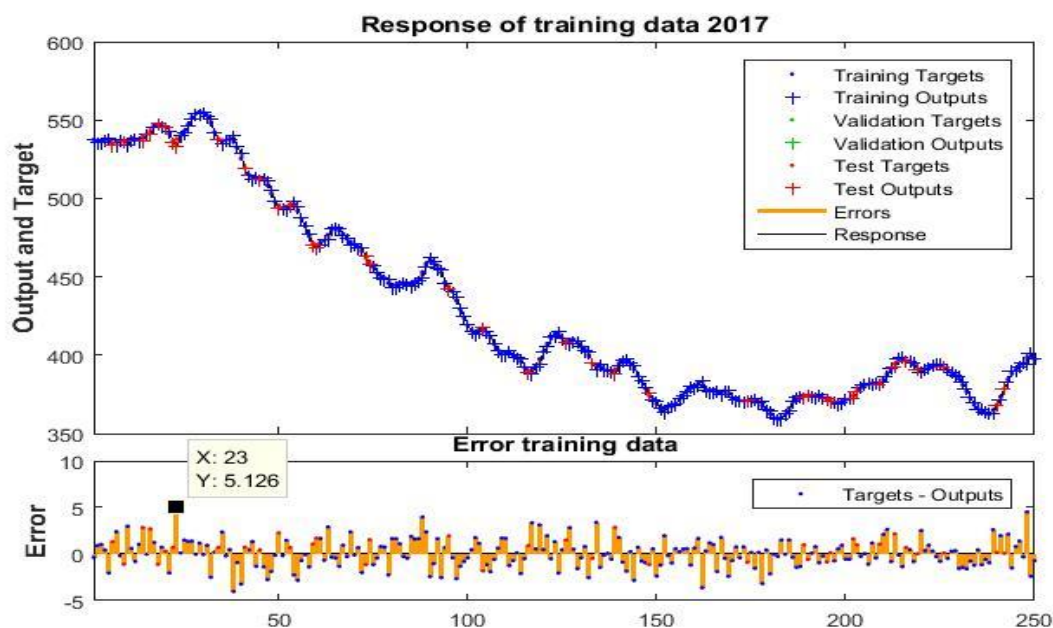


Figure 41: entraînement de modèle

Résultats sur 2018 :

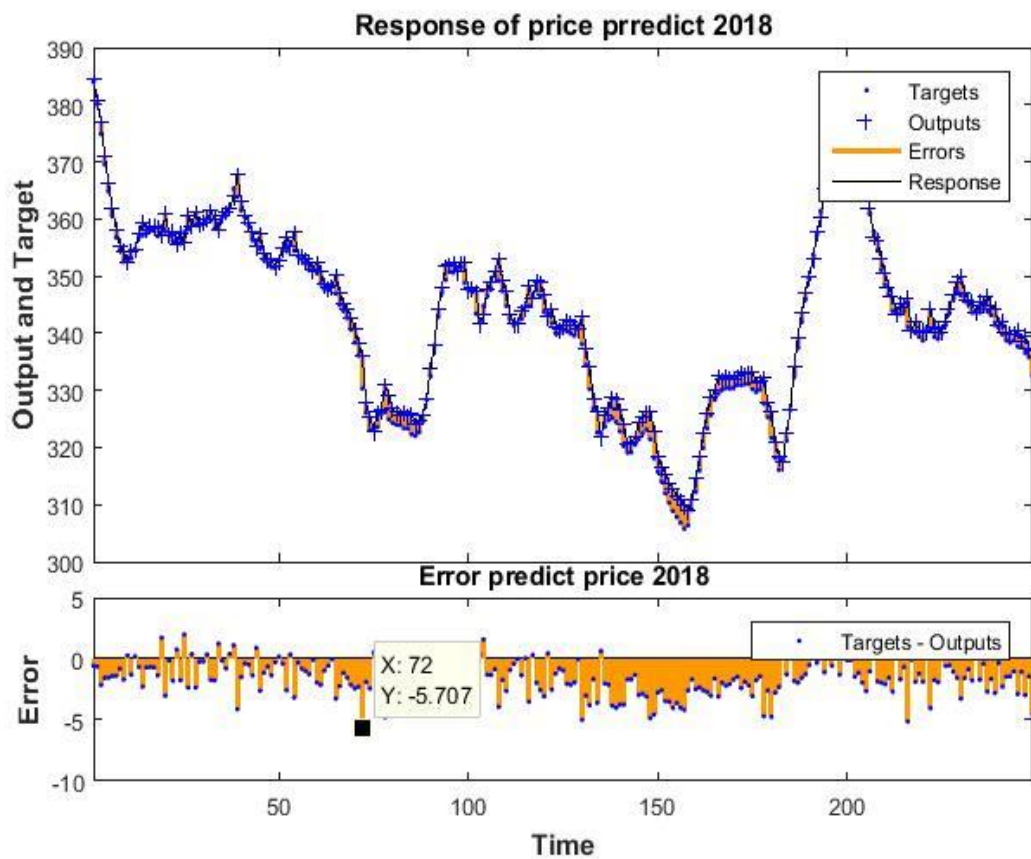


Figure 42: prédiction des prix de sucre 2018

Résultats sur 2019 :

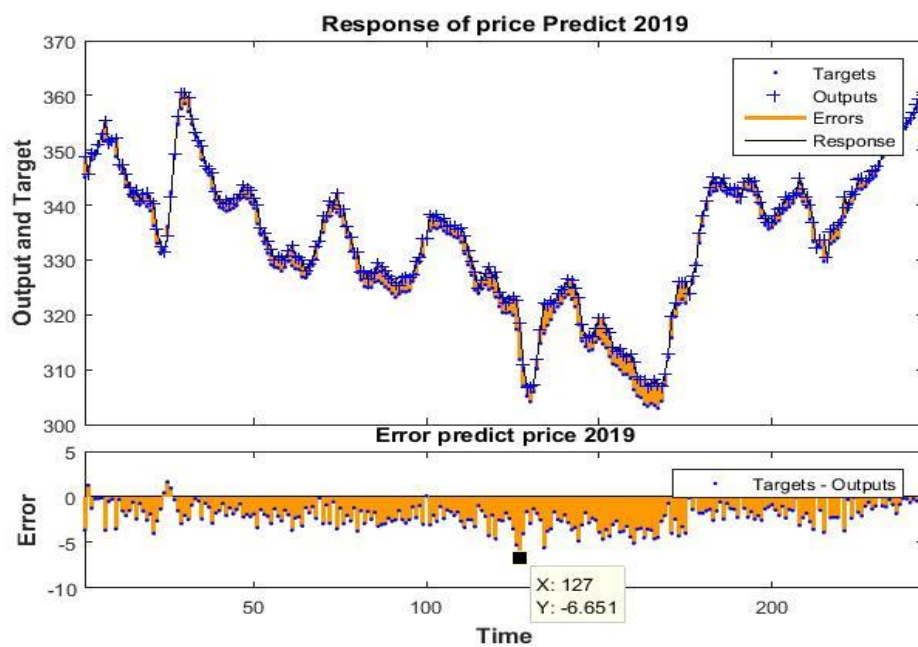


Figure 43: prédiction de prix de sucre 2019

Conclusion:

le dernier réseau élaboré RNN_V4 c'est le modèle le plus fiable en matière de prédiction des prix, ce modèle nous est basé sur la tendance de la variable et son allure pour prédire ce qui suit, plus sur la suite des données nous avons ajouté une variable qui est la moyenne arithmétique qui influence d'après ces résultats positivement sur la prédiction des prix de produit de sucre. Dans notre modèle cette procédure est totalement réalisable et nous avons obtenu des prévisions fiables avec une moyenne de tolérance de 6 USD.

Conclusion générale de ce chapitre

Pour résumer notre expérience, on peut dire que même si le domaine des marchés internationaux était un concept nouveau, nous avons pu définir en un temps relativement court les concepts de base qui nous permettent de comprendre les enjeux pour une entreprise active dans ce domaine et qui doit acheter des matières premières à l'international et dans notre cas plus précisément à la bourse.

Durant la période du stage, après avoir analysé les besoins de l'entreprise et comprendre sa problématique nous avons appliqué les nouvelles technologies existantes sur un marché international, dans le but d'aider l'entreprise à prendre une décision stratégique liée à l'achat de la matière première depuis une bourse, nous avons développé des méthodes basées sur l'apprentissage machine et les réseaux des neurones, nous avons obtenu deux modèles qui peuvent donner une estimation de prix de la matière première avec une erreur de 6 dollars.

Comme perspective pour ce projet, nous voulons améliorer les performances de notre système et cela en travaillant sur une durée plus large (échantillon plus large) et en utilisant d'autres variables qui influencent ce marché.

Pour conclure ce rapport, on peut dire qu'il s'agit d'une expérience très enrichissante de point de vue social, professionnel et éducatif.

Sur l'échelle sociale, c'était une vraie rencontre avec la vie réelle, grâce à cette expérience, nous avons pu sortir de notre zone de confort et affronter le monde d'industrie, le monde où nous allons passer le reste de notre vie.

Chapitre V : Modalisation et Modèles

De point de vue éducatif, nous avons pu, grâce à ce stage, approfondir nos connaissances acquises à l'école et avoir une application réelle de notre savoir théorique.

De point de vue professionnel, nous avons établi un vrai contact avec le monde de travail, c'était une occasion pour nous pour connaître les difficultés qu'un ingénieur fait face quotidiennement ce qui va nous aider prochainement dans notre carrière professionnelle.

Conclusion générale :

Même si le domaine des marchés internationaux était tout nouveau pour notre spécialité (Génie industriel), nous avons rapidement défini les concepts de base qui nous permettent de comprendre les enjeux pour entreprise qui doit acheter des matières premières à l'international, et dans notre cas plus précisément à la bourse.

Une fois le contexte et la problématique définie, à savoir, comment acheter au mieux sur une bourse et pouvons-nous prédire les prix pour une meilleure décision, nous avons introduit des méthodes que nous connaissions comme les réseaux de neurones, nous avons réalisé quatre modèles qui nous permettent une première estimation avec une erreur de 6 dollars.

Comme perspective, nous devons encore travailler sur les données en élargissant le nombre d'année, tout en utilisant d'autre modèle en intégrant d'autres variables.

V. BIBLIOGRAPHIE

- [1] P. Aurier, Analyse de la structure des marchés et étude du concept de concurrence entre les marques : une application sur données de panel. Gestion et management, HEC PARIS. Français. NNT : 1990EHEC0010, 1990.
- [2] Richard Whiteley et Gérard MulliezMaxima, La dynamique du client, Paris, 1994 (1re éd.).
- [3] J. B. J. Lacroix, Ressources pour les enseignants et les formateurs en français des affaires marche, lefrancaisdesaffaires.fr.
- [4] R. Boyer, La théorie de la régulation, 2004.
- [5] T. F. Bruno Biais, Microstructure des marchés financiers Institutions, modèles et tests empiriques.
- [6] d. e. b. les acteurs des marchés financiers, «boursier.com,» [En ligne]. Available: <https://www.boursier.com/guide/debuter-en-bourse/quels-sont-les-acteurs-des-marches-financiers>.
- [7] Jean David AVENEL et Max PEYRARD, Marchés et instruments financiers en Europe et dans le monde (1er ed), 2017.
- [8] J. Morvan, Marchés et instruments financiers,, Dunod , (édition 2009).
- [9] J. H. &. B. Jacquillat, La Bourse , 2013.
- [10] «The New York Stock Exchange | NYSE,» [En ligne]. Available: <https://www.nyse.com>. [Accès le 03 2022].
- [11] «London Stock Exchange,» [En ligne]. Available: <https://www.londonstockexchange.com>. [Accès le 03 2022].
- [12] «alti-trading,» [En ligne]. Available: <https://www.alti-trading.fr>. [Accès le 06 2022].

- [13] «alimentarium,» Sucre Suisse - Cristallisation du sucre pendant la production du sucre, [En ligne]. Available: <https://www.alimentarium.org/fr/savoir/lhistoire-du-sucre>.
- [14] S. N. D. F. D. SUCRE, «Principales caractéristiques du marché mondial du sucre,» *Marché*.
- [15] P. Fontaine, Marchés des changes, Université de Grenoble 2 - UPMF (IAE), 2009.
- [16] R. Gillet, Marchés des Changes Broché, 24 août 2008.
- [17] «Sucre à la Bourse de New-York,» [En ligne]. Available: strategie-bourse.com. [Accès le 03 2022].
- [18] R. Bourbonnais, Analyse des série temporelle, Dunod, 2010.
- [19] [En ligne]. Available: <http://www.bedwani.ch/electro/ch6/index.htm>.
- [20] [En ligne]. Available: <https://www.mathworks.com/discovery/fft.html>.
- [21] «echantillonnage,» [En ligne]. Available: <https://fr.wikipedia.org/wiki/chantillonnage>. [Accès le 05 2022].
- [22] «secteurs de marché,» [En ligne]. Available: lewebpedagogique.com. [Accès le 05 2022].
- [23] «les segments de marché,» [En ligne]. Available: capital.fr. [Accès le 03 2022].
- [24] «Découvrez l'investissement,» [En ligne]. Available: <https://immo-scp.fr/>. [Accès le 03 2022].
- [25] «La fabrication du sucre,» [En ligne]. Available: cuisine-astuce.com. [Accès le 06 2022].
- [26] «L'offre et la demande déterminent le marché,» [En ligne]. Available: <https://www.ionos.fr/>. [Accès le 05 2022].
- [27] «La volatilité des prix, qu'est-ce que c'est ?,» [En ligne]. Available: <https://www.captainfarmer.com/>. [Accès le 05 2022].

- [28] «Qu'est-ce qu'un réseau de neurones ?,» [En ligne]. Available: <https://fr.mathworks.com>. [Accès le 04 2022].
- [29] «investigation,» [En ligne]. Available: <https://investing.com/>. [Accès le 03 2022].
- [30] «statista,» [En ligne]. Available: <https://www.statista.com>. [Accès le 03 2022].

ANNEXES

Annexe 1

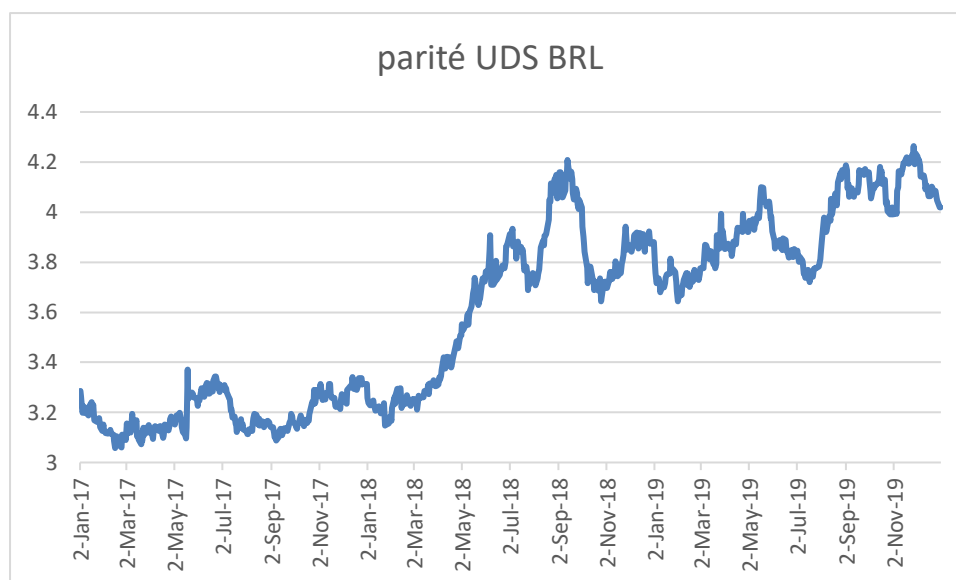


Figure 44 : Parité USD BRL (FAO)

Annexe 2

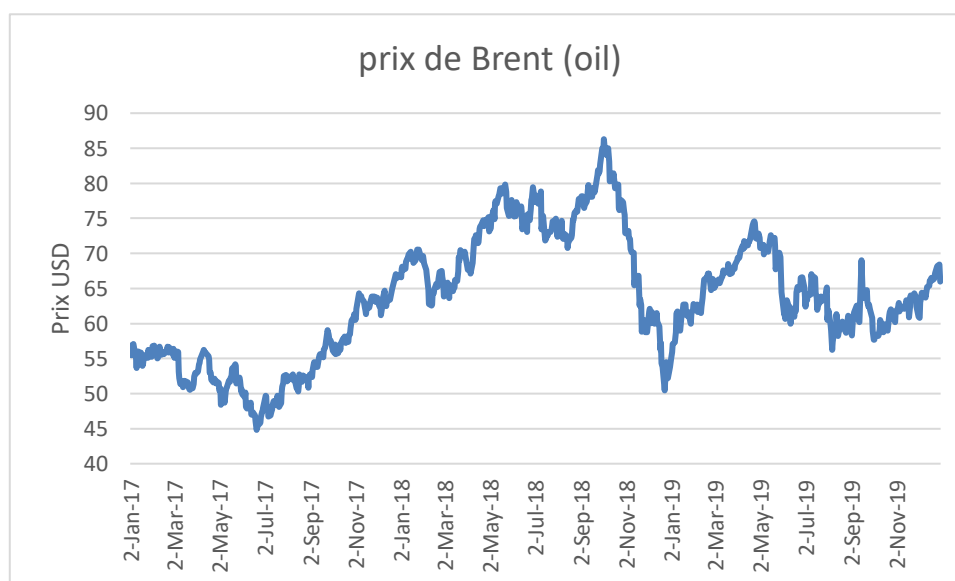


Figure 45: Prix de Brent (oil)(FAO)

Annexe 3

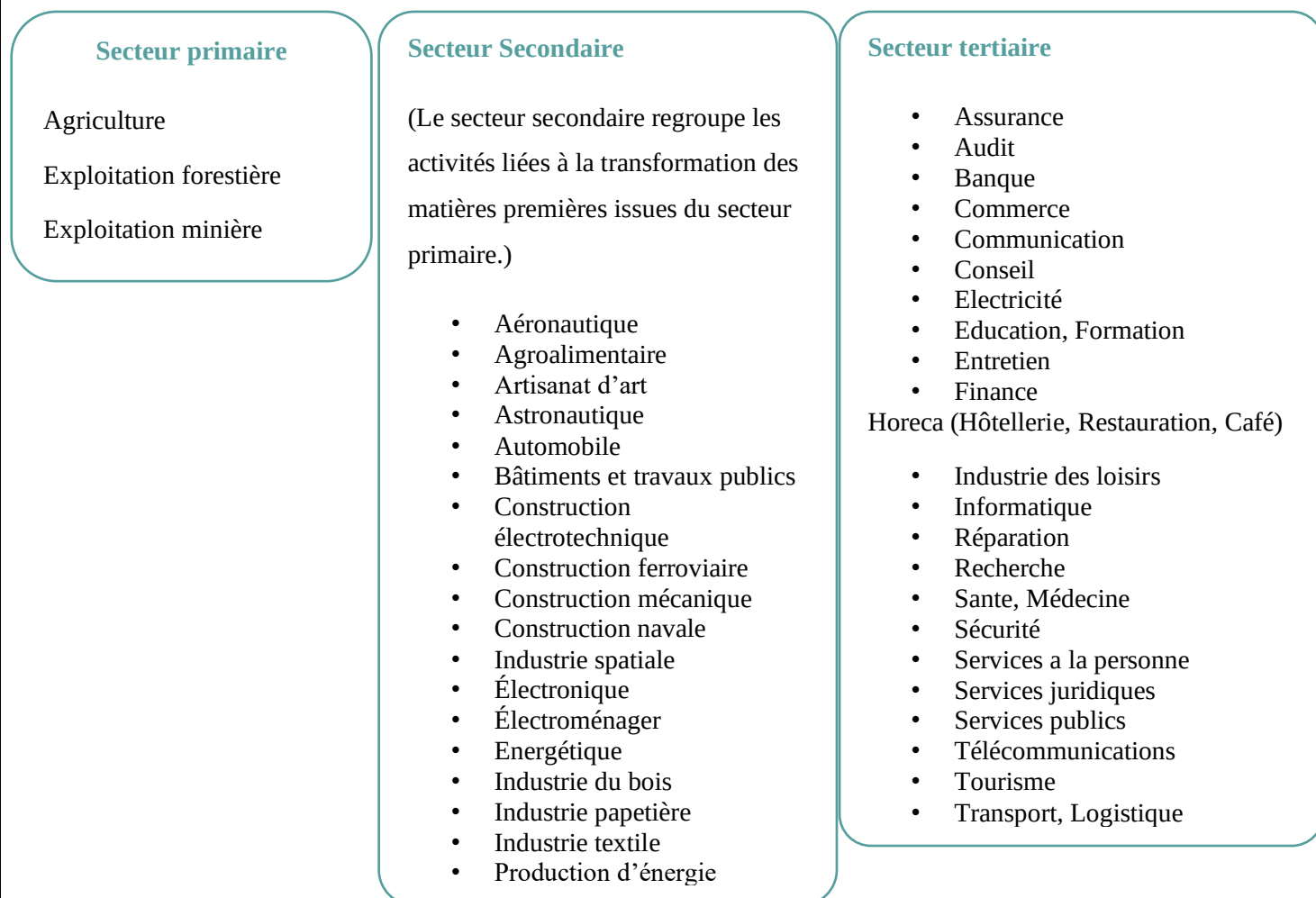


Figure 46: Secteurs de marché (marché.com)

Annexe 4

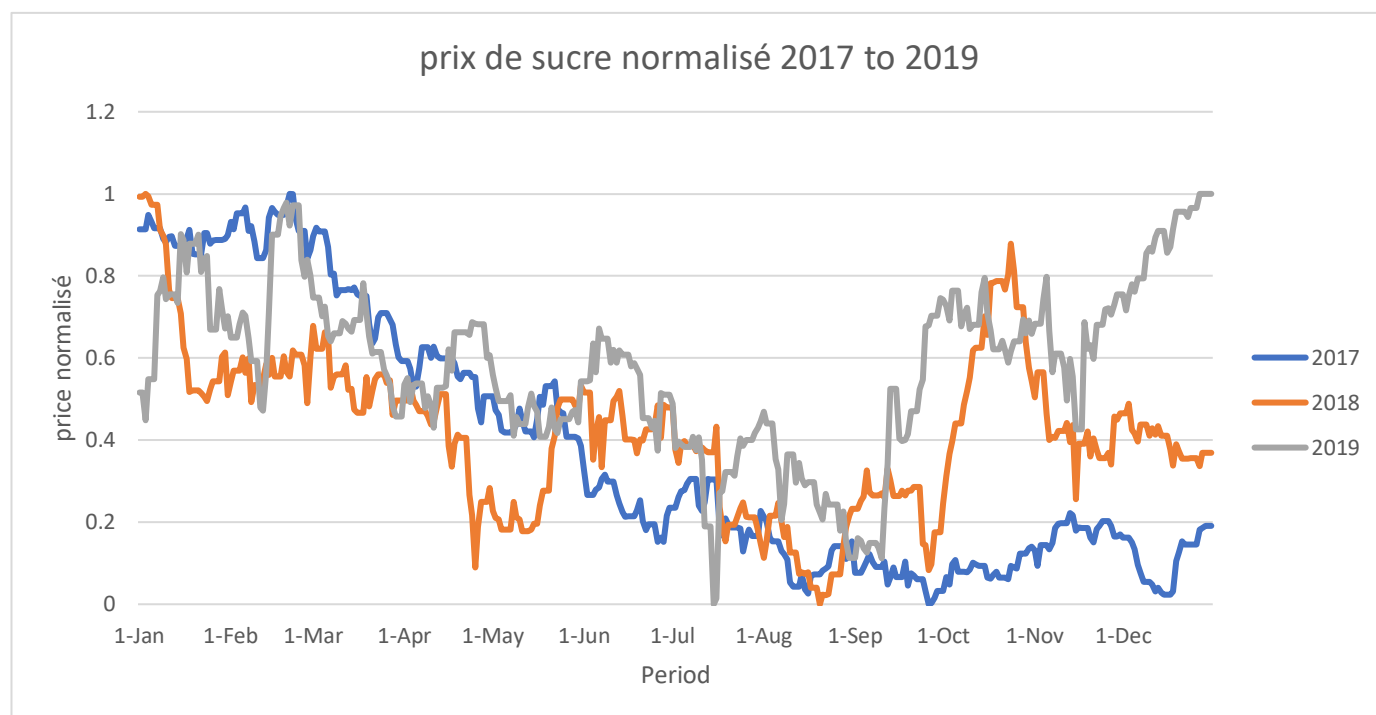


Figure 47: représentations de prix du sucre (Cevital)

Annexe 5 :

Années	moins	V1_Date_3	V1_Price_3
2019	12	2-Dec-19	342.3
2019	11	1-Nov-19	340.1
2019	10	1-Oct-19	344
2019	9	2-Sep-19	304.9
2019	8	1-Aug-19	325.6
2019	7	1-Jul-19	326.9
2019	6	3-Jun-19	330.8
2019	5	1-May-19	331.7
2019	4	1-Apr-19	330.1
2019	3	1-Mar-19	344.4
2019	2	1-Feb-19	337.8
2019	1	2-Jan-19	328.8
2018	12	3-Dec-18	350.4
2018	11	1-Nov-18	351.9
2018	10	1-Oct-18	327.2
2018	9	3-Sep-18	327.8
2018	8	1-Aug-18	314.5
2018	7	2-Jul-18	339.7
2018	6	1-Jun-18	353
2018	5	1-May-18	325.4
2018	4	3-Apr-18	354.7
2018	3	1-Mar-18	368.5

Tableau 10: Prix du sucre coté en bourse (investgation.com)

Annexe 6

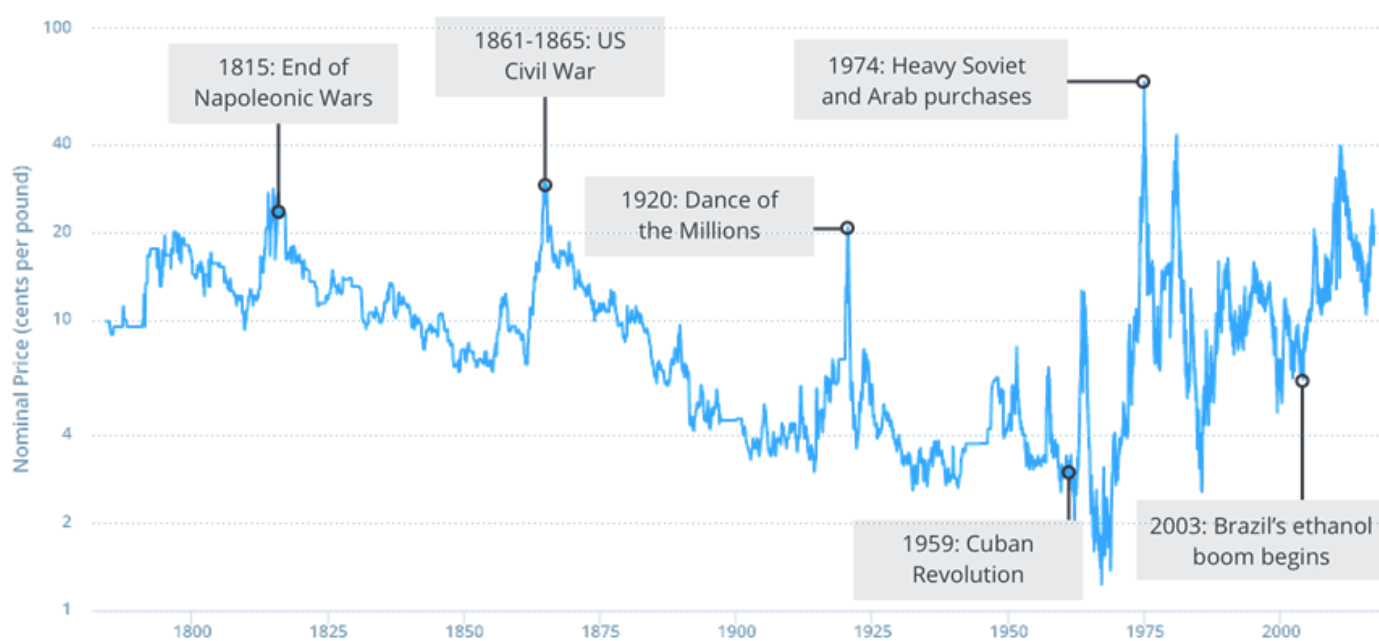


Figure 48: time-ligne des crises économiques

Résumé :

Le marché international est un terrain de jeu des grandes entreprises ainsi que celui des traders du monde entier, ces derniers essayent toujours d'avoir la meilleure offre du moment, pour cela ils ont recours aux prévisions des prix et au suivi de l'actualité, cette étude met la lumière sur les différents acteurs du marché international du sucre, dans cette dernière nous proposons d'étudier les variables qui influencent le prix du sucre, afin de développer un modèle basé sûr d'intelligence artificiel, dont l'objectif est de mettre à disposition de l'acheteur un outil d'aide à la décision.

Prix sucre prévision, aide à la décision, réseau de neurones, marché international, volatilité

Abstract:

The international market is a playground for big companies as well as traders from all over the world, they always try to have the best offer of the moment, for this they use price forecasts and the monitoring of the news, this study sheds light on the various players in the international sugar market, in which we propose to study the variables that influence the price of sugar, in order to develop a safe model based on artificial intelligence, the purpose of which is to provide the buyer with a decision support tool.

Sugar price forecast, Decision support, Neural Network, International market, Volatility

ملخص

السوق الدولي ملعب للشركات الكبرى وكذلك التجار من جميع أنحاء العالم، يحاولون دائماً الحصول على أفضل عرض في الوقت الحالي، لذلك يستخدمون تنبؤات الأسعار ورصد الأخبار، تلقي هذه الدراسة الضوء على مختلف اللاعبين في سوق السكر الدولية، الذي نقترح فيه دراسة المتغيرات التي تؤثر على سعر السكر، من أجل تطوير نموذج آمن يعتمد على الذكاء الاصطناعي، والغرض منه هو تزويد المشتري بأداة لدعم اتخاذ القرارات

توقعات أسعار السكر، دعم القرار، الشبكة العصبية، السوق الدولية، التقلبات