



المندوبية السامية للتخطيط  
HAUT-COMMISSARIAT AU PLAN

ROYAUME DU MAROC  
\*.\_\*.\_\*.\_\*  
HAUT COMMISSARIAT AU PLAN  
\*.\_\*.\_\*.\_\*.\_\*.\_\*  
INSTITUT NATIONAL  
DE STATISTIQUE ET D'ECONOMIE  
APPLIQUEE



INSEA

Projet de Fin d'Etudes

\*\*\*\*\*

**Gestion du risque de liquidité et du risque de taux  
par l'approche ALM à l'ère de la pandémie du  
COVID-19**

Préparé par : OUKHOUYA Asmae

Sous la direction de : M. El Qalli Yassine (INSEA)  
M. LAAMIM Med Amine (CAM)

*Soutenu publiquement comme exigence partielle en vue de l'obtention du*  
**Diplôme d'Ingénieur d'Etat**

Filière : Actuariat-Finance

Devant le jury composé de :

- M. EL QALLI Yassine (Encadrant INSEA)
- M. FADLALLAH Abdelalli (Examinateur INSEA)
- M. LAAMIM Med Amine (Encadrant externe CAM)

Septembre 2020/ PFE N° 13



## Résumé :

---

Indubitablement, le risque, sous toutes ses formes et degrés, demeure toujours une source de chaos et d'inquiétude. De ce fait, tous les opérateurs des marchés financiers y voient une contingence qui entraîne, dans son sillage, de véritables menaces. C'est ainsi que, toutes les institutions financières se montrent toujours à l'affut de sa mesure exacte et sa gestion saine.

De surcroît, l'année 2020 a dicté un contexte économique déstabilisant et surtout inquiétant dans la mesure où la pandémie COVID-19 avait des répercussions lourdes et dévastatrices sur tous les secteurs. Ainsi, il s'avère nécessaire, primordial voire même essentiel de mettre en place une gestion stratégique des risques notamment les risques financiers qui préoccupent les autorités de contrôle.

C'est exactement dans ce cadre qu'intervient l'ALM bancaire : gestion actif-passif, à travers laquelle l'attention est portée davantage sur le risque de liquidité et de taux, vu que ce sont les deux risques qui peuvent devenir fatals en cas de grand manque de liquidité (comme la situation qui peut survenir en cas de *crise* du nouveau coronavirus) et peuvent ainsi conduire l'établissement à la faillite totale. Par ailleurs, à l'ère de la pandémie COVID-19, nous avons choisi de focaliser notre projet de fin d'études sur les techniques de l'ALM bancaire pour la gestion du risque de liquidité sur le court, le moyen et le long terme ainsi que la gestion du risque de taux.

Le présent rapport est le fruit illustratif de notre projet de fin d'études effectué au sein du groupe CAM (Crédit Agricole du Maroc). En effet, nos travaux ont pour objectif la modélisation des encours des dépôts à vue suivant des méthodes mathématiques pour pouvoir construire les gaps de liquidité permettant de se positionner sur le moyen et le long terme. De plus, pour le groupe CAM, nous nous sommes contentés de la gestion Court Terme en calculant étape par étape le ratio LCR ; ce dernier qui a témoigné d'une bonne santé du groupe. Une partie de notre rapport porte sur la modélisation du taux court en utilisant le modèle de Vasicek et ce dans le cadre de la gestion du risque de taux. D'ailleurs, cette modélisation revêt d'une grande importance pour les banques dans la mesure où la connaissance prévisionnelle de l'évolution future des taux leur permettra de se positionner quant aux stratégies à adopter ainsi que se prémunir des conséquences néfastes des risques que ces évolutions peuvent induire.

## Mots-clés :

---

Gestion Actif-Passif, Dépôts à vue, Stress Testing, Liquidité, Taux d'intérêt, Vasicek, COVID-19, LCR.



*Je dédie ce modeste travail comme témoignage d'affection, de respect et de gratitude :*

*A mon très cher père et à ma très chère mère,*

Merci pour votre amour, merci pour l'enseignement que vous m'avez transmis, merci d'avoir toujours cru en moi et de m'avoir toujours soutenu, merci de trimer sans relâche au bien être de vos enfants en dépit des péripéties de la vie et mille merci pour vos prières et pour l'encouragement sans limites que vous ne cessez de m'offrir.

*A mon très cher frère et mes très chères sœurs,*

En témoignage de toute l'affection, des profonds sentiments fraternels que je vous porte et de l'attachement qui nous unit, je vous souhaite du bonheur et du succès dans toute votre vie.

*A tous ceux dont l'oubli de la plume n'est pas celui du cœur...*

Asmae



---

## *REMERCIEMENTS*



---

Il m'apparaît agréable et opportun, avant de développer mon expérience professionnelle, de m'acquitter d'une dette de remerciements auprès de toutes les personnes dont l'intervention au cours de ce stage a favorisé son aboutissement.

En particulier, j'adresse mes remerciements et ma gratitude à mon respectueux professeur *M. EL QALLI Yassine*, pour son encadrement, sa disponibilité et ses directives précieuses qui m'ont aidé tout au long de ce stage. Qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect et ma grande considération.

Je saisis l'occasion pour remercier vivement mon encadrant de stage *M. LAAMIM Mohamed Amine*, Directeur ALM au sein du groupe Crédit Agricole du Maroc (CAM). Votre dynamisme, vos compétences jointes à vos qualités scientifiques seront pour moi un exemple à suivre. Je vous prie de croire l'expression de mon profond respect et de trouver dans ce travail le témoignage de ma reconnaissance.

Je tiens aussi à exprimer mes plus sincères remerciements à *M. MOUTAOUAFFIQ Driss Houssame*, gestionnaire ALM chez CAM. Qu'il trouve ici le témoignage de mon estime et de mon insondable reconnaissance pour sa disponibilité, ses conseils abyssaux et la qualité de son suivi.

Je conserve un remerciement spécial à mon respectueux professeur *M. Abdellali FADLALLAH*, de m'avoir honorée de siéger parmi mon jury de soutenance, et d'accepter d'évaluer ce travail.

*Enfin, je ne pourrai oublier de remercier tous mes professeurs de l'INSEA. Merci pour toutes ces longues heures passées à nous expliquer et à nous réexpliquer, merci pour le souci de nous apporter une formation complète et intéressante ; et bref, merci d'avoir été toujours là.*

*Veillez tous accepter dans ce travail l'assurance de mon estime et de ma profonde gratitude.*

## Table des matières

<i>DEDICACES</i> .....	4
<i>REMERCIEMENTS</i> .....	5
Partie préliminaire : Contextualisation et cadrage du stage.....	17
I. Contexte économique :.....	18
A. La pandémie à l'international :.....	18
1. Impact économique par zone :.....	18
2. Impact économique par secteur : .....	21
3. Perspectives de l'économie mondiale :.....	21
B. La pandémie à l'échelle nationale (Maroc) :.....	22
1. Impact économique du nouveau coronavirus :.....	22
2. Perspectives de l'économie marocaine :.....	23
3. Mesures économiques prises par les pouvoirs publics au Maroc :.....	24
II. Contexte organisationnel : .....	24
A. Présentation de l'organisme et de ses filiales :.....	24
B. Présentation de la direction contrôle de gestion et ALM du CAM :.....	25
III. Cadrage du projet :.....	26
A. Problématique traitée et objectifs du projet : .....	26
B. Logiciels utilisés :.....	26
C. Phases du projet :.....	27
D. Acteurs du projet : .....	27
E. Contraintes rencontrées :.....	27
Partie I : La banque : Composition et Réglementation :.....	29
Chapitre I : Présentation de l'activité bancaire .....	30
I. La banque en tant qu'intermédiaire financier : .....	31
A. Définition de l'intermédiation financière :.....	31
B. Risques liés à l'intermédiation financière : .....	31
1. Définition des risques financiers : .....	32
2. Cartographie des risques encourus par une banque : .....	32
II. La banque en tant que firme :.....	35

A.	Structure financière de la banque :	35
1.	Bilan :	35
2.	Hors bilan :	37
3.	Rentabilité bancaire :	38
4.	Solvabilité bancaire :	39
Chapitre II : Architecture de la réglementation bancaire et Présentation de l'ALM :		40
I.	Réglementation Bâloise internationale :	42
A.	Premier accord: Bâle I:	42
B.	Transition de Bâle I vers Bâle II :	42
C.	Transition de Bâle II vers Bâle III :	43
D.	De Bâle III à Bâle IV :	44
II.	Réglementation nationale (Maroc) :	46
III.	ALM bancaire :	47
A.	Contextualisation de l'ALM :	47
B.	Risques concernés (Objet de l'ALM bancaire) :	48
C.	Méthodes de gestion ALM :	49
Partie II : Cadre théorique de la gestion du risque de liquidité et du risque de taux par l'ALM :		53
Chapitre I : Risque de liquidité :		54
I.	Cadre conceptuel :	55
A.	Définition :	55
B.	Sources du risque de liquidité :	55
C.	Conséquences du risque de liquidité :	56
II.	Mesure du risque de liquidité sur le moyen et long terme :	57
A.	Modélisation des dépôts à vue :	58
1.	Modèles prédéfinis :	59
2.	Modèle de comportement de la clientèle :	62
A.	Elaboration des conventions d'écoulement :	64
1.	Écoulement :	64
2.	Types d'écoulement :	64
3.	Conventions d'écoulement :	65
B.	Mesure des impasses de liquidité :	68

III. Mesure du risque de liquidité à court terme : .....	70
A. Définition et objectif : .....	70
B. Composantes du LCR : .....	71
1. Numérateur : .....	71
2. Dénominateur : .....	73
Chapitre II : Risque de taux : .....	75
I. Cadre conceptuel : .....	76
A. Définition : .....	76
B. Sources du risque de taux : .....	76
C. Conséquences du risque de taux : .....	77
D. Mesure du risque de taux d'intérêt : .....	77
II. Modélisation de la courbe des taux : .....	80
A. Descriptif des approches de modélisation de la courbe des taux : .....	80
B. Modèle de Vasicek : .....	82
1. Présentation du modèle : .....	82
2. Analyse du modèle de Vasicek : .....	83
3. Equation de la structure par terme par le modèle de Vasicek : .....	83
4. Estimation de la courbe des taux par le modèle de Vasicek : .....	86
5. Construction de la courbe des taux zéro-coupon via le modèle de Vasicek : .....	88
6. Application aux données du marché marocain : .....	89
Partie III : Application de la gestion du risque de liquidité et du risque de taux par l'ALM : .....	97
Cadrage de la partie pratique : .....	98
Gestion du risque de liquidité sur le long et le moyen terme .....	99
I. Modélisation des dépôts à vue : .....	99
A. Présentation des données utilisées : .....	99
B. Traitement de la saisonnalité : .....	103
C. Etude de la stationnarité : .....	106
D. Approche de Box-Jenkins : .....	107
E. Modèles prédéfinis : .....	112
F. Validation et Comparaison des modèles : .....	114
G. Backtesting du modèle de Selvaggio retenu : .....	119

II. Ecoulement et calcul des impasses :	122
I. Calcul du numérateur :	126
A. Actifs niveau 1 :	126
B. Actifs niveau 2A :	127
C. Actifs niveau 2B :	128
II. Calcul du dénominateur :	129
A. Sorties de trésorerie :	129
B. Entrées de trésorerie :	134
III. Calcul du ratio de liquidité à court terme : LCR :	136
Gestion du risque de taux.....	137
I. Lien entre les impasses de liquidité et les impasses de taux :	139
II. Interprétation :	140
Stress testing .....	142
A. Définition :	142
B. Réglementation :	142
1. Réglementation internationale :	142
2. Réglementation marocaine :	143
3. Méthodologie :	144
II. Mise en place des scénarios de stress :	145
A. Stress de liquidité :	145
B. Stress de taux :	145
Conclusion générale :	149
Bibliographie et Webographie :	151
Liste des Annexes :	153

## Liste des abréviations :

---

<b>ALM</b>	<b>Asset and Liability Management</b>
<b>AOA</b>	<b>Absence Of Arbitrage</b>
<b>AR</b>	<b>Auto-Régressif</b>
<b>BAM</b>	<b>Bank Al-Maghrib</b>
<b>BRI</b>	<b>Banque des Réglements Internationaux</b>
<b>CAM</b>	<b>Crédit Agricole du Maroc</b>
<b>CMC</b>	<b>Centre Marocain de Conjoncture</b>
<b>CNSS</b>	<b>Caisse Nationale de Sécurité Sociale</b>
<b>CVE</b>	<b>Comité de Veille Economique</b>
<b>DAV</b>	<b>Dépôts à Vue</b>
<b>DAVNR</b>	<b>Dépôts à Vue Non Rémunérés</b>
<b>FMI</b>	<b>Fonds Monétaire International</b>
<b>FRA</b>	<b>Forward Rate Engagement</b>
<b>HQLA</b>	<b>High Quality Liquid Assets</b>
<b>INSEE</b>	<b>Institut Nationale de la Statistique et des Etudes Economiques</b>
<b>LCR</b>	<b>Liquidity Coverage Ratio</b>
<b>NFSR</b>	<b>Net Stable Funding Ratio</b>
<b>PIB</b>	<b>Produit Intérieur Brut</b>
<b>PNB</b>	<b>Produit Net Bancaire</b>
<b>RWA</b>	<b>Risk Weighted Asset</b>
<b>SSL</b>	<b>Stationnaire au Sens Large</b>
<b>TMP</b>	<b>Taux Moyen Pondéré</b>
<b>UE</b>	<b>Union Européenne</b>
<b>ZE</b>	<b>Zone Européenne</b>

# Liste des tableaux :

---

Tableau 1: cartographie des risques bancaires.....	32
Tableau 2 : structure du bilan bancaire .....	36
Tableau 3: structure du hors-bilan bancaire.....	38
Tableau 4: scénarios des méthodes de 2 <sup>ème</sup> génération.....	51
Tableau 5 : modèles de taux d'intérêt.....	81
Tableau 6 : statistiques descriptives du taux moyen interbancaire pondéré.....	89
Tableau 7: valeurs des paramètres du modèle de Vasicek.....	91
Tableau 8: Statistiques de comparaison entre les copules .....	101
Tableau 9 : Statistiques de comparaison entre les copules :.....	103
Tableau 10: résultat du modèle de Selvaggio appliqué aux DAV des ménages .....	113
Tableau 11 : R <sup>2</sup> et AIC des modèles retenus pour les ménages.....	118
Tableau 12 : R <sup>2</sup> et AIC des modèles retenus pour les entreprises .....	118
Tableau 13: actifs du niveau 1 du compte du CAM .....	126
Tableau 14 : actifs du niveau 2A du CAM .....	127
Tableau 15 : calcul du montant des OPCVM selon les modalités définies par BAM	128
Tableau 16: actifs niveau 2B du CAM .....	128
Tableau 17 : calcul de la rubrique des dépôts des particuliers et des personnes morales .....	129
Tableau 18 : calcul des comptes à vue, comptes courants et comptes chèques (montant) .....	130
Tableau 19 : calcul des tombées des dépôts à terme.....	130
Tableau 20 : fractions stables et moins stables des dépôts des particuliers.....	130
Tableau 21 : calcul de la rubrique Autres dépôts, emprunts et éléments exigibles du passif dans les 30 jours .....	131
Tableau 22 : calcul de la rubrique des sorties des trésoreries relatives aux engagements confirmés de financement et de liquidité .....	132
Tableau 23: Calcul de la rubrique Sorties de trésorerie relatives aux obligations de financements conditionnelles.....	133
Tableau 24: Calcul de la rubrique Sorties de trésorerie relatives aux autres obligations contractuelles .....	133
Tableau 25: Calcul de la rubrique Créances détenues par la banque échéant dans un délai de 30 jours .....	134
Tableau 26: Calcul de la rubrique Autres entrées de trésorerie .....	134
Tableau 27 : calcul du ratio LCR.....	136
Tableau 28: Pondérations relatives au PNB pour un choc de taux standard .....	137
Tableau 29: Pondérations relatives au capital pour un choc de taux standard .....	138
Tableau 30: Récapitulatif des signes des impasses en taux selon les périodes .....	140

## Liste des figures :

---

Figure 1: graphe de la perte de valeur ajoutée par pays en avril 2020- source : site de l'Observatoire français des conjonctures économiques (OFCE).....	20
Figure 2 : graphe de la perte de valeur ajoutée par secteur en avril 2020 – source : site de l'Observatoire français des conjonctures économiques (OFCE).....	21
Figure 3 : projections de croissance élaborées par le FMI-source : site du FMI.....	22
Figure 4 : Filiales du groupe CAM.....	25
Figure 5: évolution du taux moyen interbancaire pondéré.....	89
Figure 6 : Auto-corrélogramme et auto-corrélogramme partiel de la série des taux moyens pondérés.....	90
Figure 7 : sortie du test de Dickey-Fuller augmenté.....	90
Figure 8: simulations du taux d'intérêt par le modèle de Vasicek.....	92
Figure 9 : extrait de la base de données utilisée.....	93
Figure 10 : graphe de l'allure des TMP observé, TMP Vasicek et le carré de l'erreur entre les deux.....	93
Figure 11: allure de la courbe des taux réelle, celle fournie par le modèle de Vasicek et le carré de l'erreur entre les deux au 15/05/2020.....	94
Figure 12 : allure de la courbe des taux réelle, celle fournie par le modèle de Vasicek et le carré de l'erreur entre les deux au 19/05/2020.....	95
Figure 13 : encours des DAV des ménages de janvier 2016 à mars 2020.....	99
Figure 14 : encours des DAV des entreprises de janvier 2016 à mars 2020.....	100
Figure 15 : Ajustement des DAV des ménages suivant les copules :.....	101
Figure 16: ajustement des DAV des entreprises selon les copules :.....	102
Figure 17 : décomposition de la série des encours des ménages.....	104
Figure 18 : graphe de la série des encours des DAV des ménages avec et sans composante saisonnière.....	104
Figure 19 : décomposition de la série des encours des entreprises.....	105
Figure 20 : graphe des séries des encours des DAV des entreprises avec (noir) et sans (rouge) saisonnalité.....	105
Figure 21 : corrélogramme, corrélogramme partiel et sortie du test de Dickey-Fuller augmenté des encours des ménages.....	106
Figure 22 : corrélogramme, corrélogramme partiel et sortie du test de Dickey-Fuller augmenté des encours des entreprises.....	106
Figure 23 : série différenciée des encours des DAV des entreprises.....	107
Figure 24 : corrélogramme, corrélogramme partiel et sortie du test de Dickey-Fuller augmenté de la série différenciée des encours des entreprises.....	107

Figure 25 : densité des résidus des ménages.....	109
Figure 26 : prévision des encours des DAV des ménages .....	110
Figure 27 : prévision des encours des DAV des entreprises .....	111
Figure 28: Backtesting du modèle retenu pour les ménages .....	119
Figure 29 : Backtesting du modèle retenu pour les entreprises .....	120
Figure 30 : écoulement des DAV des ménages .....	123
Figure 31 : écoulement des DAV des entreprises.....	123
Figure 32 : niveaux des impasses de liquidité calculées pour 2020 .....	124
Figure 33: Simulation de 9 trajectoires prévisionnelles de l'évolution des encours :.	145
Figure 34: Choc de l'évolution de la courbe des taux du 19/05/2020.....	146

# Introduction générale :

---

Depuis belle lurette et principalement durant les dernières décennies, la gestion des risques a témoigné d'une valeur intrinsèque, d'un rôle incontournable et d'un essor remarquable. C'est ainsi que les nations au monde ont entrepris leur marche vers elle. Plus particulièrement, les banques, qui ne se dissocient jamais de la prise de risque, se voyaient passer d'une configuration où le risque est vécu comme un aléa exogène subi, à une situation où tout risque encouru est identifié, quantifié puis contourné.

C'est exactement dans ce cadre que la gestion actif-passif ou Asset Liability Management (ALM) s'impose et ce comme un prisme conceptuel de la gestion financière des risques. En particulier, l'ALM préconise la gestion du risque de liquidité et celui de taux en avançant que ce sont les plus dangereux ayant été à l'origine de maintes crises auparavant et pouvant toujours, en temps de crise, devenir cause principale d'insolvabilité voire même de faillite de l'établissement bancaire.

C'est, d'ailleurs, pourquoi, à l'ère des répercussions économiques néfastes et inévitables de la pandémie COVID-19, l'ALM s'avère indubitablement primordiale. D'ailleurs, dans le but de surmonter toute crise, il est impérativement recommandé de prôner une modélisation ALM très minutieuse, en dépit des circonstances antinomiques de valorisation, de couverture et d'investissement.

C'est exactement dans ce cadre que s'inscrit le présent rapport qui consiste à quantifier et analyser le risque de liquidité traduisant l'incapacité de l'établissement de faire face à ses engagements ; et le risque de taux consistant, brièvement, à la détérioration (ou généralement l'affectation) de la valeur des fonds de l'établissement par l'évolution des taux d'intérêt (translation ou déformation de la courbe des taux...). A ce stade, la problématique suivante s'impose : **dans quelle mesure les techniques de l'approche ALM peuvent-elles assurer la pérennité de l'activité et la rentabilité d'un établissement bancaire en pleines répercussions néfastes d'une pandémie ?** Autrement formulée, la problématique s'écrit : **jusqu'à quel point l'ALM bancaire se montre incontournable pour les banques en pleine ère de Covid-19 ?**

Afin de répondre à la problématique posée, nous allons adopter le plan suivant :

Tout d'abord, en tant qu'élève de l'INSEA, nous ne pouvons commencer notre rapport sans s'arrêter sur le contexte économique du projet de fin d'études et qui a, d'ailleurs, dicté notre choix de problématique, soit l'événement marquant qui a déstabilisé et a laqué l'année 2020 : la pandémie du nouveau coronavirus. C'est

pourquoi, nous allons commencer par étayer et décrypter, généralement, l'impact ainsi que le comportement prévisionnel économique de la pandémie à l'échelle internationale et nationale. Ceci étant pour évoquer l'ampleur des répercussions que cela puisse engendrer en matière de risques.

Ensuite, nous allons étayer l'activité bancaire et ce, toujours, à travers le prisme de risque, la cartographie des risques financiers pour s'ouvrir par la suite sur l'architecture de la réglementation bancaire internationale et nationale. Cette partie qui s'achèvera avec le cernage de l'ALM en matière de contextualisation, de risques concernés puis des méthodes de gestion. Sitôt écrit, sitôt fait, nous allons dédier la partie suivante à l'approche théorique de la gestion des risques de liquidité et de taux ; cette partie qui sera clôturée par la modélisation du taux d'intérêt en présentant les modèles les plus étudiés puis en mettant en application l'un de ces modèles le plus utilisé : Vasicek.

Enfin, nous allons nous intéresser à l'application de toutes les modélisations évoquées soit le choix du modèle optimal pour la modélisation des DAV, la construction des gaps de liquidité, le calcul du ratio LCR puis la déduction des impasses de taux et la proposition d'outils de couverture. Notre rapport sera clôturé par un paragraphe initiant le stress testing par la simulation de scénarii de choc, et par une conclusion récapitulative de tous les résultats

# Partie préliminaire : Contextualisation et cadrage du stage



Tout au long de cette partie préliminaire, nous allons veiller à bien contextualiser et cadrer notre projet en commençant par l'impact économique de la pandémie jusqu'au 2<sup>ème</sup> trimestre de l'année 2020 et ce à l'échelle internationale puis à l'échelle nationale ; cet impact qui sera décrypté par zone et par secteur et sera poursuivi de perspectives du FMI et d'économistes de l'économie mondiale puis marocaine. Enfin, nous allons, brièvement, présenter l'organisme et le département qui nous ont accueillies durant ce stage pour consacrer le 3<sup>ème</sup> paragraphe au cadrage de la problématique du projet.

# I. Contexte économique :

---

Sous ce titre, nous allons nous épanouir sur le contexte et les conditions économiques spéciaux et brutaux qui ont marqué la période de ce stage. Qui dit 2020, dit une pandémie qui a, considérablement, bouleversé le monde avec tous ses zones et pays, et sur tous les niveaux et les secteurs : il s'agit de la pandémie du nouveau coronavirus COVID-19. En effet, outre l'impact sur la vie de millions de personnes dans le monde entier, la pandémie a également asséné un dur coup à l'évolution de l'économie au niveau mondial et national. La raison en est la virulence et la forte mobilité du virus, conjuguée à la forte contagiosité de la pathologie. Toutefois, la raison en est aussi que l'économie mondiale est devenue fortement mondialisée et corrélée, sous l'effet de la délocalisation de la production et de la globalisation des échanges.

C'est pourquoi, nous allons, dans un premier abord, décrypter l'impact économique de la pandémie à l'échelle internationale pour se concentrer ensuite sur le Maroc. De surcroît, le docteur en économie Nouriel Roubini, professeur d'économie au Stern School of Business de l'Université de New York et surnommé « Dr Doom » (ou encore Dr catastrophe) tire la sonnette d'alarme en avançant que : « le choc de la pandémie de coronavirus sur la croissance planétaire est à la fois plus rapide et plus sévère que la crise financière de 2008 et la Grande Dépression des années 30, de sinistre mémoire ». Force est de rappeler que ce professeur s'était déjà illustré en anticipant correctement la crise des subprime de 2008. En outre, au 28 avril 2020, Nouriel Roubini a publié un article (sur PROJECT SYNDICATE) portant clairement le titre suivant : « la prochaine super grande dépression des années 2020 ». En ce sens, le FMI (Fonds Monétaire International), n'a cessé de publier et de mettre à jour les perspectives de l'économie mondiale. C'est pourquoi, nous allons consacrer un paragraphe pour souligner les points importants des perspectives et des anticipations économiques à l'échelle internationale et nationale.

Enfin, afin de pallier le ralentissement économique provoqué par ce virus, tous les pays ont pris des mesures, le Maroc ne fait pas l'exception et dicte, à son tour, des mesures économiques pour combattre ce fléau et nous allons les projeter ultérieurement dans cette partie.

## A. La pandémie à l'international :

### 1. Impact économique par zone :

Afin de combattre la pandémie, les gouvernements n'avaient d'autres choix que d'astreindre le fonctionnement normal de tous les secteurs d'activité. Ces restrictions

qui avaient des répercussions profondes, néfastes et surtout durables sur l'économie mondiale. De surcroît, ces répercussions risquent de déclencher une grave crise économique globale dont la durée et l'amplitude demeurent difficiles à prévoir.

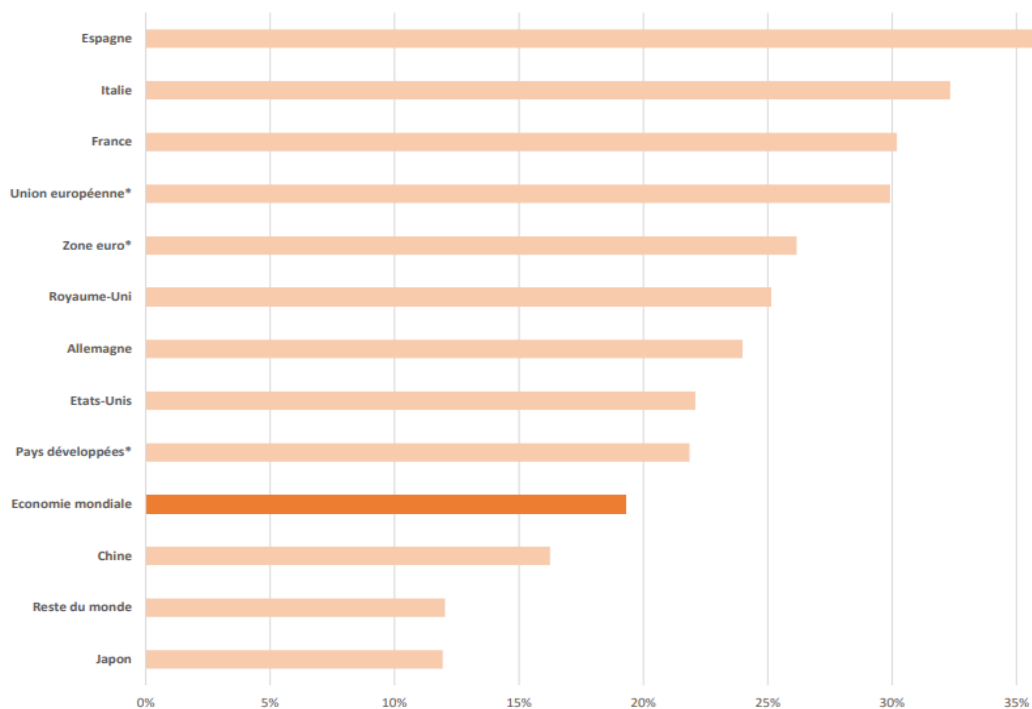
En effet, l'impact de cette pandémie à l'échelle mondiale, régionale et nationale se montre très difficile à cerner, mais apparaîtra, probablement, à tous les niveaux et notamment sur les plans économique, financier et social.

Naturellement, nous commençons par l'économie de la Chine frappée en premier et nous rappelons que celle-ci a bien performé et a fortement progressé en moyenne de 9,4% par an au cours de la période 1978-2019. Cependant, elle a, pour la première fois en 40 ans, vu diminuer son PIB de 6,8% au premier trimestre de 2020 par rapport au premier trimestre de l'année précédente.

L'Europe n'a pas été épargnée par la vague de propagation du coronavirus et ainsi par la crise que cette pandémie a déclenchée. La Commission Européenne prévoit une contraction de 7,5% du PIB en 2020 entraînant une perte de 12 millions d'emplois à temps plein, selon l'Organisation internationale du travail.

Aux Etats-Unis, l'activité économique s'est fortement contractée en mars 2020 entraînant une contraction du PIB réel annualisé de 4,8% (U.S. Bureau of Economic Analysis) au premier trimestre de 2020. Non seulement cela mais aussi, le taux de chômage s'est établi à 14,7% ('US Bureau of Labor Statistics') en avril 2020 comparativement à un taux de chômage de 3.5% en février 2020.

Nous décomposons le monde en 12 pays / zones : France, Allemagne, Italie, Espagne, Royaume-Uni, Etats-Unis, Japon, Chine, Reste ZE (ZE : zone européenne), Reste UE (UE : union européenne), Reste Pdev (pays développés), Reste du Monde ; et nous présentons le graphe des pertes de valeur ajoutée par zone en avril 2020 et ce en points de valeur ajoutée de la zone.



**Figure 1: graphe de la perte de valeur ajoutée par pays en avril 2020- source : site de l'Observatoire français des conjonctures économiques (OFCE)**

En général, le monde a enregistré une récession mondiale (baisse du PIB mondial) de 19 % en avril 2020 et des destructions d'emplois remarquables ce qui a augmenté le taux de chômage de manière déplorable.

## 2. Impact économique par secteur :

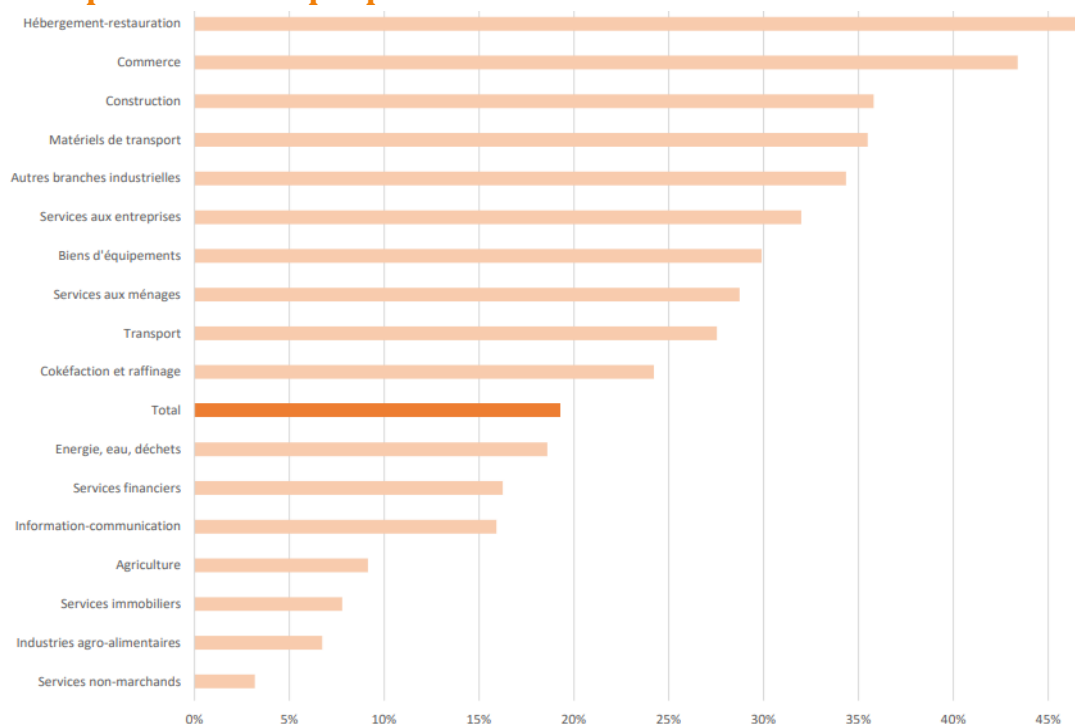


Figure 2 : graphe de la perte de valeur ajoutée par secteur en avril 2020 – source : site de l'Observatoire français des conjonctures économiques (OFCE)

Remarquons que le graphe ressort que le secteur le plus affecté à l'échelle internationale est celui de la restauration et l'hébergement avec une perte de valeur-ajoutée qui dépasse 45%. De l'autre côté, le service des industries agro-alimentaires et des services non marchands sont les secteurs les moins affectés par la crise de la pandémie. Ces deux résultats s'expliquent par le confinement qui a été dicté dans la majorité des pays et qui implique ainsi le niveau zéro pour le tourisme, l'hébergement et la restauration et le niveau le plus élevé de la consommation agro-alimentaire.

## 3. Perspectives de l'économie mondiale :

Dans son rapport sur les perspectives de l'économie mondiale, le FMI souligne : « il est très probable que l'économie mondiale connaisse cette année (2020) sa pire récession depuis la Grande dépression, soit une récession plus grave que celle observée lors de la crise financière mondiale il y a une dizaine d'années. »

Selon le Dr Doom ou encore l'économiste Nouriel Roubini, l'économie mondiale connaîtra une terne reprise en U (reprise laborieuse) cette année. Nonobstant, une « super Grande Dépression » en forme de L suivra plus tard cette décennie : une dynamique dans laquelle l'activité économique chute puis se stabilise à un niveau bas.

Selon les projections du FMI, le PIB mondial devrait se contracter de 4,9 % en 2020. Un peu plus tard, en 2021, la croissance mondiale devrait atteindre 5,4 %. Le FMI ajoute que l'impact négatif sur les ménages à bas revenus sera particulièrement

sévère, et pourrait compromettre les progrès considérables qui ont été accomplis en matière de réduction de l'extrême pauvreté dans le monde depuis les années 90. Autrement dit, le monde assistera à l'élargissement des écarts sociaux.

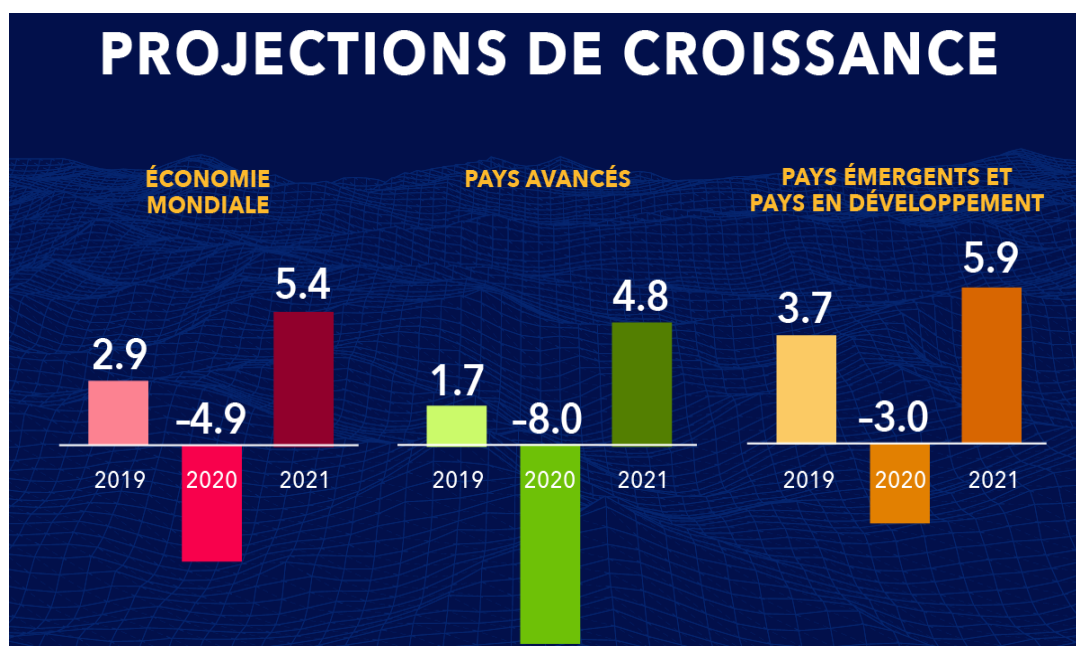


Figure 3 : projections de croissance élaborées par le FMI-source : site du FMI

## B. La pandémie à l'échelle nationale (Maroc) :

### 1. Impact économique du nouveau coronavirus :

Pour commencer, les effets de la catastrophe sanitaire au Maroc paraissent, certes, principalement endogènes, mais ils sont aussi exogènes dans la mesure où l'économie nationale est fortement indexée sur les économies de l'Europe occidentale, sur lesquelles elle est ouverte et cela apparaît remarquablement dans les secteurs du tourisme, du textile et de l'automobile.

En nous basant sur des analyses faites par des économistes marocains (et nous citons Mohammed Taher SBIHI, universitaire, économiste et chercheur en gestion financière) portant sur les derniers indicateurs conjoncturels disponibles, quoique provisoires, nous tirons les conclusions suivantes :

- ✓ Le taux de croissance économique ne devrait pas dépasser, dans les meilleurs cas 0,8%, et ce, au lieu d'une croissance initiale moyenne estimée à +2,5%. Le Centre Marocain de Conjoncture (CMC) n'exclue pas que ce chiffre soit même négatif.
- ✓ Les prix à la consommation auraient accusé une augmentation estimée à + 1,4% au premier trimestre 2020, au lieu d'une prévision initiale de + 0,7%.

- ✓ La demande étrangère au Maroc présenterait un fléchissement significatif. Elle passerait de +1,3 % à - 3,5 %.
- ✓ plus de 726 000 employés ont été mis au chômage, des suites des difficultés ou de la cessation d'activité de 142 000 entreprises. Cette population, est à ajouter aux 1 100 000 chômeurs recensés à fin 2019, soit un total de 1 826 000 chômeurs permanents et partiels. Compte tenu de ces chiffres, le taux de chômage au secteur formel passe de 9,2 % en 2019 à 15%.

Si nous examinons l'impact par secteur, la situation n'est point moins inquiétante vu que la grande majorité des secteurs sont affectés par la crise. Nous allons nous acquitter des secteurs qui nous paraissent les plus révélateurs.

- **Tourisme (hôtellerie, restauration, agences de voyage et location de voitures)** : en termes de chiffre d'affaires, la perte du secteur est estimée à 34 milliards de dirhams en 2020, toutes branches confondues. Le nombre des touristes régresserait de 90%, soit 6 millions de touristes, correspondant à 11, 6 millions de nuitées. Il s'agit de l'un des secteurs les plus affectés et qui nécessite de véritables mesures pour rétablir son essor.
- **Banques et assurances** : pour ces deux secteurs, en particulier, ils ont toujours connu des périodes d'expansion continue en période normale !
- **L'alimentaire et les produits de consommation courante** : indubitablement, ce secteur semble avoir bien profité de la pandémie et du confinement surtout, en maintenant voire même en doublant les ventes à des niveaux très élevés.
- **Télécommunications** : et enfin c'est le secteur qui semble être le rescapé de la crise pandémique, dans la mesure où il aurait réalisé globalement un grand envollement en termes de chiffre d'affaires, pendant la période de confinement. Ceci s'explique par la grande densité des appels téléphoniques et de l'internet qui auraient servi comme outil de travail à distance pour des uns et de suivi des cours pour des autres. A ajouter à cela, un refuge salutaire pour bon nombre de gens, dans les moments difficiles du confinement.

## 2. Perspectives de l'économie marocaine :

L'agence de notation internationale S&P (Standard & Poor's) Global Ratings prévoit, dans un rapport (publié le 3 avril 2020) que le PIB du Maroc stagnera en 2020 après avoir augmenté de 2,6% en 2019. Dans une note d'analyse d'impact de la crise de COVID-19 sur l'économie marocaine, la banque CFG (Casablanca Finance Group) prévoit une baisse du PIB entre 3% et 6,5% en 2020 et entrainera, par cela, « la plus forte contraction du PIB en 25ans ».

S'agissant du déficit budgétaire du pays, il s'élargira à 5,2% du PIB en 2020, d'après les prévisions de S&P, et de 7,5% du PIB soit à 80,6 milliards de DH en 2020 (en hausse de 38,5 milliards de DH), selon la note d'analyse de CFG.

Enfin, le FMI prévoit que le taux de chômage annuel au Maroc s'élèvera à 12,5% en 2020, de plus de 3% comparativement à l'année 2019, avant de reculer à 10,5% en 2021.

### **3. Mesures économiques prises par les pouvoirs publics au Maroc :**

Afin de combattre les répercussions néfastes du fléau sur l'économie marocaine, les pouvoirs publics se sont engagés pour la prise de mesures diverses, parmi lesquelles, nous citons :

- ✓ **La création du Comité de Veille Economique (CVE)** : une cellule qui a été chargée du suivi des répercussions économiques de l'épidémie Covid-19 et de la définition des mesures à prendre en vue d'en atténuer l'impact. Suite à ses décisions, le Maroc a assisté à l'indemnisation de 700 000 employés salariés en arrêt d'activité et déclarés à la Caisse Nationale de Sécurité Sociale (CNSS), à la suspension du paiement des charges sociales jusqu'au 30 juin 2020 pour les PME, TPME et les professions libérales...
- ✓ **La création d'un fonds national de solidarité** pour la gestion de l'épidémie qui servira au soutien de l'économie nationale et à l'atténuation des répercussions sociales, à travers l'accompagnement des secteurs touchés par la crise sanitaire.

## **II. Contexte organisationnel :**

---

### **A. Présentation de l'organisme et de ses filiales :**

Créée en 1961 par l'Etat Marocain, le Groupe Crédit Agricole du Maroc s'inscrit dans une volonté d'être la banque verte par excellence. Actuellement, il a une participation étatique de 75,2%, le reste est partagé entre la Caisse de Dépôt et de Gestion (10%), la Mutuelle Centrale Marocaine Agricole (4,9%), Mutuelle Agricole Marocaine d'Assurances (4,9%), Atlanta (2,5%) et SANAD (2,5%). Il dispose de plusieurs filiales notamment :



Figure 4 : Filiales du groupe CAM

## B. Présentation de la direction contrôle de gestion et ALM du CAM :

C'est au sein de ce département que nous avons passé l'intégralité de notre stage. En effet, il a pour objectif principal de bien coordonner l'utilisation de l'actif et du passif de la banque afin de maximiser sa rentabilité, dans le cadre d'une gestion saine des risques (liquidité et taux) et tout en demeurant en harmonie fluide avec les contraintes imposées par la réglementation.

Afin de répondre à cet objectif, les missions du comité ALM se résument en ce qui suit :

- la gestion prévisionnelle des risques de taux et de liquidité;
- la gestion des équilibres bilanciers de la banque ;
- le pilotage des activités par le système d'allocation des fonds propres (par activité ou par centre de profit) ;
- la mise en place des stratégies de couverture et de gestion des risques ALM.

## III. Cadrage du projet :

---

### A. Problématique traitée et objectifs du projet :

L'année 2020 a été marquée par le surgissement d'une pandémie qui a fait trembler tous les secteurs et a eu de mauvaises répercussions sur la sphère économique en secouant tous ses acteurs. Dans ce cadre, se montre le secteur bancaire qui s'est trouvé, brusquement, dans un déséquilibre inévitable ; et c'est exactement, pour faire face à ces situations qu'a vu le jour une technique de gestion : il s'agit de l'ALM qui veille toujours à maintenir la balance bilancielle et à garantir la pérennité et la rentabilité de tout établissement. C'est pourquoi, nous avons préconisé le traitement de l'ALM bancaire à l'ère de COVID-19. Ainsi, tout au long de ce rapport, nous allons nous focaliser sur les objectifs suivants :

- ✓ Faire la gestion du risque de liquidité sur le moyen et long terme pour un compte à l'ère de COVID-19;
- ✓ Faire la gestion du risque de liquidité sur le court terme pour le groupe du CAM ;
- ✓ Faire la gestion du risque de taux pour le même premier compte à l'ère de COVID-19.

Ceci nous renvoie aux sous-objectifs suivants :

- ✓ Modéliser les dépôts à vue par l'approche des séries chronologiques ;
- ✓ Modéliser les dépôts à vue en se référant à des modèles prédéfinis ;
- ✓ Comparer et Valider le modèle retenu ;
- ✓ Déterminer les impasses de liquidité et donner des interprétations ;
- ✓ Calculer le ratio LCR pour le groupe du CAM ;
- ✓ Modéliser la courbe des taux marocaine ;
- ✓ Faire des simulations et des prévisions ;
- ✓ Valider le modèle retenu ;
- ✓ Déterminer les impasses en taux, donner des interprétations et proposer des outils de couverture ;
- ✓ Simuler des scénarios de stress de la courbe des taux et des DAV...

### B. Logiciels utilisés :

Tout au long du rapport, nous avons utilisé le logiciel R pour l'accomplissement de la majorité des tâches soit la modélisation de la courbe des taux ainsi que sa validation, l'implémentation de l'approche en séries chronologiques ainsi que sa validation, l'implémentation des modèles prédéfinis ainsi que leur validation... Nonobstant, nous nous sommes référés au logiciel SPSS pour appuyer nos résultats et

nous rassurer qu'il s'agit bien des bonnes valeurs (uniquement dans le risque de liquidité). Pour le calcul des impasses et du ratio LCR, nous avons construit un fichier Excel dans lequel nous avons exécuté tous les calculs.

Pour la simulation de scénarios de stress, nous avons utilisé le logiciel ModelRisk.

Nous précisons qu'après avoir terminé le projet, nous nous sommes concentrées sur le langage python, ce langage qui gagne de plus en plus de succès, compte tenu de sa polyvalence et sa simplicité, pour y ré-implementer la modélisation de la courbe des taux marocaine. Toutefois, ceci ne fera pas objet de traitement dans ce rapport...

### C. Phases du projet :

Nous avons organisé notre projet en 5 phases.

- **Phase préliminaire** : intégration dans le groupe, identification du besoin et par la suite de la problématique à traiter.
- **Phase 1** : Revue de littérature : impact économique de la pandémie COVID-19, ALM bancaire, Vasiček sous R, le logiciel ModelRisk et son utilisation...
- **Phase 2** : élaboration du plan et traçage des grandes étapes détaillées du projet.
- **Phase 3** : collection des données nécessaires et initiation.
- **Phase 4** : application et interprétation des résultats.

### D. Acteurs du projet :

- **Encadrement :**

M. LAAMIM Mohamed Amine : Directeur ALM au sein du groupe CAM ; Encadrant externe.

M. EL QALLI Yassine : Professeur à l'INSEA ; Encadrant interne.

- **Exécution:**

OUKHOUYA Asmae.

### E. Contraintes rencontrées :

« Comme dans la vie, les contraintes existent partout » *proverbe africain.*

La période du stage a coïncidé avec un contexte spécial à l'échelle internationale et nationale : la pandémie du nouveau coronavirus. De ce fait, après 15 jours de stage au sein de l'organisme, les conditions du confinement dans notre pays

ont dicté la poursuite du stage à distance ce qui nous a empêché de consulter la bibliothèque de l'institut pour s'enrichir de ses livres et surtout des anciens rapports de stage.

En plus, ceci nous a empêchés de poursuivre la découverte du métier de près et nous nous sommes contentées des renseignements à distance. De surcroît, la confidentialité des données a laqué notre stage. Pourtant, nous avons pu tout contourner pour enfin répondre à l'objectif initial tracé soit l'acquisition des techniques de gestion ALM pour le risque taux et liquidité.

Non seulement cela, mais nous avons profité du contexte économique qu'a dictée la propagation du nouveau coronavirus pour décrypter son impact à l'échelle nationale et internationale puis exécuter l'ALM en pleine période de difficultés et rimer, ainsi, avec son objectif : maintenir l'équilibre du compte, garantir sa pérennité et poursuivre l'évolution de sa rentabilité.

**Partie I : La banque :  
Composition et  
Réglementation :**

# **Chapitre I : Présentation de l'activité bancaire**

---

De par son activité économique très cruciale et de par le rôle intrinsèque que joue la Banque dans le tissu économique de tout pays voire même à l'échelle mondiale, une bonne gestion spécifique et une réglementation générale et détaillée s'avèrent à cet égard nécessaires voire même essentielles. Nonobstant, un bon contournement d'un objet requière sa bonne connaissance avant tout.

C'est pourquoi, nous allons procurer cette partie à la délimitation de l'activité bancaire.

Nous allons commencer par présenter la banque en tant qu'intermédiaire financier et ainsi évoquer sa fonction principale puis les risques que cela comporte tout en laissant un grand paragraphe à la chronologie architecturale de la réglementation internationale et nationale des banques. Ensuite, nous allons présenter la banque comme firme et donc évoquer les spécificités de sa structure financière.

# I. La banque en tant qu'intermédiaire financier :

---

## A. Définition de l'intermédiation financière :

En 1960, les deux économistes John G. Gurley et Edward S. Show ont avancé que l'activité principale de la banque est l'intermédiation entre les agents à excédent de ressources et les agents à déficit de financement, recevant des premiers des dépôts liquides à vue ou à terme contre rémunération, et octroyant aux deuxièmes des crédits rémunérés à taux d'intérêt débiteurs largement supérieur aux taux d'intérêt créditeurs dont bénéficient les déposants.

En 1982, l'économiste Jean-Pierre Patat écrit dans son livre **Monnaie, institutions financières et politique monétaire** : « les intermédiaires financiers bancaires peuvent être définis comme des établissements bancaires qui collectent des ressources et les émettent à la disposition d'autre particulier, entreprise ou pays pour la couverture de leurs besoins de financement. »

L'INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques) définit à son tour l'intermédiation financière comme étant l'acheminement des fonds entre des tierces parties dont l'une dispose de moyens excédentaires et l'autre est à la recherche de fonds.

Retenons finalement que l'intermédiation financière, fonction principale de la banque, consiste à collecter les disponibilités sous forme d'épargne et de dépôts auprès des agents économiques et à accorder des crédits.

### **Remarque :**

*A noter aussi que les intermédiaires financiers n'ont pas un rôle passif dans l'économie. En effet, leur rôle ne consiste pas seulement à mettre en contact les offreurs et les demandeurs, mais aussi à réaliser un équilibre entre eux.*

## B. Risques liés à l'intermédiation financière :

De par sa définition, la notion de risque se montre incluse dans le rôle d'intermédiation joué par la banque.

En effet, l'intermédiation est non seulement le commerce de l'argent mais aussi et surtout le commerce du temps (le taux d'intérêt représentant le prix du temps pour l'argent). Nous pouvons ainsi remarquer qu'à la différence des activités industrielles, la matière première n'est pas matérielle, et les opérations s'étalent dans le temps sur

plusieurs années. A titre d'exemple, il est possible de vendre un crédit à un client sans avoir levé sur les marchés les ressources nécessaires pour une bonne gestion.

De ce fait, les activités d'intermédiation présentent naturellement des risques notamment des risques financiers qui peuvent affecter le résultat et le patrimoine de la banque. Ces risques sont multiples et il est ainsi primordial de les évoquer et de les définir afin de pouvoir les cerner.

### 1. Définition des risques financiers :

De façon générale, la notion de risque désigne l'incertitude qui pèse sur les résultats et les pertes susceptibles de survenir lorsque les évolutions de l'environnement sont adverses. Plus particulièrement, les risques financiers naissent des aléas des marchés financiers et se concrétisent par des évolutions défavorables de la situation financière ou des résultats d'un établissement à la suite des mouvements des marchés.

### 2. Cartographie des risques encourus par une banque :

Tableau 1: cartographie des risques bancaires

Il s'agit essentiellement du :
risque de contrepartie
risque de liquidité
risque de change
risque de taux
risque opérationnel
risque de marché
risque de solvabilité

#### ➤ Risque de contrepartie /défaut/crédit:

L'économiste Joel Bessis, dans son livre : **Gestion des risques et gestion actif-passif des banques** (1995, p15), définit le risque de contrepartie comme : «*le risque de défaut des clients, c'est-à-dire, le risque des pertes consécutives au défaut d'un emprunteur face à ses obligations* ». C'est le premier des risques auquel est confronté un établissement financier.

#### **Remarque :**

*Les principales entreprises de notation (Standard and Poor's, Moody's, Fitch....) notent les émetteurs en se référant à une échelle qui leur est propre et ce risque croit avec la probabilité de défaut qui, elle, augmente quand la notation de l'émetteur se détériore.*

➤ Risque de liquidité :

Dans le même livre, J.Bessis (p16-17) avance : « le risque de liquidité est celui de disposer de liquidités bancaires insuffisantes. Ceci veut dire que les actifs liquides disponibles ne semblent pas suffisants pour faire face à des besoins inattendus. Dans cette optique la liquidité est plutôt un coussin de sécurité pour gagner du temps en présence de difficultés ».

D'ailleurs, c'est l'un des principaux risques auxquels sont confrontées les institutions financières (banques, compagnies d'assurance et fonds de pension) et l'une des principales causes de la crise financière de 2008. En plus, c'est un risque complexe et ne peut pas être quantifié facilement et c'est pourquoi, il fera l'objet d'une grande partie de notre projet.

En effet, lorsqu'un établissement bancaire ne dispose pas d'une liquidité adéquate, il ne peut obtenir des fonds suffisants à un coût raisonnable, qu'en augmentant son passif, ou en convertissant rapidement des actifs, ce qui affecte sa rentabilité et d'où la nécessité de sa bonne gestion.

Ajoutons que ce risque provient aussi de l'éventualité d'une baisse de rentabilité induite pour la variation des taux d'intérêt. Il peut notamment se manifester à l'occasion d'opérations de transformation lorsque les banques financent des crédits de long terme à taux fixe par des ressources de court terme dont le taux d'intérêt s'accroît soudainement.

Notons finalement que dans des proportions plus importantes, ce risque peut, s'il se produit, aboutir à la faillite et l'insolvabilité de la banque.

➤ Risque de change :

De manière générale, Il s'agit d'un risque directement lié aux fluctuations des cours des devises internationales entre elles, et indirectement lié au facteur temps. Plus précisément, un investisseur est exposé au risque de change lorsqu'il détient des monnaies particulières confrontées à des mouvements volatils, en raison de facteurs fondamentaux tels que les variations de taux d'intérêt.

Ce risque peut être géré de deux façons soit par la neutralisation soit par la couverture :

- **La neutralisation** consiste à ajuster la position de change de la banque devise par devise afin de supprimer les positions courtes ou longues. Il s'agit d'augmenter les éléments d'actifs ou diminuer les éléments de passifs en cas de position courte et dans le cas d'une position longue.

- **La couverture** est assurée à travers les instruments de marché (le marché de change à terme, futures de devises, options de change et swaps de change) lorsque la neutralisation n'est pas possible.

➤ **Risque de taux :**

Comme son nom l'indique, c'est le risque dû aux variations du taux d'intérêt. Ainsi, il couvre la volatilité qui se produit avec l'évolution des taux d'intérêt en raison de facteurs fondamentaux tels que les politiques monétaires.

➤ **Risque opérationnel :**

Le comité de Bâle le définit comme : le risque de pertes provenant de processus internes inadéquats ou défaillants, de personnes et systèmes ou d'événements externes.

Ainsi, il est à noter que cette définition recouvre les erreurs humaines, les fraudes et malveillances, les défaillances des systèmes d'information, les problèmes liés à la gestion du personnel, les litiges commerciaux, les accidents, les incendies, les inondations, ...

De-là, son champ d'application se montre tellement large que nous pouvons facilement toucher la complexité d'estimation de ce risque.

➤ **Risque de marché :**

Ce risque est lié à l'instabilité des différents paramètres du marché. Les types de risques de marché les plus courants comprennent le risque de taux d'intérêt, le risque actions, le risque de change, le risque des matières premières et les risques sur produits dérivés.

En d'autres termes, il réfère à la possibilité pour un investisseur d'avoir des pertes en raison de facteurs qui affectent la performance globale des marchés financiers dans lesquels son activité s'effectue. Pourtant, ce risque également appelé « risque systématique », ne peut pas être éliminé par diversification, bien que l'on puisse être protégé contre. De surcroît, les sources de risque de marché comprennent les récessions, les turbulences politiques, les changements de taux d'intérêt, les catastrophes naturelles et les attaques terroristes...

➤ **Risque de solvabilité :**

Il s'agit du risque de ne pas disposer de fonds propres suffisants pour absorber des pertes éventuelles. A remarquer que le risque de contrepartie désigne la dégradation de la solvabilité des contreparties, et non de l'établissement prêteur ce qui définit la différence entre le risque de solvabilité et celui de contrepartie.

## II. La banque en tant que firme :

---

Après avoir éclaté les implications de l'intermédiation financière que joue une banque et avant de passer aux méthodes de gestion des différents risques présentés, nous allons d'abord s'acquitter d'une partie pour découvrir les différentes composantes de la structure financière d'une banque notamment : le bilan, le hors-bilan, la rentabilité bancaire...

### A. Structure financière de la banque :

#### 1. Bilan :

De manière générale, un bilan est une photographie à un instant donné de la situation patrimoniale d'une société. Il liste la source des fonds disponibles (Passif) et leur utilisation (Actif).

Nonobstant, la structure du bilan d'une banque est différente de celle des autres sociétés et ce dû à son fonctionnement. En effet, la banque a quatre préoccupations principales :

- 1) **La première** est de s'assurer qu'elle a suffisamment de réserves pour rembourser ses déposants lorsqu'il y a des mouvements de retrait des dépôts.  
→ Elle doit s'engager dans la gestion de liquidité.
- 2) **La deuxième** est de poursuivre un objectif de niveau de risque faible et acceptable en acquérant des actifs avec un taux de défaut réduit et en diversifiant les actifs détenus.  
→ Elle doit bien gérer son actif.
- 3) **La troisième** préoccupation consiste en l'acquisition de fonds à faible coût.  
→ Elle doit bien gérer son passif.
- 4) Enfin **une quatrième** préoccupation est de bien définir le niveau de fonds propres à maintenir.

De par la multiplicité de ces préoccupations, le bilan d'une banque se montre plus compliqué. De manière simplifiée, il se présente de la façon suivante :

Tableau 2 : structure du bilan bancaire

Actif (ce que la banque a)	Passif (ce que la banque doit)
Prêts interbancaires	Emprunt interbancaire
Crédit Clientèle	Dépôts de la clientèle
Divers	Divers
	Certificat de dépôt
Portefeuille titres	Obligations
Immobilisations	Fonds propres

### 1.1. Actif :

Nous désignons d'actifs bancaires : l'utilisation des fonds que la banque collecte en émettant des dettes. Ces actifs peuvent être classés en quatre catégories et ce selon leur degré de liquidité ; c'est-à-dire selon la possibilité de les vendre, rapidement et sans perte en capital, sur un marché :

- **Les plus liquides** sont composés du cash et des titres de l'Etat ;
- Les actifs pour lesquels il existe **un marché organisé** (actions, prêts interbancaires ...)
- **Les crédits à la clientèle** qui, selon les pays et selon le type de crédit, peuvent être, plus ou moins, facilement vendus soit directement sur un marché, soit via des opérations plus complexes telles que des titrisations ;
- Les participations et tous les emplois **difficiles à céder**.

Du côté de l'actif, nous trouverons aussi les prêts que la banque a accordés, les obligations dont elle dispose dans son portefeuille et le nombre de produits structurés qu'elle a en sa possession. A ajouter à cela la valeur des bâtiments (immobilisations...) qui y figure également.

### 1.2. Passif :

Le passif représente les dettes de la banque mais renseigne aussi sur l'origine des ressources, c'est-à-dire les fonds collectés par la banque. Ces fonds reçus qui seront investis en actifs produisant un revenu ; les principaux postes du passif sont :

- **Emprunts** : il s'agit, pour le Maroc, de deux types:
  - ✓ Emprunts obligataires : ce sont des emprunts à long terme qui sont divisés en parts égales : obligations ;
  - ✓ Titres de créances négociables (TCN) : « titres représentatifs de droits de créances, émis au gré de l'émetteur et qui comprennent : les certificats de dépôt, les bons des sociétés de financement et les billets de trésorerie. » Celle est la définition fournie par l'AMMC. Nous

ajoutons qu'ils n'incluent pas les bons de caisse et les titres subordonnés.

- **Dépôts de la clientèle** : une bonne partie des ressources courantes de la banque est constituée par les dépôts de la clientèle. Ces dépôts collectés par les banques constituent une dette à l'égard des déposants. Les dépôts sont liquides ou quasi liquides (à vue ou à terme) :
  - ✓ Dépôts à vue (DAV) : appelés également « comptes sur chèques » puisqu'ils permettent au détenteur du compte de régler une tierce personne par remise d'un chèque émis sur le compte. Ces dépôts constituent une véritable source de risque de liquidité vu que c'est la plus large dette de la banque.
  - ✓ Dépôt à terme (DAT) : il s'agit, ici de dépôts qui n'offrent pas de moyens de paiement. Autrement dit, les détenteurs ne peuvent pas émettre de chèques sur ces comptes d'où l'appellation « à terme ». On distingue les comptes sur livrets, les dépôts à terme et les certificats de dépôts (CD).
- **Provisions** : c'est un poste aussi important et dangereux dans le passif du bilan d'une banque et il fait référence aux provisions pour risques et charges et aux provisions réglementées.
- **Fonds propres** : ce poste concerne le capital de la banque, sa valeur nette, qui est égale à la différence entre le total des actifs et celui des dettes, ces fonds sont levés en vendant de nouvelles actions, ou proviennent des bénéfices mis en réserves ; c'est ce capital qui représente une couverture contre l'insolvabilité de la banque.

## 2. Hors bilan :

Alors que le bilan représente la situation patrimoniale de l'entreprise, c'est-à-dire les actifs dont elle dispose et les passifs auxquels elle doit faire face, les engagements hors bilan concernent des droits et obligations qui, s'ils se réalisent, sont susceptibles d'améliorer cette situation patrimoniale.

Ces engagements doivent résulter d'une obligation contractuelle. Ils correspondent à des actifs ou des passifs éventuels et les principaux postes du hors-bilan sont :

Tableau 3: structure du hors-bilan bancaire

Actif Hors-Bilan	Passif Hors-Bilan
Engagements de financement donnés	Engagements de financement reçus
Engagements de garanties donnés	Engagements de garanties reçus
Engagements sur titres à recevoir	Engagements sur titres à livrer
Engagements sur devises à recevoir	Engagements sur devises à livrer
Instruments financiers à terme de taux	Instruments financiers à terme de taux

Parmi lesdits engagements, nous citons principalement les garanties données ou reçues ou encore les contrats de crédit-bail. Les premières se présentent pour l'entreprise comme l'assurance d'être payées par ses débiteurs. Les garanties sont ainsi des éléments qui permettent à l'entreprise d'investir ou d'emprunter à une autre entreprise tout en acquérant la certitude de recouvrer son droit.

### 3. Rentabilité bancaire :

De manière générale, la rentabilité d'un établissement représente son aptitude à dégager de son exploitation des gains suffisants, après déduction des coûts nécessaires à cette exploitation, pour poursuivre durablement son activité.

Pourtant, la rentabilité bancaire ne peut pas toujours être appréciée par le seul examen du **résultat net (RN)**, qui est un solde intégrant parfois des produits ou charges non récurrents qui peuvent masquer la structure de la rentabilité des établissements.

C'est pourquoi l'analyse de celle-ci passe par la mise en évidence de soldes intermédiaires de gestion qui permettent d'identifier les éléments ayant concouru à l'obtention du résultat final. Nous précisons, ici, que nous allons nous baser sur ces soldes afin d'assurer une bonne gestion actif-passif garantissant par cela une bonne rentabilité bancaire. Nous citons :

- **Le produit net bancaire (PNB)** calculé par différence entre les produits bancaires et les charges bancaires. Il mesure la contribution spécifique des banques à l'augmentation de la richesse nationale. Ce solde peut en cela être rapproché de la valeur ajoutée dégagée par les entreprises non financières (SNF).
- **Le produit global d'exploitation (PGE)** : est un solde intermédiaire qui ajoute au PNB, les produits accessoires et divers, les plus-values nettes de cession sur immobilisations corporelles ou incorporelles, les plus-values nettes de cession sur immobilisations financières et les dotations nettes aux provisions sur immobilisations financières.

- **Le résultat brut d'exploitation (RBE)** : qui s'obtient en retranchant du PNB, majoré des produits accessoires, le volume des frais généraux et des dotations aux amortissements. Il permet d'apprécier la capacité d'un établissement de crédit à générer une marge après imputation du coût des ressources et des charges de fonctionnement.
- **Le résultat d'exploitation (RE)** : correspond au RBE diminué des dotations nettes aux provisions d'exploitation. *C'est à ce niveau que la notion de risque est prise en compte.* Depuis 1993, ce solde a été remplacé par le résultat courant avant impôt.
- **Le résultat net (RN)** : qui intègre, outre le résultat d'exploitation, les autres produits et charges de caractère le plus souvent exceptionnel, les dotations au fonds pour risques bancaires généraux et l'impôt sur les sociétés.

#### 4. Solvabilité bancaire :

La solvabilité d'une entreprise, en général, traduit l'aptitude de celle-ci à faire face à ses engagements en cas de liquidation et à satisfaire à certaines normes de viabilité financière.

S'agissant d'une banque, les dettes sont constituées par des dépôts à vue et des emprunts à plus ou moins long terme. Les actifs financiers sont constitués des crédits octroyés, des placements dans d'autres produits financiers, des participations notamment dans d'autres établissements financiers.

De-là, une banque doit disposer de fonds propres : capital social, bénéfice non distribué et autres fonds mis en réserve. C'est d'ailleurs pourquoi, le niveau de fonds propres est qualifié de garant de la solvabilité de la banque face aux pertes que les risques pris à l'actif sont susceptibles d'engendrer.

C'est pourquoi, la Banque des Règlements Internationaux (BRI), dont le siège est à Bâle en Suisse, a établi des ratios de solvabilité que toutes les banques doivent respecter. Nonobstant, et vu que la crise de 2008 était due principalement à un problème de solvabilité, de nouvelles règles et de nouveaux ratios ont vu le jour : d'où la naissance de Bâle III.

Bâle I, Bâle II, Bâle III et toute la chronologie de la réglementation bancaire internationale et nationale : représentent le sujet de notre partie suivante.

# **Chapitre II : Architecture de la réglementation bancaire et Présentation de l'ALM :**

---

Afin de soutenir la solidité et l'intégrité des firmes bancaires, la réglementation bancaire n'a cessé d'évoluer pour enfin définir une approche prudentielle, perçue comme étant l'unique moyen de régulation tout en garantissant une conformité aux règles du marché.

Ceci dit, les soubassements de cette amélioration penchent vers l'adaptation à la libéralisation de la sphère financière vers les années 80, ainsi que la privatisation de la quasi-totalité des banques au monde. Nonobstant, cette nouvelle dimension a été laquée par une prise de risques excessive et exubérante engendrant, à chaque fois, des séries de crises.

De plus, ayant pour objectif principal : booster l'activité économique tout en évitant les débâcles financières, le régulateur s'est engagé à instaurer un comité prudentiel qui se chargera de trois missions principales, à savoir : la supervision, la discipline du marché et le respect des ratios des fonds propres minimaux.

Toutefois, au fil des années, des insuffisances apparaissent dans les réglementations et une nouvelle révision des règles par le comité de Bâle s'avère à cet égard primordiale. C'est ainsi que nous allons assister, tout au long de ce chapitre, à la chronologie des réglementations ainsi qu'aux nouveautés apportées par chaque version à savoir : Bâle I, Bâle II, Bâle III et même Bâle IV...

Non loin de cette histoire, a été narrée l'histoire de la Gestion Actif-Passif (encore dite ALM : Asset Liability Management). Il s'agit, ici, d'une technique de gestion financière qui s'est rapidement développée en parallèle avec les techniques de gestion des risques et du pilotage stratégique. Son objectif principal est de maîtriser les conséquences négatives potentielles des risques financiers.

Ceci dit, il ne s'agit pas seulement d'un outil pour mesurer les risques à travers des méthodes quantitatives, mais aussi et surtout de les suivre et de les contrôler en vue d'assurer une visibilité suffisante sur les résultats futurs et les aléas qui pourraient les affecter.

De ce fait, ce chapitre tracera la chronologie architecturale de la réglementation à l'échelle internationale et nationale ; et s'étalera aussi sur une présentation bien

détaillée pour cet outil de pilotage (ALM) tout en rappelant les deux risques majeurs qui font l'objet de cette gestion et qui feront aussi l'objet d'application de notre projet de fin d'études !

# I. Réglementation Bâloise internationale :

---

## A. Premier accord: Bâle I:

### 1. En quoi consiste Bâle I ?

Comme nous l'avons déjà mentionné, la fin des années 1970 a fait appel à un profond mouvement de dérèglementation financière et ainsi des conglomérats internationaux ont été constitués. De surcroît, la croissance des opérations a placé la réglementation au cœur des problématiques des institutions bancaires. C'est ainsi qu'au vu le jour, en 1974, le Comité de Bâle, chargé notamment de veiller au renforcement et à la stabilité du système financier. 14 ans après, en 1988, les « Accords de Bâle 1 » sur la réglementation bancaire internationale ont vu le jour.

Basé essentiellement sur le ratio Cooke, le cadre Bâle I définissait les exigences minimales des fonds propres par rapport à l'ensemble des encours de crédit accordés par une institution financière. Ainsi, le niveau du ratio Cooke était fixé à 8% des emplois pondérés. Ce ratio est articulé autour de 3 couches de capital : les fonds propres Tiers 1 avec un minimum de 4% du ratio, les fonds propres Tiers 2 et les fonds propres Tiers 3...

### 2. Insuffisances de Bâle I :

En effet, les accords de Bâle I ont pour objectif de maîtriser le risque de crédit alors que les autres véritables risques, tels les risques de taux, de marché, ou de change, ne sont pas concernés ce qui pose déjà problème.

En outre, l'émergence d'un marché actif des produits dérivés à partir des années 1996 s'est ajoutée pour être l'un des principaux catalyseurs en faveur d'une révision urgente du cadre réglementaire issus des accords de Bâle I.

Enfin, nous pouvons conclure que cette réglementation s'est révélée insuffisante.

## B. Transition de Bâle I vers Bâle II :

Tenant compte de toutes les insuffisances enregistrées pour le premier accord, le comité de Bâle a décidé de mettre en œuvre une nouvelle réglementation : Bâle II.

S'agissant des nouveautés apportées, les recommandations de Bâle II mettent en évidence la nécessité de la gestion du risque de taux, mais également mettent l'accent sur la liquidité : les scénarios de crise doivent intégrer le risque de liquidité dans la projection des flux sur la base de différentes hypothèses de sévérité. Ces hypothèses doivent intégrer à la fois des facteurs externes (liquidité du marché) et des facteurs

internes (problèmes de refinancement). Cependant, ces conclusions ont donné lieu à des consultations et un débat intense ; ce qui a entraîné le retard de la mise en application de ces accords de « Bâle », prévue d'abord en 2004 puis en 2005 et enfin en 2006.

En gros, Bâle II a introduit un nouveau ratio de solvabilité intitulé « ratio de McDounough » intégrant ainsi un troisième risque, en plus du risque de crédit et du risque de marché, à savoir le risque opérationnel ; et sa réforme a comporté trois volets complémentaires et interdépendants :

- **Pilier 1** : définition des exigences minimales de Fonds Propres ;
- **Pilier 2** : établissement d'un processus de surveillance prudentielle ;
- **Pilier 3** : la discipline de marché.

### C. Transition de Bâle II vers Bâle III :

Bâle II, à son tour, n'a pas échappé aux limites. D'ailleurs, la crise bancaire et financière qui a débuté en 2007 (crise « des subprimes ») a été au menu pour révéler des failles dans les systèmes tant américains qu'euro-péens. Nous citons, entre autres, les problèmes de liquidité, la non-prise en compte du caractère systémique, la prise de risque excessive, les erreurs de jugement des agences de notation et le manque de transparence.

Par ailleurs, la réforme du Bâle III a vu le jour le 16 décembre 2010 et a présenté de nouvelles mesures destinées à encadrer et suivre le risque de liquidité.

A cette fin, deux nouveaux ratios ont été définis : le ratio de liquidité long terme (NSFR) et le ratio de liquidité court terme (LCR) et ce en se basant sur cinq mesures nécessaires :

- 1) Renforcement des qualités des fonds propres : en allouant plus de fonds propres aux activités les plus risquées.
- 2) Introduction d'un « coussin contra-cyclique » : ce coussin serait utilisé en cas de crise et aussitôt reconstitué en période de croissance.
- 3) Instauration des ratios de liquidité : LCR – NSFR ...
- 4) Maîtrise de l'effet de levier : Un ratio de levier a été défini par le comité de Bâle, fixé à 3% du Tiers I (fonds propres de base instaurés par Bâle I), visant à maîtriser la croissance des bilans.
- 5) Réduction du risque systémique : à ce stade, les banques doivent limiter les volumes de transactions avec d'autres banques et institutions financières.

Dans ce paragraphe, nous revenons sur les deux ratios de liquidité et ce vu que la gestion du risque de liquidité fera l'objet d'une bonne partie de notre projet.

D'un premier abord, le **LCR** est un ratio à un mois qui vise à permettre aux banques de résister à des crises de liquidité aiguës sur une durée d'un mois. Pour cela, le montant des réserves de liquidité, cash et actifs hautement liquides doit être supérieur au montant des exigibilités et fuites de liquidité sur un mois dans un scénario adverse (stressé).

Ce ratio contraint les banques à détenir un stock d'actifs sans risque et facilement négociables afin d'être en capacité de compenser des décaissements importants, tels que les retraits importants d'encours sur des dépôts à vue suite à une crise de confiance, sur un mois.

$$LCR = \frac{\text{Encours d'actifs liquides de haute qualité}}{\text{Sorties nettes de trésorerie sur les 30 jours suivants}} \geq 100 \%$$

D'ailleurs, ce ratio représente l'une des briques principales de la gestion de liquidité à court terme et nous reviendrons en détail, plus tard, sur les éléments qui composent son numérateur et son dénominateur.

D'un second abord, le **NSFR** est un ratio à un an qui complète le ratio de liquidité à court terme et vise à permettre aux banques de résister un an à une situation de crise spécifique à l'établissement. Pour cela, le montant des ressources disponibles considérées comme stables doit être supérieur au montant des besoins en ressources stables.

$$NSFR = \frac{\text{Montant de financement stable disponible}}{\text{Montant de financement stable exigé}} \geq 100 \%$$

#### **D. De Bâle III à Bâle IV :**

Il est à noter que Bâle III a conservé la façon d'estimer le risque de crédit, de marché et opérationnel. Cette estimation se faisant notamment par des approches internes aboutit à une variabilité selon les banques. Ainsi pour remédier à cette variabilité le comité de Bâle s'est à nouveau réuni pour négocier une finalisation de Bâle III en s'attaquant aux règles de calcul des RWA : Risk Weighted Asset.

Concernant le risque de crédit, cette réforme a pour objectifs majeurs :

- ✓ Améliorer la comparabilité des approches de calculs de RWA ;
- ✓ Réduire leur complexité ;
- ✓ Limiter l'hétérogénéité des régulateurs locaux.

**Remarque :**

*Il est à noter que pour les risques de liquidité et de taux, les recommandations de Bâle II fournissent un large éventail de facteurs qui doivent être envisagés en ALM pour une gestion saine de risques. C'est, d'ailleurs, pourquoi cette gestion sera présentée en détail dans le chapitre suivant et c'est aussi la raison pour laquelle elle est très concernée par les évolutions réglementaires en cours dans le secteur bancaire...*

## II. Réglementation nationale (Maroc) :

---

De manière générale, les établissements financiers marocains tardent à mettre en œuvre leur gestion des risques. Ce n'est qu'au 6 juillet 1993 que le Maroc a connu une réforme de son système bancaire en unifiant le cadre juridique applicable aux établissements de crédit, en renforçant le pouvoir de supervision de Bank Al Maghreb et puis en mettant en place un fond de garantie des dépôts ainsi qu'un mécanisme de soutien aux établissements de crédits en difficultés.

Ensuite, il fallait attendre treize ans plus tard pour qu'une autre réforme significative soit établie. En effet, le 14 février 2006, une loi a été établie pour approfondir les dispositions de la loi du 6 juillet 1993 et a été, principalement, marquée par l'élargissement du pouvoir de Bank Al Maghrib pour :

- ✓ contenir l'ensemble des activités des établissements de crédit, ainsi que les intermédiaires des opérations effectuées par ses établissements (un pouvoir qui était attribué au ministère des finances par la loi de 1993) ;
- ✓ conclure des conventions bilatérales au niveau international en matière de contrôle des établissements de crédits.

C'est ainsi que Bank Al Maghrib a commencé à avoir le souci de préparer des projets de recommandations générales afin d'améliorer la convergence des pratiques du suivi, de surveillance et de la gestion des risques. En 2018, dans son rapport sur la supervision bancaire, Bank Al Maghrib a évoqué les différentes règles du dispositif Bâle III qui entreraient en vigueur en 2019 et qui se résument en :

- ✓ pour le LCR ; le ratio minimum à respecter par les banques atteindra 100% au 1<sup>er</sup> juillet 2019.
- ✓ l'examen de la réforme du Ratio de liquidité NFSR (Net Stable Funding Ratio)...

## III. ALM bancaire :

---

### A. Contextualisation de l'ALM :

L'apparition de l'ALM ou encore l'Asset Liability Management (Gestion actif-passif) remonte aux années 1980 et ce aux Etats-Unis. Pourtant, elle revêtait une grande importance et a pu instaurer sa primordialité dans la gestion des risques. Il s'agit alors d'une technique de gestion financière qui s'est développée en parallèle avec les techniques de gestion des risques et du pilotage stratégique. Nonobstant, il ne s'agit pas seulement de mesurer les risques à travers des méthodes quantitatives, mais également et surtout de les suivre et de les contrôler.

L'ALM a été abordé par de nombreux auteurs :

- ✚ **En 1995**, Joel BESSIS a commencé par évoquer la différence entre l'ALM et la gestion des risques en avançant que la première est une gestion globale qui consiste à définir les grands équilibres du bilan en fonction des contraintes prudentielles, des limites globales des risques et des objectifs de performance ; alors que la seconde complète l'ALM en y ajoutant une dimension interne propre à l'entreprise en prenant en compte les spécificités de chaque établissement (bancaire).
  
- ✚ **En 1997**, cette définition a été améliorée par DUBERNET qui a avancé : « *La gestion actif-passif a pour fonction de gérer les risques financiers: les risques de taux, de liquidité, de change et de contrepartie sur la sphère financière. Elle participe aussi à la gestion des fonds propres de l'établissement en contribuant à définir les objectifs de niveau et de rentabilité de ceux-ci. C'est donc la gestion de l'équilibre global du bilan*».
  
- ✚ **En 2008**, VINTZEL a souligné : « *L'ALM est une méthode globale et coordonnée permettant à une entreprise, et notamment à une banque, de gérer la composition et l'adéquation de l'ensemble de ses actifs et passifs et de son hors-bilan* ».

A partir de toutes ces affirmations, nous pouvons conclure que l'ALM (notamment l'ALM bancaire) peut être définie comme une méthode globale et coordonnée permettant à une entreprise (notamment à une banque) de gérer la composition et l'adéquation de l'ensemble de ses actifs, passifs et de son hors bilan.

Nous passons ensuite à délimiter les objectifs principaux de l'ALM et nous commençons par Bitner qui les a limités en 1992 en trois objectifs, à savoir :

- gérer le risque de taux pesant sur le bilan de la banque ;
- gérer les besoins de liquidité relatifs à l'activité bancaire ;
- préserver le capital de la banque.

En 2001, BUSSAC & QUINAULT ont avancé que puisque la gestion ALM entre dans la gestion globale de taux de la banque, elle doit élargir son champ d'objectifs :

- identifier les risques de marché et leur méthode d'évaluation sous une forme globale.
- immuniser le bilan des différents risques de marché en mettant en place une politique de couverture et de financement adaptée.
- améliorer, voire maximiser le résultat de la banque.
- préserver le capital de la banque.
- facturer un taux client en cohérence avec le coût des ressources et le taux de rentabilité attendu par l'établissement.

## **B. Risques concernés (Objet de l'ALM bancaire) :**

Quoique la gestion actif-passif soit qualifiée de technique de gestion globale, elle ne se concentre que sur la gestion de trois risques majeurs : ceux qui pèsent la plus sur le bilan bancaire à savoir :

- le risque de taux d'intérêt;
- le risque de liquidité ;
- le risque de change.

Pourtant, dans notre étude, nous allons surtout nous intéresser aux deux premiers risques et leur gestion.

En effet, le risque de taux et le risque de liquidité trouvent leur origine dans le caractère aléatoire des mouvements de taux d'intérêt ainsi que dans celui du comportement des clients de la banque.

### **1. Mouvements des taux d'intérêt :**

D'un premier abord, les mouvements des taux d'intérêt ont une influence directe sur les rémunérations et les coûts générés par les produits et les instruments financiers (actifs et passifs) dont dispose la banque. Par conséquent, leurs mouvements ont un impact direct sur le résultat de la banque mais aussi sur la valeur actuelle des différents revenus futurs.

De ce fait, il s'avère primordial d'examiner de quelle façon les mouvements de la courbe des taux peuvent impacter les marges de la banque.

Il est à noter finalement que l'importance du risque subi n'est pas la même pour chacune des banques puisqu'elle est liée à la composition de son bilan...

## 2. Comportement de la clientèle :

D'un second abord, le comportement de la clientèle présente une source de risque majeure pour les banques et ce à travers les options cachées (implicites) que le client peut toujours exercer. Nous pouvons citer, à titre d'exemple, l'option de rembourser par anticipation ses crédits ou de retirer tout ou une partie des montants placés sur son compte à vue...

## C. Méthodes de gestion ALM :

Dans ce paragraphe, nous allons énumérer puis expliciter les différentes méthodes utilisées dans la gestion ALM. En effet, il s'agit de trois types :

- ✓ les méthodes de la 1<sup>ère</sup> génération : approche statique ;
- ✓ les méthodes de la 2<sup>ème</sup> génération : approche déterministe;
- ✓ les méthodes de la 3<sup>ème</sup> génération : approche stochastique.
- **Méthodes de la 1<sup>ère</sup> génération :**

Il s'agit des premiers outils de la gestion Actif-Passif et qui étaient inspirés par des outils de gestion bancaire se basant sur le contrôle des risques de taux et de liquidité mais surtout sur une projection de flux Actif et Passif avec une approche statique et débouchant par des notions de sensibilité et d'immunisation.

De surcroît, l'intérêt de cette approche réside dans la possibilité de prévoir à l'avance les montants que la banque devra investir (en cas de flux nets positifs) ou au contraire le montant des actifs qu'elle devra liquider pour faire face à ses engagements (en cas de flux nets négatifs).

L'ALM gère les opérations du portefeuille bancaire en distinguant trois techniques de mesure selon que l'on s'intéresse à l'incidence de la fluctuation des taux:

- ✓ **mesure de volume** : consiste en le calcul des impasses qui sont les différences entre actifs et passifs à une date donnée (impasse en stock) ou aussi les différences entre leurs variations pendant une période donnée (impasse en flux). Ces impasses mesurent les décalages prévisibles, aux différentes dates futures, entre l'ensemble des emplois et des ressources et leurs projections représentent les besoins en liquidité prévisionnels (et constituent ainsi un outil

de gestion de base). Nous ajoutons que, quand le gap (l'impasse) est positif (ve), la banque est excédentaire en ressources ; et lorsqu'il négatif, la banque est déficitaire. Naturellement, quand l'équilibre en liquidité est réalisé, le gap de liquidité est nul ;

- ✓ **mesure de marge** : consiste à apprécier les effets de la couverture de son risque de liquidité sur les résultats courants de la banque. Elle mesure l'incidence des risques financiers sur la rentabilité;
- ✓ **mesure de valeur** : consiste à mesurer l'effet d'une variation du coût de la liquidité sur la valeur patrimoniale de l'établissement en actualisant les effets sur la marge d'intérêt. Elle mesure l'incidence des risques financiers sur la valeur patrimoniale (VAN).

S'agissant de la mesure de volume se référant aux gaps, nous soulignons que lorsqu'on a un excédent des ressources sur les emplois, la banque est dite sur-consolidée et le gap (Emplois - Ressources) est négatif. Cet excédent de ressources doit être replacé sur le marché à un taux incertain. Par ailleurs, si les taux baissent, c'est la rentabilité de la banque qui diminue car les ressources sont réinvesties à un taux inférieur à leur coût d'acquisition et vice-versa.

Finalement, Quoique cette approche paraisse utile, elle est laquée de limites dans la mesure où elle borne, par exemple, l'analyse des risques financiers aux petites variations parallèles de la courbe des taux qui n'ont d'ailleurs pratiquement que peu d'influence sur le bilan d'une banque. Non seulement cela, mais aussi elle sous-évalue, voire même ignore, certains risques financiers et ce car certains risques du bilan ne peuvent pas être visionnés et examinés à travers un prisme statique.

### ➤ **Méthodes de la 2<sup>ème</sup> génération :**

Ces méthodes sont aussi appelées les méthodes de l'approche dynamique. En effet, afin de dépasser l'analyse statique, il faut utiliser une projection dynamique des flux financiers tout en simulant des chocs plus importants. C'est ainsi que cette approche de stress testing/scénarios contrastés permet d'examiner un ensemble de scénarios beaucoup plus vaste et apporte de précieuses informations sur les conditions limites dans lesquelles l'activité financière de la banque reste viable et/ou rentable.

Evidemment, nombreux sont les scénarios envisageables et ce vu l'innombrabilité des variantes pouvant affecter le couple risque-rentabilité de la banque. Toutefois, un premier scénario qui se montre primordial est celui qui estime la continuité des marchés financiers conservant leur tendance sans forte variation et c'est ce que nous appelons : scénario central. Ensuite, de ce scénario, découlent d'autres scénarii en mettant des hypothèses tantôt favorables et tantôt défavorables.

Tableau 4: scénarios des méthodes de 2<sup>ème</sup> génération

Scénario central	Scénarii contrastés
Correspond à la situation stable du marché. Sert de référence pour mesurer la variation des résultats en fonction des autres scénarios contrastés	Il s'agit des scénarios arbitraires imaginés à partir des projections des résultats associés. Servent à évaluer les coûts et d'imaginer les réponses à apporter pour limiter les pertes.

En gros, nous pouvons retenir que l'approche dynamique repose sur des hypothèses plus détaillées de l'évolution future des taux et des variations attendues de l'activité de la banque sur la période considérée.

## Conclusion de la partie :

---

Pour commencer à endiguer dans la notion de gestion des risques, nous avons présenté la banque en tant qu'intermédiaire financier ; notion indissociable de la prise excessive de risque : ceci étant démontré dans le 1<sup>er</sup> paragraphe de cette partie. Puis, nous avons présenté la banque en tant que firme en détaillant sa structure financière pour pouvoir définir le mot « gestion ». En effet, en gros, dans le premier chapitre de cette partie, nous avons répondu aux questions suivantes :

La première question étant : pourquoi l'activité bancaire est laquée de risques et ainsi leur gestion se montre inévitable et d'ailleurs incontournable ? La réponse étant le point traitant la banque comme intermédiaire financier.

La seconde question étant : quels éléments devons-nous gérer pour garantir la solvabilité et la rentabilité de la banque ? La réponse étant le point traitant les différentes composantes de la structure financière de la banque en tant que firme.

Nonobstant, force est de se rappeler que rien ne marche rigoureusement sans réglementation ! Et c'est pourquoi, nous avons consacré le second chapitre de cette partie à l'histoire de la réglementation bâloise internationale ainsi que son adoption puis adaptation à l'échelle nationale.

Tout ceci était pour donner sens à l'utilisation de l'ALM. D'ailleurs, nous avons laissé le dernier paragraphe de cette partie pour exposer la gestion actif-passif en détail et s'arrêter sur les méthodes que nous allons utiliser par la suite.

A ce stade, nous pouvons passer au cadre théorique détaillé de notre projet et qui sera éclaté dans la partie suivante...

**Partie II : Cadre théorique de  
la gestion du risque de  
liquidité et du risque de taux  
par l'ALM :**

## **Chapitre I : Risque de liquidité :**

---

D'une part, le risque de liquidité, pour un établissement de crédit, représente l'éventualité de ne pas pouvoir faire face, à un instant donné, à ses engagements ou à ses échéances même par la mobilisation de ses actifs.

D'autre part, la banque est destinée à emprunter sur des périodes -plutôt-courtes afin de prêter (octroi de crédits) sur des périodes plus longues.

De ce fait, elle peut à tout moment être devant un retrait massif des dépôts ou de l'épargne de la clientèle ou encore devant un volume gigantesque des nouvelles demandes de prêts. En d'autres termes, la banque peut, et est, à tout moment confrontée au risque de liquidité.

Ceci-dit, une banque se trouve obligée de bien mettre à jour l'écoulement des différents postes de son bilan afin de pouvoir disposer d'une photographie – plus ou moins- exacte de leur évolution dans le temps et se prémunir des différents risques que les décalages peuvent engendrer.

C'est pourquoi, nous allons procurer le premier paragraphe de ce chapitre au cadre conceptuel de la mesure du risque de liquidité en passant par sa définition, ses facteurs, ses conséquences et enfin les outils de sa mesure.

Un peu plus tard dans ce chapitre, nous allons voir que, munie des différentes techniques de modélisation, de simulation et de gestion, une banque peut mesurer puis se prémunir de ce risque en disposant de la bonne information complète sur l'écoulement de chaque ligne du bilan.

Nonobstant, une banque peut bien, souvent, se trouver devant des postes du bilan non encore arrivés à leur échéance tels les dépôts à vue et qui nécessitent une modélisation avant élaboration des conventions d'écoulement.

C'est ainsi que, nous allons tarder, dans le second paragraphe de ce chapitre, sur les différentes approches destinées à la modélisation des DAV (dépôts à vue). Ces derniers qui revêtissent une importance incontestable dans les emplois d'une banque. Puis, nous allons expliciter l'élaboration des conventions d'écoulement.

# I. Cadre conceptuel :

---

A travers ce grand titre, nous allons essayer de délimiter la notion de risque de liquidité en commençant d'abord par le définir, en attaquant ensuite ses sources, en s'étalant aussi sur ses conséquences éventuelles et néfastes sur la rentabilité et la solvabilité de la banque puis en répondant enfin à la question suivante : que propose l'ALM au sujet de sa gestion ?

## A. Définition :

*“Liquidity [is] the ability to fund increases in assets and meet obligations as they come due.”*

Celle-ci était la définition donnée en 2008 par le comité de Bâle pour la liquidité, dans ses « Principles for Sound Liquidity Risk Management and Supervision ». En d'autres termes, il définit la liquidité d'une banque comme la capacité de financer ses actifs et de rembourser les engagements pris au moment où ces financements ou remboursements apparaissent.

De-là, placer le mot risque devant la liquidité et dire risque de liquidité traduit l'incapacité d'une banque de financer le développement de ses actifs, de rembourser les engagements pris et de lever, à un moment donné, des capitaux à un coût raisonnable. Celle-ci était encore exactement la définition fournie par le Comité de Bâle. Autrement dit, le risque de liquidité réfère à l'incapacité de la banque à faire face aux besoins inattendus subis ou encore à l'incapacité de la banque à lever des capitaux à un coût raisonnable.

Finalement, les formulations de la définition de ce risque peuvent varier. Pourtant, ce qui demeure incontestable est qu'il s'agit d'une incapacité et que sa gestion se montre primordiale et inévitable.

## B. Sources du risque de liquidité :

Après avoir défini le risque de liquidité, la deuxième question à poser est : qu'est ce qui cause ce risque et où trouve-t-il ses sources ?

En effet, ce risque peut survenir de plusieurs sources, nous allons donc éclater les plus fréquentes, à savoir :

### ➤ un retrait massif des dépôts ou de l'épargne de la clientèle :

En considérant la valeur pesante que jouent les dépôts dans le financement de ses opérations, un retrait massif qui les touche pourrait être suivi par une crise de

liquidité voire même engendrer une dégradation du résultat de la banque ou totalement une faillite.

➤ **concentration des dépôts :**

La diversification est toujours préconisée. En effet, si la banque a la dépendance extrême vis-à-vis d'une seule source de financement : un groupe minoritaire de déposants qui alimente majoritairement ses financements, son résultat, sa rentabilité et même sa solvabilité se trouveraient extrêmement liés à la stabilité, la continuité et à l'enrichissement de ce groupe.

➤ **une crise de confiance du marché à l'égard de l'établissement concerné :**

Un troisième facteur à ne pas négliger est lorsque la banque n'arrive pas à se refinancer auprès du marché à cause de crises de confiance consécutives. Ce facteur peut facilement induire le premier facteur cité.

➤ **une crise de liquidité générale du marché :**

Un quatrième et dernier facteur à citer est lorsque le marché souffre intégralement d'une crise de liquidité. De par les différentes relations qui tissent la sphère économique, la banque ne peut pas échapper à une crise économique d'ampleur importante ou à un resserrement des contraintes réglementaires.

### **C. Conséquences du risque de liquidité :**

Si la banque souffre d'une insuffisance de liquidité et qu'elle est alors confrontée à ce risque, elle souffrira de problèmes de solvabilité menaçant et sa rentabilité et même sa continuité d'existence.

D'une part, suite à cette insuffisance, la banque pourra être obligée de refuser l'octroiement de nouveaux prêts. A noter que cela reviendrait à renoncer à des opportunités de profits.

Non seulement cela mais aussi le fait de rationner les crédits peut éventuellement obliger des clients à cesser leurs activités ce qui pourrait, par le biais du cercle économique, entraîner des pertes supplémentaires au niveau de la banque elle-même.

D'autre part, quoique le risque de liquidité ne touche qu'une banque individuelle, il peut facilement se transformer en une crise systémique, dans la mesure où il favorise la propagation de la faillite d'une banque à l'ensemble du système bancaire (quitte à réexaminer les fils déclencheurs de toute crise).

## II. Mesure du risque de liquidité sur le moyen et long terme :

---

Après avoir éclaté le cadre conceptuel du risque de liquidité : sa définition, ses sources et ses conséquences, nous pouvons, à présent, attaquer le volet technique de gestion de ce risque. Pour cela, nous devons commencer par le quantifier et le mesurer.

Il faut d'abord noter que variés sont les modèles qui répondent à cette fin et il n'existe pas un seul modèle parfait pour accomplir la tâche. Toutefois, de manière générale, les banques ont souvent recours à un ensemble d'indicateurs qui contribuent au pilotage de la trésorerie et à la constitution d'un matelas de sécurité propice.

Avant d'endiguer dans les techniques de mesure du risque de liquidité, nous distinguons d'abord entre le court terme : dans lequel nous nous intéressons à la capacité de financement pour les 30 jours suivants ; et le moyen et long terme : dans lequel nous nous intéressons au risque de liquidité pour des périodes plus longues.

Nous allons commencer par la théorie de mesure et gestion du risque de liquidité sur le moyen et long terme et qui se base essentiellement sur la construction des impasses ou gaps de liquidité.

En effet, comme nous l'avons déjà mentionné, en ALM, la mesure des risques peut se faire par les méthodes de mesure de volume, de marge et de valeur.

- Qui dit mesure de marge pour le risque de liquidité, dit l'appréciation des effets de la couverture du risque de liquidité sur les résultats courants de la banque.
- Qui dit mesure de valeur dit la quantification de l'effet d'une variation du coût de la liquidité sur la valeur patrimoniale de la banque en actualisant les effets sur la marge d'intérêt.
- Finalement, qui dit mesure de volume dit impasse.

Pour le moyen et le long terme, nous allons nous focaliser sur la méthode des impasses. En effet, est appelée impasse (ou gap) la photographie du bilan échancé en compensant les actifs et les passifs. Elle constitue la base de l'ensemble des indicateurs ALM.

Pourtant, l'établissement des impasses nécessite d'abord l'élaboration des conventions d'écoulement. Ces derniers qui requièrent la modélisation des dépôts à vue. C'est pourquoi, nous allons consacrer le prochain paragraphe aux approches de modélisation des dépôts à vue pour passer ensuite à la présentation du concept de l'écoulement puis à la méthodologie de l'élaboration des conventions d'écoulement.

Nous allons enfin, tous ingrédients étant disponibles par ailleurs, s'étaler sur le calcul des impasses de liquidité.

S'agissant du court terme, et pour la mesure du risque de liquidité, nous allons examiner le LCR : Liquidity Coverage Ratio. Cette norme introduite par Bâle III (LCR) sera éclatée généreusement plus tard dans ce rapport.

### **A. Modélisation des dépôts à vue :**

De par la définition des dépôts à vue, qui sont des dépôts dont les fonds peuvent être retirés partiellement ou totalement à tout instant sans préavis et sans pénalités, ils constituent une source de risque de liquidité très importante nécessitant ainsi une modélisation très fine. Ceci permet non seulement une valorisation des dépôts mais aussi et surtout une gestion saine.

De ce fait, tout au long de cette partie, nous allons aborder les différentes approches et méthodes de modélisation des dépôts à vue. Toutefois, avant de commencer, nous aimerions d'abord noter qu'il existe trois types de comptes liés aux dépôts à vue :

- a) les comptes courants : c'est une convention utilisée entre des personnes dans les relations commerciales et financières. Ce sont des dépôts à vue destinés à des personnes morales ;
- b) les comptes chèques : ce sont des comptes courants mais destinés à des personnes physiques ;
- c) les comptes d'épargne : appelés aussi comptes sur livret ou comptes sur carnet, c'est un dépôt d'argent à vue dans une banque qui est rémunéré.

En gros, il s'agit de deux catégories de dépôts à vue :

- les dépôts à vue rémunérés : comptes sur carnet ;
- les dépôts à vue non rémunérés : comptes courants et comptes chèques.

S'agissant de la modélisation des DAV, il est à noter que les modèles et les approches sont trop variés. D'ailleurs, chaque banque dispose d'un modèle économétrique interne modélisant le comportement de sa clientèle en se basant sur son historique et plusieurs autres variables macro et micro-économiques. Toutefois, pour notre étude, nous allons nous baser sur deux approches principales :

- Modèles prédéfinis fournis par la littérature ;
- Modèle de comportement de la clientèle.

Pour notre projet, nous allons nous intéresser aux comptes non rémunérés, c'est pourquoi, tout au long de l'abordement des modèles, nous allons utiliser les formes dédiées à ce type de dépôts à vue.

## 1. Modèles prédéfinis :

De manière chronologique, nous allons exposer quelques exemples d'approches proposées pour la modélisation des DAV ( non rémunérés : DAVNR), à savoir :

- Selvaggio (1996)
- Dupré (1996)
- Jarrow et Van Deventer (1998)
- Office of Thrift Supervision (OTS)- (2001)

### 1.1. *Selvaggio (1996):*

Il s'agit de l'un des premiers auteurs ayant proposé un modèle pour les encours à vue et ce depuis 1996.

L'idée derrière ce modèle était que les encours cibles, sont reliés aux niveaux des taux d'intérêt et de variables macroéconomiques telles que la croissance, l'inflation, etc.

Par la suite, le modèle s'écrit :

$$\log(D_k^*) = \alpha_1 + \alpha_2 \log(r_t) + \alpha_3 \log(Y_t)$$

où:

- $D^*$ : l'encours cible ;
- $r$  : la variable taux d'intérêt ; et
- $Y$  : le vecteur des variables macroéconomiques autres que le taux d'intérêt (salaires, taux de chômage...).

Pourtant, avant d'endiguer dans les détails de ce modèle, il est nécessaire de noter qu'il se base essentiellement sur la validité et la validation de certaines hypothèses à savoir:

- ✓ l'existence d'une variable cible des DAV notée  $D^*$ .
- ✓ la vitesse d'ajustement autour de la valeur cible est supposée constante, cette vitesse sera notée  $\lambda$ .
- ✓ la valeur cible n'est pas stable, elle suit une dynamique expliquée par des effets macroéconomiques.
- ✓ la variable modélisée est le logarithme des encours :  $\log(D_k)$ .
- ✓  $\log(Y_k)$  suit une tendance linéaire du temps.

Ensuite, Selvaggio a supposé que les encours réels convergent vers les encours cible avec une certaine vitesse  $\lambda$  et a fini par spécifier l'équation suivante :

$$\log(D_k) = \log(D_{k-1}) + \lambda (\log(D_k^*) - \log(D_{k-1}))$$

Pour obtenir le modèle suivant :

$$\log(D_k) = (1 - \lambda) \log(D_{k-1}) + \lambda \alpha_2 \log(r_k) + \lambda \alpha_3 \log(Y_k) + \lambda \alpha_1$$

Non seulement cela, mais de plus, Selvaggio avait utilisé, pour son travail, des données mensuelles et a aussi estimé l'équation suivante :

$$\log(D_k) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(D_{k-1}) + \alpha_2 \log(r_k) + \alpha_3 t_k + \sum_{i=4}^{15} \alpha_i \text{month}_{i-3}$$

Où :

$\text{month}_{i-3}$  est une variable test qui permet de prendre en compte la saisonnalité des dépôts à vue telle que :

$$\text{month}_{i-3} = \begin{cases} 1 & \text{si si le mois en question de la} \\ & \text{valeur des DAV expliquée est} \\ & \text{le } i-3^{\text{ème}} \text{ mois de l'année} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

En outre, vu que les données mensuelles de la formule ne présentent pas de saisonnalité, nous pouvons écarter les variables tests mensuelles pour finir avec une nouvelle expression :

$$\log(D_k) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(D_{k-1}) + \alpha_2 \log(r_k) + \alpha_3 t_k$$

Ceci achève le premier modèle proposé que nous allons encore rencontrer dans la partie pratique.

## 1.2. Dupré (1996) :

En principe, Dupré a pensé à créer un modèle plus simple avec moins de variables pour la modélisation des DAV et n'a ainsi fait appel qu'aux variations du taux d'intérêt avec celles des encours. Ce modèle sera choisi pour les DAVNR.

En partant de l'équation :

$$\frac{dD_t}{D_t} = (\alpha - \beta r_t) dt$$

où :

- $D_t$  : l'encours des DAV à l'instant t ;
- $r_t$  : le taux court instantané ;
- $\alpha$  : représente une tendance moyenne du comportement non financier des personnes qui déposent l'argent ;
- $\beta$  : correspond au taux de collecte supplémentaire pour un point de diminution des taux.

De surcroît, ce modèle a l'avantage de comporter des paramètres financièrement interprétables ainsi qu'une valorisation explicite des DAV.

En effet, toute augmentation du paramètre  $\beta$  revient à une évolution des déposants qui, voyant le taux court augmenter, retirent leur argent placé dans des comptes non rémunérés ne leur rapportant rien et décident, rationnellement, de les investir dans des produits financiers qui colleront au taux court et seront donc rémunérateurs et rentables.

Ensuite, en la présence d'un modèle à temps continu, une discrétisation se montre indispensable pour pouvoir estimer les paramètres du modèle. Qui dit discrétisation, dit intégration et sous l'hypothèse que  $\alpha$  et  $\beta$  sont des constantes dans le temps, nous écrivons :

$$\log(D_{k+1}) - \log(D_k) = \int_{t_k}^{t_{k+1}} (\alpha - \beta r_t) dt = \alpha \delta - \beta \int_{t_k}^{t_{k+1}} r_t dt$$

et nous posons :

$$\log(D_{k+1}) - \log(D_k) = \alpha \delta - \beta \delta R_k$$

avec :

.  $R_k$  : taux court sur un pas de temps  $\delta$ , s'obtient :

$$R_k = \frac{1}{\delta} \int_{t_k}^{t_{k+1}} r_s ds = \frac{1}{\delta} \int_{t_k}^{t_k+\delta} r_s ds$$

Puis, nous posons :  $\tilde{\alpha} = \alpha \delta$  et  $\tilde{\beta} = \beta \delta$  ;

Pour obtenir enfin le modèle suivant :

$$\log(D_{k+1}) - \log(D_k) = \tilde{\alpha} - \tilde{\beta} R_k$$

### 1.3. Jarrow et Van Deventer (1998) :

La modélisation de Jarrow et Van Deventer n'a vu le jour qu'en 1998 et a commencé par l'établissement des hypothèses suivantes :

- ✓ la segmentation du marché dans lequel il n'existe que deux types d'intervenants : les institutions financières et les épargnants ;
- ✓ les déposants jugent très suffisante l'information apportée par le niveau des taux de marché pour qu'ils soient capables de faire l'arbitrage placement-épargne. Notons que cette hypothèse est acceptée car le taux de rémunération n'est qu'une fonction croissante des taux de marché – quoiqu'il le soit avec un décalage mensuel près.

Munis de ces hypothèses, Jarrow et Van Deventer utilisent un modèle qui lie la variation logarithmique des encours des DAV à une tendance linéaire du temps  $t_k$ , à l'évolution des taux  $R_k$ , ainsi qu'à la variation de ces taux.

Ils écrivent le modèle suivant :

$$\log(D_k) - \log(D_{k-1}) = \alpha_1 + \alpha_2 t_k + \alpha_3 R_k + \alpha_4 (R_k - R_{k-1})$$

Il est à noter que ce modèle est encore valable pour les deux grands types de DAV (rémunérés DAVR et non rémunérés DAVNR).

#### 1.4. Office of Thrift Supervision OTS (2001):

Ce modèle a vu le jour en 2001 proposé par l'OTS. L'idée était de créer un modèle discret de l'évolution des encours des dépôts à vue évoquant la conception de la non-linéarité entre les variables. Notons que les autres modèles cités précédemment sont, certes, non linéaire mais ils émettent quand même l'hypothèse selon laquelle l'ajustement se fait suivant un schéma presque linéaire à une transformation connue.

Ce modèle s'écrit :  $D_k = D_{k-1} \left( a + b \arctan \left( d + c \left( \frac{i_k}{R_k} \right) \right) + e i_k \right)^{1/12}$

Avec :

- $D_k$  : l'encours des dépôts à vue à l'instant k ;
- $R_k$  : le taux de marché ;
- $i_k$  : taux de rémunération des dépôts ;
- $a, b, c, d$  et  $e$  : sont des coefficients.

Ce modèle se caractérise par la prise en compte de la non-symétrie des taux de rémunération des dépôts par rapport aux taux de marché.

Maintenant, s'agissant des DAV non rémunérés, le problème d'estimation se résume à la détermination de  $\alpha$  dans le modèle :

$$D_k = \alpha D_{k-1}$$

Et que nous estimons par la moyenne du rapport :  $\frac{D_k}{D_{k-1}}$

Enfin, ce modèle est utilisé dans la modélisation des dépôts à vue tout type.

## 2. Modèle de comportement de la clientèle :

Une 2<sup>ème</sup> façon pour modéliser l'écoulement des dépôts à vue est de se baser sur l'historique du comportement passé de la clientèle. En effet, nous allons essayer d'élaborer un modèle pour la série chronologique décrivant l'évolution des dépôts à vue. Pour cela, nous allons utiliser l'approche de Box-Jenkins : une méthode en quatre

étapes qui a pour but d'effectuer les meilleures prévisions possibles d'une série chronologique stationnaire au sens large (SSL).

Il s'agit, d'abord, de vérifier la stationnarité de la série pour ensuite passer aux quatre étapes suivantes :

- ✓ **Identification** : AR(p) ou VAR(p), MA(q) ou ARMA(p,q) ...
- ✓ **Estimation** :
  - estimation des paramètres du modèle.
  - examen des coefficients estimés : parmi les processus estimés, nous ne retiendrons que ceux dont tous les coefficients ont :  $|t \text{ de student}| > 1.96$  ou encore une  $p\text{-value} < 5\%$  (l'hypothèse nulle étant la nullité du paramètre et le niveau de risque étant de 5%)
- ✓ **Validation** :
  - examen des résidus : les résidus choisis doivent suivre un bruit blanc (Test de Box et Pierce).
  - critère de sélection (AKAIKE)
- ✓ **Prévision** : consiste à prévoir les valeurs futures de la série chronologique à partir des valeurs observées jusqu'au temps  $n$ .

## A. Elaboration des conventions d'écoulement :

Après avoir présenté, globalement, quelques différents modèles pour la modélisation des dépôts à vue, nous pouvons, maintenant, envisager l'estimation de la fonction d'écoulement des différents postes du bilan y compris les DAV et ainsi l'élaboration des conventions d'écoulement : outil indispensable pour la gestion des risques (liquidité, taux...).

Dans ce qui suit, nous allons définir l'écoulement, donner ses types et enfin aborder les conventions d'écoulement.

### 1. Ecoulement :

Concept fondamental et essentiel dans l'approche ALM, l'écoulement désigne la manière avec laquelle s'écoule le stock dans le temps et permet, par la suite, de mesurer l'impasse de liquidité. En effet, la gestion actif-passif s'intéresse au déroulement des encours jusqu'à extinction des actifs et des passifs. A titre d'exemple, modéliser l'écoulement d'un produit bancaire permet de modéliser la voie de disparition de son stock dans le temps.

A noter que nous distinguons entre écoulement du stock et qui concerne l'écoulement des encours déjà présents dans le bilan ; et l'écoulement de la production et qui englobe l'écoulement des productions nouvelles entrant dans le bilan. Dans le paragraphe traitant les conventions d'écoulement, nous allons revenir sur cette distinction pour en parler davantage.

### 2. Types d'écoulement :

La typologie voulue ici est par rapport au caractère contractuel ou non de l'écoulement.

En effet, nous distinguons :

- **écoulement contractuel** : ce type renvoie aux produits ayant une date de fin de contrat. Théoriquement, la convention d'écoulement correspond à l'écoulement tel qu'il est défini par les termes du contrat. Néanmoins, en la présence des options cachées dans les contrats, un client peut demander un remboursement anticipé et de ce fait, l'écoulement réel et effectif peut bien différer de l'écoulement théorique. D'où la nécessité de la mise à jour et même la modification, quand nécessaire, de la convention d'écoulement.
- **écoulement non contractuel** : comme son nom l'indique, ce type concerne les produits pour lesquels il n'existe pas de date de fin contractuelle. L'écoulement incontournable et qui tape à l'œil dans ce type est celui des dépôts à vue. En effet, les montants présents dans les comptes de ces produits peuvent être retirés à tout instant. Pas d'écoulement contractuel pour ces produits et la détermination d'un écoulement effectif demeure assez problématique.

**Remarque :**

*S'agissant des dépôts à vue non rémunérés, il est difficile voire même impossible de connaître les retraits anticipés des déposants. C'est pourquoi, ce fut nécessaire et primordial de construire des modèles statistiques de prévision des DAV (chapitre précédent) avant de passer à l'élaboration de la convention d'écoulement.*

**3. Conventions d'écoulement :**

Comme nous l'avons déjà évoqué, nous distinguons entre deux périmètres d'écoulement : écoulement de la production et écoulement du stock. De ce fait, dans ce qui suit, nous allons traiter l'écoulement de la production à part puis s'étaler ensuite sur l'écoulement du stock. Toutefois, si nous nous intéressons aux dépôts à vue, nous reconnaissons l'existence de produits non échancés pour lesquels aucune date de fin contractuelle n'est spécifiée. Ils requièrent ainsi un traitement spécifique que nous allons présenter dans le 3<sup>ème</sup> point de ce titre.

**2.1. Ecoulement de la production :**

Nous commençons par supposer que les montants de la production nouvelle ne s'écoulent pas de la même façon que les montants déjà en stock ; et par cela, la fonction d'écoulement de la production donne la probabilité que la production nouvelle entrante dans le bilan à la date  $t$  soit encore présente à une date  $T$  ultérieure. Inspirons-nous du formalisme introduit par Demey, Frachot et Riboulet ; et écrivons l'équation de la production nouvelle :

$$PN(t, T) = PN(t) \cdot S(t, T)$$

Avec :

- $PN(t)$ : la production nouvelle apparue à la date  $t$ ,
- $PN(t, T)$  : le montant de cette production encore vivant à la date  $T$ .

Par ailleurs, cette fonction d'écoulement vérifie les propriétés suivantes :

- $S(t, t) = 1$  : un dirham entrant dans le bilan à la date  $t$  existe toujours dans le bilan à la date  $t$  ;
- $S(t, \infty) = 0$  : la production disparaît tôt ou tard du bilan.

Cette fonction nécessite de définir une date arbitraire de sortie du bilan pour certains produits tels que les dépôts à vue.

**Remarque :**

*Pratiquement, est faite l'hypothèse que seule la durée séparant les dates  $t$  et  $T$  influe sur la probabilité qu'un dirham entré dans le bilan à la date  $t$  soit encore présent à la date  $T$ .*

## 2.2. *Écoulement du stock :*

L'écoulement du stock concerne l'écoulement des encours présents dans le bilan et s'effectue sous l'hypothèse d'absence d'éventuelles productions nouvelles futures.

Précisons aussi qu'éventuellement le profil d'écoulement du stock, soit d'un dirham présent au bilan à la date  $t$ , n'est à priori pas le même que celui de la production nouvelle.

En effet, le stock à une date donnée étant une somme de strates correspondant à des versements passés et non encore écoulés, son écoulement en vision statique (hypothèse d'absence de productions nouvelles futures) dépend de l'historique des montants initiaux respectifs de ces strates, et reflète donc la chronologie des productions passées.

En guise d'exemple, le stock de crédits toujours présents à une certaine date, correspond bien à tous les crédits contractés à une date antérieure pour lesquels les clients n'ont pas fini de rembourser les montants empruntés. De ce fait, le stock de la date d'aujourd'hui est constitué de la somme des productions nouvelles passées, auxquelles nous aurions appliqué pour coefficient d'amortissement, la fonction d'écoulement de la production nouvelle.

Ainsi, l'encours de la date  $t$  s'écrit :

$$B_t = \int_{-\infty}^t PN(s).S(s, t)ds$$

Dans l'écoulement du stock, il s'agit de traduire le phénomène de disparition de l'encours  $B(t)$  du bilan, tout en gardant toujours en tête que nous avons supposé la nullité des futures productions nouvelles.

Comme résultat de cette analogie, l'encours d'une date future peut être décomposé en deux parties :

- la projection de l'encours de la date courante sous l'hypothèse de productions nouvelles futures nulles ;
- l'accumulation entre les deux dates de différentes strates de production nouvelle.

Nous écrivons encore ici :

$$B_T = B(t, T) + \int_t^T PN(s).S(s, t)ds$$

Où :

- $B_T = \int_{-\infty}^T PN(s).S(s, T)ds$  : la projection de l'encours actuel (sous l'hypothèse mise).

Enfin, la fonction d'écoulement du stock serait définie comme étant le

pourcentage de l'encours encore présent dans le bilan aux dates futures et nous écrivons ainsi :

$$B(t, T) = B_t \cdot S_{stock}(T, t)$$

Soit :

$$S_{stock}(T, t) = \frac{\int_{-\infty}^T PN(s) \cdot S(s, T) ds}{\int_{-\infty}^t PN(s) \cdot S(s, t) ds}$$

### 2.3. Procédure de modélisation de la convention d'écoulement:

Primordial est de rappeler que les dépôts à vue font partie des produits non encore échancés et ainsi tous les dirhams présents sur un dépôt à vue aujourd'hui ont la même probabilité de sortie, indépendamment de leur date d'entrée. Autrement formulé, le taux de sortie ne dépend pas de la date d'entrée.

A retenir que l'objectif de ce paragraphe est de calculer :

- $D^*$  = l'encours final qui restera stable jusqu'à l'infini ; et
- $\lambda$  = la vitesse d'écoulement des encours.

Ces deux éléments qui nous permettront d'établir la convention d'écoulement de chacun des comptes des DAV.

Par ailleurs, dans le cas particulier d'une fonction d'écoulement sur la production égale à :

$$S(t, T) = \exp\left(-\int_t^T \lambda(u) du\right)$$

Nous nous trouvons dans le cas d'un écoulement exponentiel et remarquons que  $\lambda(\cdot)$  ne dépend pas de la date de génération et c'est d'ailleurs dans ce cas, et seulement dans ce cas, que nous retrouvons l'égalité entre fonction d'écoulement du stock et fonction d'écoulement de la production.

Nous pouvons écrire :

$$S_{stock}(t, T) = S(t, T) ;$$

Et la vitesse d'écoulement est donc égale à :

$$\lambda(t, T) = -\frac{\delta \ln S(t, T)}{\delta T} = \lambda(T)$$

L'encours des DAV s'écrit donc :

$$D_t = \int_{-\infty}^t PN(s) \exp\left(-\int_s^t \lambda(u) du\right) ds$$

Soit une dynamique sous la forme :

$$dD_t = [PN(t) - \lambda(t) D(t)] dt$$

Cette dynamique qui peut être interprétée par le fait que les variations d'encours

sont égales aux flux créditeurs (la production nouvelle PN) moins les flux débiteurs, exprimés comme un pourcentage de l'encours disponible.

Nous pouvons encore simplifier cette équation en considérant la vitesse d'ajustement  $\lambda$  et les flux créditeurs (PN). En fait, en intégrant l'équation précédente, nous trouvons la dynamique simplifiée suivante :

$$D_T = D^* + [D_t - D^*] \exp(-\lambda (T - t))$$

ou encore :

$$D_t = D^* + [D_0 - D^*] e^{-\lambda t}$$

Cette équation finale qui peut être interprétée en disant que le client vise un niveau d'encaisse « normal » égal à  $D^* = \frac{PN}{\lambda}$  et modifie son profil de dépenses dès qu'il s'en éloigne.


## B. Mesure des impasses de liquidité :

Après avoir présenté les conventions d'écoulement du bilan, nous pouvons passer au calcul du Gap de liquidité. En effet, le calcul des impasses de liquidité permet à la banque de piloter le risque de liquidité en orientant son activité commerciale et en proposant des instruments de couverture permettant de faire face à l'exigibilité des ressources et d'honorer ses engagements envers sa clientèle.

Une impasse de liquidité est nulle à la date courante (équilibre en liquidité du bilan est réalisé). De ce fait, les impasses en liquidités sont établies par projection et ces projections d'impasses représentent les besoins de liquidité et de refinancement prévisionnels.


Deux méthodes existent pour le calcul de l'impasse et nous parlons du GAP statique et du GAP dynamique. Dans ce projet nous allons nous focaliser principalement sur l'approche statique qui ignore tout encours ou emprunt nouveaux. Autrement dit, elle exclut toute production nouvelle.

De surcroît, nous distinguons deux types d'impasses à savoir :

 **Impasse en stock** : c'est la différence entre les encours de l'actif et ceux du passif à une date  $t$  donnée. Elles renseignent sur le besoin total de liquidité cumulée à une date  $t$  donnée.

$$\text{Impasse en stock}_t = \text{Passif}_t(\text{stock}) - \text{Actif}_t(\text{stock})$$

- *Impasse en stock*  $_t > 0 \Rightarrow$  la banque est excédentaire en ressources ; elle peut investir l'excédent de liquidité dans de nouveaux actifs commerciaux ou dans l'octroiement de nouveaux crédits à la clientèle.
- *Impasse en stock*  $_t < 0 \Rightarrow$  la banque est déficitaire ;

 **Impasse en flux** : c'est la différence entre les variations d'actifs et de passifs (la variation entre les entrées et les sorties de fonds) pendant une période donnée.

$$\mathbf{Impasse\ en\ flux = Entrées\ de\ fonds - Sorties\ de\ fonds}$$

- *Impasse en flux* > 0  $\Rightarrow$  la banque connaît une entrée nette de fonds : l'actif tombe : c'est lorsque le client rembourse son crédit..
- *Impasse en flux* < 0  $\Rightarrow$  c'est une sortie nette de fonds : le passif tombe : c'est lorsque la banque rembourse un prêteur.

Ces deux impasses ne sont pas indépendantes ; bien au contraire, elles sont complémentaires. En effet, les impasses en flux sommées depuis l'origine font ressortir l'impasse en stock.

Nous pouvons écrire :

$$\mathbf{Impasse\ en\ stock}_t = \sum_0^t \mathbf{Impasse\ en\ flux}$$

**Remarque :**

*A noter que certes, nous avons préconisé l'approche statique trop souvent adoptée par les banques. Toutefois, à ne pas nier que l'approche dynamique donne des résultats plus pertinents à condition que les hypothèses de scénarii retenues soient probables et pertinents.*

## III. Mesure du risque de liquidité à court terme :

---

Après cette station dédiée à la gestion de liquidité sur le moyen et long terme, il s'avère indispensable d'examiner ce que dicte la réglementation pour la gestion court terme soit sur les 30 jours prochains. En effet, nous rappelons qu'un ratio dédié à cette fin (LCR) a été la grande nouveauté apportée par Bâle III et ce comme réaction avec les crises survenues avant son établissement.

Ratio incontournable, nous allons commencer par rappeler sa définition et son objectif principal pour s'étaler ensuite sur la décortication des éléments qui le composent en numérateur et en dénominateur.

### A. Définition et objectif :

Le LCR a été administré en réponse à la crise financière qui s'est déclarée en 2007 ; et durant laquelle de nombreuses banques – quoique dotées d'un niveau de fonds propres adéquat – se sont heurtées à des difficultés parce qu'elles n'ont pas géré leur liquidité de façon prudente.

De ce fait, le Comité de Bâle a élaboré le Ratio de liquidité à court terme (LCR) dans le but de favoriser la résilience à court terme du profil de risque de liquidité d'une banque en veillant à ce qu'elle dispose de suffisamment d'actifs liquides de haute qualité pour surmonter une crise grave qui durerait 30 jours calendaires.

Ce ratio vise à faire en sorte qu'une banque dispose d'un encours suffisant d'actifs liquides de haute qualité (HQLA, high quality liquid assets) non grevés, sous forme d'encaisse ou d'autres actifs pouvant être convertis en liquidités sur des marchés privés sans perdre – ou en perdant très peu – de leur valeur pour couvrir ses besoins de liquidité, dans l'hypothèse d'une crise de liquidité qui durerait 30 jours calendaires. L'encours de HQLA non grevés devrait au moins permettre à la banque de survivre jusqu'au 30<sup>e</sup> jour du scénario de tensions, date à laquelle la direction de l'établissement et les responsables prudentiels auront dû décider des actions correctives appropriées.

Dans ce contexte, la pandémie Covid-19 est venue secouer la qualité de gestion prudentielle des banques, leur exactitude d'évaluation prospective des conditions financières et macroéconomiques et la solidité des tests de résistances internes effectués par les banques.

En effet, ce ratio présume un scénario de choc à la fois idiosyncrasique (propre à la banque) et généralisé (à tout le marché), qui aurait les conséquences suivantes :

- a. retrait d'une partie des dépôts de détail ;
- b. perte partielle de la capacité de financement de gros non garanti ;
- c. assèchement partiel des financements à court terme garantis par certaines sûretés et auprès de certaines contreparties ;
- d. hausse de la volatilité des marchés affectant la qualité des sûretés, qui exigerait donc d'appliquer aux sûretés une décote supérieure ou de remettre des sûretés supplémentaires, ou entraînerait d'autres besoins de liquidité ;
- e. besoin potentiel, pour la banque, de racheter ses titres de dette ou d'honorer des obligations non contractuelles, afin d'atténuer le risque de réputation...

Il s'agit ici des chocs subis durant la crise qui s'est déclarée en 2007 en une situation unique de graves tensions dans laquelle une banque devrait disposer de suffisamment de liquidité pour survivre pendant une période allant jusqu'à 30 jours calendaires.

## B. Composantes du LCR :

Tout d'abord, nous rappelons ci-dessous la formule établie pour ce ratio :

$$LCR = \frac{\text{Encours d'actifs liquidés de haute qualité}}{\text{Sorties nettes de trésorerie sur les 30 jours suivants}} \geq 100 \%$$

Ensuite, nous allons exposer, en détail, les éléments qui composent le numérateur puis ceux qui composent le dénominateur.

### 1. Numérateur :

Le numérateur du LCR est « l'encours d'actifs liquides de haute qualité » : HQLA. Ce sont des actifs qui restent liquides sur les marchés en période de crise. Autrement dit, il s'agit d'actifs qui peuvent être facilement et immédiatement transformés en liquidité sans perdre – ou en perdant très peu – de leur valeur. Ils ont des caractéristiques fondamentales communes, à savoir :

- a. **Un risque faible** : les actifs comportant moins de risque sont généralement plus liquides dans la mesure où : une solvabilité élevée de l'émetteur, une durée courte, un faible risque d'inflation accroissent remarquablement la liquidité d'un actif.
- b. **Une valorisation sûre et aisée** : les actifs dont les structures sont plus simples, normalisées et homogènes sont généralement plus fongibles, ce qui favorise

leur liquidité. En outre, les données entrant dans leur formule de valorisation doivent être d'un accès public.

- c. **Une faible corrélation avec des actifs à risque** : l'encours d'actifs liquides de haute qualité ne devrait pas être associé à un risque de (forte) corrélation défavorable. Par exemple, les actifs émis par des établissements financiers sont plus susceptibles de devenir illiquides en période de tensions dans le secteur bancaire.
- d. **Cotation sur une place bien établie et reconnue** : la cotation accroît la transparence d'un actif.

Non seulement que le Comité de Bâle a délimité les caractéristiques des HQLA mais aussi il a décrit le type d'actifs qui ont ces caractéristiques et qui peuvent donc faire partie de l'encours. En effet, il les a délimités en deux catégories :

- **Les actifs liquides de niveau 1** : ils sont les plus liquides et peuvent constituer une part illimitée de l'encours de HQLA. De surcroît, il n'y a pas de limite imposée quant à leur usage par une banque pour satisfaire aux exigences du ratio de liquidité à court terme.

Il s'agit essentiellement de :

- ✓ l'encaisse de l'établissement ;
  - ✓ les réserves à la banque centrale ;
  - ✓ les titres souverains ou assimilés bénéficiant d'une pondération de risque de 0% au sens de Bâle II pour le risque crédit...
- **Les actifs liquides de niveau 2** : comprenant des actifs de niveau 2A et des actifs de niveau 2B et représentent au plus 40% de l'encours d'une banque en HQLA. Les actifs du niveau 2B ne peuvent en représenter plus de 15%.

Les actifs liquides de niveau 2 se regroupent en :

- **des actifs de niveau 2A :**

- ✓ titres émis par des Etats d'une pondération de risque de 20% dans l'approche standard de Bâle II pour le risque crédit . 85%
- ✓ Des obligations d'entreprises (notées AA<sup>-</sup> ou au-dessus\*mieux\*) + décote de 20% à 40% et des obligations sécurisées.

- **des actifs de niveau 2B :**

obligations d'entreprises A+ à BBB-. La formule exacte du calcul des HQLA est donnée par :

**HQLA = Actifs niveau 1 + actifs niveau 2A + actifs niveau 2B – max { ‘ actifs ajustés de niveau 2A + actifs ajustés de niveau 2B ) – 2/3 actifs ajustés niveau 1 ‘ ; ‘ actifs ajustés 2B – 15/85 (actifs ajustés niveau 1 + actifs ajustés de niveau 2A ‘ ; ‘ 0 ‘ }**

## **2. Dénominateur :**

S'agissant du dénominateur du LCR, il est constitué des sorties nettes de trésorerie sur les 30 jours suivants. Autrement formulé, il s'agit des décaissements nets auxquels la banque devra faire face au cours des 30 premiers jours de choc de liquidité. Elles s'obtiennent en soustrayant des sorties totales attendues, les entrées totales attendues durant les 30 jours calendaires suivants.

**Total des sorties nettes de trésorerie sur les 30 jours calendaires suivants = total des sorties attendues – min { ‘total des entrées de trésorerie attendues ; 75% du total des sorties de trésorerie attendues ‘ }**

A titre d'illustration, pour les sorties, il peut s'agir des retraits sur dépôts effectués par des personnes physiques ; pour les entrées, il s'agit essentiellement des entrées contractuelles (y compris les paiements d'intérêts) pour lesquelles la banque n'a pas de raison d'anticiper de défaut dans la période de 30 jours.

A noter aussi que les entrées sont plafonnées à 75% des sorties et ce afin d'éviter que les banques s'appuient uniquement sur les entrées prévues pour satisfaire à leurs besoins de liquidité. Ainsi, ce plafonnement permet au régulateur de s'assurer que les banques détiennent un niveau minimum de HQLA : le montant des entrées pouvant compenser les sorties est plafonné à 75 % des sorties totales de trésorerie attendues. De ce fait, les banques sont tenues de détenir un encours de HQLA égal, au minimum, à 25 % du total des sorties de trésorerie.

Enfin, nous soulignons que les banques sont amenées à communiquer le LCR au moins une fois par mois à l'autorité de contrôle (BAM) et avoir la capacité opérationnelle de passer à une fois par semaine, voire une fois par jour en situation de tensions, comme le cas de la pandémie COVID-19 surgissant en 2020, si l'autorité de contrôle le juge approprié.

Avant de clôturer cette partie, force est de noter qu'au 16 juin 2020, le Wali de Bank Al-Magrib, Abdellatif Jouahri, a tenu un point presse à l'issue du 2<sup>ème</sup> conseil de l'année 2020 de BAM et a passé en revue toutes les mesures prises par le régulateur, pour atténuer les effets de la pandémie et permettre au secteur bancaire de continuer à jouer pleinement son rôle. Ainsi, particulièrement pour faire face aux difficultés économiques engendrées par la Covid-19 et contribuer à la relance économique, il a évoqué que, sur le plan prudentiel, BAM autorise les banques, en cas de nécessité, à utiliser, au cours du 2<sup>ème</sup> trimestre 2020, les coussins de liquidité constitués sous forme

d'actifs liquides de haute qualité (HQLA) en deçà du ratio minimum du LCR fixé à 100%.

## **Chapitre II : Risque de taux :**

---

Historiquement, l'ALM a débuté son histoire en se focalisant sur la gestion du risque de taux et ce n'est que les crises de 2008 et de 2011 qui ont dicté la prise en considération d'une gestion plus sérieuse du risque de liquidité.

Nous parlons de risque de taux pour un établissement bancaire lorsque sa rentabilité se voit affectée par l'évolution du taux d'intérêt. Autrement dit, lorsque la valeur des fonds propres d'une banque se détériore suite à la translation ou à la déformation de la courbe des taux.

Comme la quasi-totalité des encours du bilan génèrent des revenus et des charges qui sont indexés sur le taux de marché, la gestion du risque de taux s'avère incontournable. C'est d'ailleurs pourquoi, nous allons commencer ce chapitre par définir ce risque, évoquer ses sources et ses conséquences. Ensuite, nous allons passer aux outils fournis par l'ALM pour la gestion de ce risque. Nonobstant, vue la place primordiale qu'occupe, la courbe des taux, dans la gestion des risques, nous allons consacrer tout un chapitre pour sa modélisation et sa prévision.

# I. Cadre conceptuel :

---

## A. Définition :

Force est de rappeler que le risque de taux désigne le risque que l'évolution future des taux d'intérêts vienne détériorer et réduire les marges provisionnelles de la banque.

En effet, étant donné que la valeur actualisée des flux de trésorerie varie en fonction des taux d'intérêt, une translation ou une déformation de la courbe des taux peut constituer, ou bien une source importante de rentabilité ou bien encore une menace pour les bénéfices et fonds propres d'une banque et c'est ce qui définit le risque de taux.

## B. Sources du risque de taux :

Le risque de taux peut trouver ses origines dans plusieurs facteurs, parmi lesquels nous citons quatre (considérés les plus influents) :

- **Révision de taux** : il résulte des différences dans l'échéance (pour les taux fixes) et le renouvellement des conditions (pour les taux variables) des positions de l'actif, du passif et du hors-bilan d'une banque. Ce risque se concrétise par le fait que des variations de taux d'intérêt modifient les revenus futurs et les valeurs économiques de la banque.
- **Déformation de la courbe de taux** : les décalages dans les révisions de taux peuvent également exposer une banque à des modifications de la pente et de la configuration de la courbe des taux. Ce risque survient lorsque des variations non anticipées de la courbe ont des effets défavorables sur le revenu ou la valeur économique de l'établissement.
- **Risque de base** : il résulte d'une corrélation imparfaite dans l'ajustement des taux reçus et versés sur des produits différents, dotés par ailleurs de caractéristiques de révisions de taux analogues. Lorsque les taux changent, ces différences peuvent entraîner des variations imprévues de l'écart des flux de trésorerie et bénéfices entre créances, dettes et instruments du hors-bilan ayant des échéances ou des fréquences de révisions de taux identiques. Une forme particulière de ce risque apparaît dans des produits tels que les hypothèques à taux variables ou les fonds remis à titre d'épargne ou de placement, vu que leurs taux s'alignent en principe sur l'évolution d'un taux d'intérêt ou d'une combinaison de taux d'intérêt de référence, sans toutefois qu'il y ait dans le temps une synchronisation totale des modifications de taux.
- **Risque de clauses optionnelles ou risque lié aux options cachées** : les risques de taux d'intérêt apparaissent également aux travers d'instruments comportant

des clauses optionnelles (implicites). Cette catégorie englobe entre autres les différents types d'obligations et de « notes » comportant des clauses de dénonciation en faveur du débiteur ou du créancier, des crédits incluant un droit de remboursement anticipé en faveur du débiteur ainsi que différents instruments de placement sans échéance définie où le déposant peut opérer des retraits en tout temps, souvent sans être tenu d'acquiescer des pénalités. Par nature une option donne à son détenteur le droit, et non l'obligation, d'acheter, de vendre ou, d'une manière ou d'une autre, de modifier le flux de trésorerie d'un produit ou d'un contrat financier. Lorsque de tels instruments comportant des options implicites sont traités de manière inappropriée, leurs caractéristiques de paiement asymétriques peuvent représenter un risque substantiel pour leurs vendeurs, étant donné qu'en général, ils sont exercés au profit de l'acheteur et, partant, au détriment du vendeur.

### C. Conséquences du risque de taux :

Parmi les conséquences majeures de l'exposition au risque de taux, nous énumérons :

- **la menace de la stabilité financière de la banque** : le risque de taux peut éventuellement diminuer les bénéfices de la banque ce qui affecte le niveau de ses fonds propres, la confiance du marché ou la liquidité et par la suite menace la stabilité financière de la banque.
- **influence négative sur la valeur économique d'une banque** : vu qu'il s'agit d'une valeur actualisée (c'est la valeur actualisée des flux de trésorerie nets attendus, définis comme les flux escomptés sur les créances moins ceux qui sont anticipés sur les dettes et augmentés, en termes nets, de ceux prévus sur les positions du hors-bilan).

De ces deux conséquences néfastes sur le fonctionnement d'une banque, il s'avère nécessaire d'appréhender correctement la façon dans laquelle les mouvements de la courbe de taux peuvent impacter les marges de la banque.

### D. Mesure du risque de taux d'intérêt :

Maintes techniques se présentent pour mesurer le risque de taux d'intérêt et qui peuvent être réparties selon deux catégories : des techniques classiques tenant compte des calendriers d'échéances et de révisions de taux puis des techniques utilisant des approches de simulation.

Les premières techniques qui se reposent sur les calendriers d'échéances et de révisions de taux se présentent comme suit :

- **analyse d'impasses :**

Cette méthode consiste à déduire les dettes sensibles aux taux aux créances correspondantes, donnant ainsi une « impasse ». En d'autres termes, cette impasse mesure le degré d'exposition de la marge d'intérêt de la banque aux variations de taux. La gestion de ce risque consistera à veiller à la réduction des impasses défavorables qui pourront menacer la rentabilité et la pérennité de la banque au fil du temps.

- **La duration :**

La duration est une mesure de la variation, en pourcentage, de la valeur économique d'une position suite à une faible modification du niveau des taux.

La deuxième gamme de techniques est fondée sur la simulation :

En effet, les deux approches classiques ci-dessus n'aboutissent pas à des résultats significatifs dans le cas des banques qui utilisent des instruments financiers complexes présentant ainsi des profils de risque complexes. Dans ce cas, des systèmes de mesure plus sophistiqués s'avèrent incontournables et c'est d'ailleurs, pour cette raison, qu'ont vues le jour les techniques de simulation qui se fondent sur des évaluations plus détaillées des effets des modifications des taux sur les indicateurs financiers de la banque (ses bénéfices et sa valeur économique). En résumé, il s'agit de simuler l'évolution future des taux et d'examiner son incidence sur les flux de trésorerie de la banque ; et nous distinguons deux types de simulations :

→ **Simulations statiques**

Dans les simulations statiques, seuls les flux financiers résultant des positions courantes du bilan et du hors-bilan font l'objet d'évaluations. Pour estimer l'exposition des bénéfices au risque de taux, des simulations sur les flux de trésorerie et bénéfices qui en résultent sur une période donnée sont conduites sur la base d'un ou de plusieurs scénarios de taux.

→ **Simulations dynamiques**

Dans une approche de simulation dynamique, la simulation repose sur des hypothèses plus détaillées de l'évolution future des taux et des variations attendues de l'activité de la banque sur la période considérée. Elle pourrait ainsi comporter des hypothèses sur la stratégie appliquée pour modifier les taux d'intérêt qu'elle contrôle (dépôts d'épargne, par exemple), sur le comportement de la clientèle (retraits de dépôts à vue et d'épargne, par exemple) et/ou sur le courant d'activité futur (nouveaux prêts ou autres transactions). Ces simulations utilisent de telles hypothèses pour projeter les

flux financiers escomptés et estimer les résultats dynamiques des revenus et de la valeur économique.

Tout au long de ce projet, nous allons appliquer l'approche statique et ce par déduction des gaps de taux (partie pratique ultérieurement) puis pour l'approche des simulations, nous allons préparer un élément essentiel pour simuler : la courbe des taux. D'ailleurs, afin de savoir simuler, il faut d'abord bien modéliser et c'est pourquoi, nous allons consacrer la partie suivante à la modélisation de la courbe des taux marocaine.

## II. Modélisation de la courbe des taux :

---

De par le rôle intrinsèque qu'a la courbe des taux en matière de risque de taux et des risques financiers en général, de par sa primordialité dans le domaine de la finance et de par notre spécialité, nous ne pouvons pas passer à côté d'elle sans s'arrêter sur sa modélisation ou encore sa construction.

D'ailleurs, en matière de stratégie de gestion et en matière de performance, c'est l'outil de référence par excellence. De ce fait, nous allons nous intéresser tout au long de cette partie à la théorie puis à la pratique de la construction de cette courbe. Nous allons surtout nous focaliser sur le volet simulation vu que c'est lui qui rime parfaitement avec l'approche ALM permettant de prendre en compte de manière plus précise les diverses variations de l'environnement des taux dans le futur.

Nous allons commencer par donner un descriptif général des approches de modélisation de la courbe des taux pour passer ensuite au modèle de Vasicek qui sera développé dans la partie pratique. Nous allons présenter les imperfections que comporte ce modèle pour tarder enfin sur l'application aux données du marché marocain.

### A. Descriptif des approches de modélisation de la courbe des taux :

Les modèles stochastiques de la courbe des taux visent à procurer aux acteurs des marchés financiers une vision déterministe des structures par termes de taux et combler par cela le besoin en leur déformation et évaluation, compte tenu du caractère aléatoire et non déterministe des taux d'intérêt. Ces modèles sont surtout utilisés en salle des marchés dans un contexte de Trading, ou encore dans les cellules de contrôle des risques et de la couverture des produits de taux.

Non seulement cela mais aussi pour la mise en place de stratégies de couverture. D'ailleurs, un gérant de portefeuille se voit obligé d'anticiper la déformation/ la structure de la courbe des taux à la base de laquelle il modifie les allocations de son portefeuille.

Par la suite, il s'agit d'une structure qui influence sur toute la sphère financière et chaque acteur de cette sphère doit garder en permanence un œil sur elle, si bien que son niveau (actuel ou anticipé) devient un déterminant de la structure par terme des taux d'intérêt.

De manière générale, les modèles de taux d'intérêt spécifient un processus stochastique de la dynamique de la structure en un temps continu. Ce qui revient à un processus stochastique dont le résultat dépend à la fois d'une composante déterministe et d'une composante aléatoire et donc les mouvements d'intérêt de court terme  $r$  sont en général décrits au moyen de l'équation de diffusion donnée par :

$$dr_t = \mu(r_t, t)dt + \sigma(r_t, t)dW_t$$

Où :

- $\mu(r_t, t)$  désigne le drift du processus  $r_t$ .
- $\sigma(r_t, t)$  la volatilité de  $r_t$ .
- $W_t$  est un mouvement brownien standard.

En effet, tous les modèles ne diffèrent qu'au niveau des formes des deux fonctions  $\mu(\cdot)$  et  $\sigma(\cdot)$  et une formulation moins générale décrivant les changements du taux d'intérêt court est décrite par la différentielle stochastique suivante :

$$dr_t = (\alpha + \beta r_t)dt + \sigma r_t^\gamma dW_t$$

Dans un premier temps, l'estimation économétrique de ce type de diffusion était difficile et ceci revient au fait que nous ne disposons pas vraiment d'observations discrètes mais aussi parce que qu'il n'existe pas de discrétisation exactes pour toutes les spécifications des paramètres  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\sigma$  et  $\gamma$ .

C'est pourquoi, dans un second temps, imposer des restrictions sur le groupe de paramètres  $(\alpha, \beta, \sigma, \gamma)$  s'est avéré inévitable. Ceci dit, nous retrouvons une grande variété de modèles de taux d'intérêt.

Nous éclatons ces différents modèles dans le tableau suivant :

Tableau 5 : modèles de taux d'intérêt

Modèle	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	Restrictions
Merton	—	0	0	—
Vasiček	—	—	0	$\beta < 0$
Cox-Ingersoll & Ross	—	—	0,5	$\beta < 0$ et $2\alpha > \sigma^2$
Dothan	0	0	1	—
Mouvement Brownien géométrique	0	—	1	$\beta < 0$
Brennan - Schwartz	—	—	1	$\beta < 0$ et $\alpha > 0$
Taux variable	0	0	1,5	—
Elasticité constante de la variance	0	—	—	$\beta < 0$

Nous pouvons ainsi remarquer que les modèles de taux d'intérêt sont nombreux. Toutefois, dans ce rapport, nous allons nous focaliser sur l'un des modèles le plus

utilisé à savoir le modèle de Vasicek que nous allons expliciter en détail dans ce qui suit.

## B. Modèle de Vasicek :

### 1. Présentation du modèle :

Le modèle de Vasicek est l'un des premiers modèles stochastiques du taux d'intérêt datant de 1977. Il utilise un processus stochastique qui permet de capturer le phénomène de retour à la moyenne du taux d'intérêt à long terme. Cette caractéristique est à considérer et, d'ailleurs, elle peut être économiquement justifiée.

En effet, les taux d'intérêt élevés ont tendance à faire ralentir l'économie ce qui fait que les emprunteurs demandent moins de fonds et ainsi les taux baissent jusqu'à atteindre la valeur moyenne sur le long terme du taux court. Et l'inverse est aussi vrai dans la mesure où les taux bas engendrent une forte demande des fonds par les emprunteurs et de ce fait, les taux tendent à augmenter jusqu'à leur valeur moyenne à long terme.

Nous disons ainsi que ce modèle est fondé sur l'idée que seul le taux court régit les prix des titres obligataires et qu'il suit un processus d'Ornstein-Uhlenbeck, appelé aussi processus de retour à la moyenne. Sa dynamique est représentée par la différentielle stochastique suivante :

$$dr_t = a(b - r_t)dt + \sigma dw_t$$

Avec :

- $a$  : paramètre définissant la vitesse avec laquelle  $r(t)$  retourne à sa valeur moyenne ;
- $b$  : la valeur moyenne du taux court  $r(t)$  ;
- $\sigma$  : volatilité du taux court  $r(t)$ .

La solution explicite de cette équation différentielle stochastique est :

$$r(t) = b + (r_0 - b)e^{-ta} + \sigma \int_0^t e^{-a(t-u)} dw(u)$$

#### Remarque :

*Le modèle de Vasicek étudié est un modèle mono-factoriel et peut bien être étendu en un modèle multifactoriel en introduisant d'autres facteurs dans le processus et les manipuler de la même manière que le taux d'intérêt à court terme (en 1980, Langetieg l'a déjà fait). Nous retenons donc que le célèbre modèle à un facteur est tout simplement un cas particulier : dans le modèle à un seul facteur, le taux court est égal à la variable d'état, tandis que dans le modèle multifactoriel, le taux court est la somme de toutes les variables d'état indépendantes.*

## 2. Analyse du modèle de Vasicek :

Ce modèle incorpore le caractère de retour à la moyenne dans la mesure où :

- Si le taux  $r(t)$  passe au-dessus du niveau  $b$ , sous l'effet d'un choc aléatoire  $\sigma dw(t)$  positif, l'espérance de la variation instantanée de  $r(t)$  qui est égale à  $a(b-r(t))$  serait négative, et par la suite le taux  $r(t)$  aura tendance à se rapprocher de son niveau moyen soit à  $b$  et ce à une vitesse :  $a$ .
- De même, si cette fois, le taux  $r(t)$  passe au-dessous de  $b$ , le trend devient positif et l'évolution de  $r(t)$  résultera maintenant de deux forces contradictoires : la force de rappel « équilibrante » mais aussi l'aléa « déséquilibrant ».

De ce fait, retenons que l'évolution du taux court résulte de deux forces contradictoires: la force de rappel qui est équilibrante et l'aléa qui est déséquilibrant. Ceci palie à un inconvénient majeur du mouvement brownien à savoir une espérance et une variance qui tendent vers l'infini. Nous sommes bien devant un modèle qui réussit à capter le retour à la moyenne.

De surcroît, nous avons pour  $t \leq s$  :

$$E[r(s)|r(t)] = b + (r(t) - b)e^{-a(s-t)}$$

$$V[r(s)|r(t)] = \frac{\sigma^2}{2a} (1 - e^{-2a(s-t)})$$

Des formules en-dessus, nous pouvons tirer les remarques suivantes :

- lorsque  $s$  devient infiniment grand, l'espérance de  $r(s)$  étant donné son niveau actuel  $r(t)$ , tend vers la valeur moyenne  $b$  ;
- la variance conditionnelle tend vers la constante finie  $\frac{\sigma^2}{2a}$  lorsque  $s$  est infiniment grand ;
- lorsque  $a$  tend vers l'infini c'est-à-dire que l'ajustement se fait de plus en plus rapidement, l'espérance de  $r(t)$  tend vers  $b$ , et sa variance vers 0 ;
- à l'inverse, lorsque  $a$  tend vers 0, l'espérance future tend vers son niveau courant et ne dépend donc plus de  $b$ , et sa variance tend vers  $\sigma^2(s-t)$ , ce qui témoigne de l'absence de toute force de rappel.

## 3. Equation de la structure par terme par le modèle de Vasicek :

A ce stade, il est nécessaire de postuler l'existence d'une relation entre le taux court et le prix des obligations sans coupon.

Tout au long de ce paragraphe, nous allons évoquer l'approche de manière générale pour l'appliquer ensuite au modèle de Vasicek.

Soit  $P(t,T)$  le prix d'une obligation, d'échéance  $T$  en  $t$ , et admettons qu'il est déterminé par l'évolution attendue du taux court entre  $t$  et  $T$  :  $(r(u)/t \leq u \leq T)$ .

Nous allons supposer que  $P(t,T)=P(r,t,T)$ . Cette hypothèse signifie que le taux court  $r(t)$  représente l'information nécessaire et suffisante pour les investisseurs à l'instant  $t$ . Autrement dit, un lien est créé entre le taux court et la structure par terme et ce à travers les comportements de marché.

Cette hypothèse prépare aussi l'application du lemme d'Itô au processus  $P(t,T)$  qui, après avoir été appliqué, nous donne le processus des prix décrit par la forme suivante :

$$\frac{dP(t,T)}{P(t,T)} = \mu(t,T)dt + \delta(t,T)dw$$

Avec :

$$\mu(t,T)dt = \frac{1}{P} \left[ \frac{1}{2} \sigma^2(r,T)P_{rr} + \mu(r,t)P_r + P_t \right]$$

$$\text{où : } P_r = \frac{\partial P}{\partial r}, P_t = \frac{\partial P}{\partial t}, P_{rr} = \frac{\partial^2 P}{\partial r^2} \text{ et } \delta(t,T)dt = \frac{1}{P} [\sigma(t,T)P_r]$$

- $\mu(t,T)=\mu(r,t)$  c'est l'espérance mathématique du rendement instantané de l'obligation ;
- $\sigma(t,T) = \sigma(r,t)$  désigne la volatilité non anticipée, résultante des fluctuations imprévues du taux court de l'obligation.

Une condition incontournable à considérer est l'absence d'arbitrage. Pour cela, nous allons construire un portefeuille constitué de deux obligations différentes et nous nous arrangeons ensuite à ce que son rendement soit ou bien nul ou bien sans risque sur le prochain instant. Afin de garantir l'AOA (l'absence de l'arbitrage), le rendement de ce portefeuille doit absolument coïncider avec le taux court.

Nous déduisons donc la relation suivante :

$$\frac{\mu(t,T)-r(t,T)}{\delta(t,T)} = \lambda_w(t) \quad \forall T, \text{ qui reformulée, s'écrit : } \mu(t,T)-r(t,T)=\lambda_w(t) \delta(t,T).$$

Cette dernière reformulation s'interprète comme la prime offerte pour le risque résultant des fluctuations imprévues du taux court, à l'instant  $t$ , sous l'effet du rendement instantané espéré sur l'obligation d'échéance  $T$ . Autrement dit, c'est la prime exigée par le marché sur cette échéance et qui est égale à la prime unitaire attachée au risque induit par la source d'incertitude  $w$  multiplié par une mesure de

l'exposition au risque fondamental de cette obligation  $(t,T)$ . En effet, multiplier  $\lambda_w(t)$  par  $(t,T)$  fournit une mesure du prix accordé au risque découlant du taux court.

Notons  $\lambda = \sigma \lambda_w$  la prime unitaire de risque de taux d'intérêt puis utilisons cette même définition pour exprimer la prime de terme  $\Phi(t,T) = \Phi(r,t,T)$  sous la forme :

$$\Phi = \mu - r = \lambda \frac{P_r}{P}$$

A travers cette dernière expression,  $\lambda$  s'interprète comme la prime d'équilibre pour une sensibilité unitaire aux variations du taux d'intérêt.

Enfin, l'obtention de la structure par terme ne requière plus que d'introduire dans la formule donnant  $\alpha - r$  les valeurs calculées pour  $\alpha$  et  $\delta$ .

Il en découle:

$$\frac{1}{P} \left( \frac{1}{2} \sigma^2 P_{rr} + \mu P_r + P_t \right) - r(t) = \lambda_w \frac{1}{P} (\sigma P_r)$$

La résolution de cette équation différentielle, sous la condition terminale  $P(T,T)=1$ , fournit la structure des prix  $P(t,T)$  et par la suite la structure des taux  $R(T,T)$ .

➤ **Cas de Vasicek :**

Maintenant que nous avons présenté le lien général entre le taux court et la structure des taux à travers les prix, nous allons nous intéresser au modèle de Vasicek.

Nous allons nous positionner sous un environnement de l'absence d'opportunité d'arbitrage et sous la probabilité risque neutre, et nous dérivons la dynamique du taux court :

Soit  $q$  une prime de risque constante et posons :

$$\begin{cases} \tilde{B}_t = B_t + q_t \\ b^* = b - q \frac{\sigma}{a} \end{cases}$$

Nous trouvons :  $dr_t = a(b^* - r_t)dt + \sigma \tilde{B}_t$

La solution de la dernière équation est :

$$r_s = r_t e^{-a(s-t)} + b^*(1 - e^{-a(s-t)}) + \sigma e^{-as} \int_t^s e^{au} d\tilde{B}_u \quad \text{avec } s > t$$

Puis, sous la probabilité risque neutre,  $r_t$  est un processus gaussien qui a pour moyenne conditionnellement à la filtration  $F_t$  :  $(r_t - b^*)e^{-a(s-t)} + b^*$  et une variance égale à :  $\frac{\sigma^2(1 - e^{-2a(t-s)})}{2a}$ .

De plus, la moyenne par rapport à la probabilité risque neutre de l'intégrale  $\int_t^T r_s ds$  s'écrit :

$$E\left(\int_t^T r_s ds / F_t\right) = (r_t - b^*) \frac{1 - e^{-a(T-t)}}{a} + b^*(T - t)$$

et sa variance est donnée par la formule :

$$\text{Var}\left(\int_t^T r_s ds / F_t\right) = -\frac{\sigma^2}{2a^3} (1 - e^{-a(T-t)})^2 + \frac{\sigma^2}{a^2} \left(T - t - \frac{1 - e^{-a(T-t)}}{a}\right)$$

Ensuite, le prix zéro-coupon sous la probabilité risque neutre se calcule en utilisant la formule :

$$P(t, T) = E(e^{-\int_t^T r_s ds} / F_t)$$

Soit :  $P(t, T) = A(t, T) e^{-B(t, T)r_t}$

$$\text{Où : } \begin{cases} B(t, T) = \frac{1 - e^{-a(T-t)}}{a} \\ A(t, T) = \exp\left(\frac{(B(t, T) - T + t)(a^2 b^* - \frac{\sigma^2}{2})}{a^2} - \frac{a^2 B(t, T)^2}{4a}\right) \end{cases}$$

Enfin, il ne reste que déduire la courbe des taux à l'instant t à partir des prix zéro-coupon et ce à l'aide de la formule :

$$R(t, T) = \frac{-1}{T - t} \ln(P(t, T))$$

### **Récapitulons :**

*Tout au long de la partie traitant les modèles de taux, nous avons présenté le modèle général prescrit pour la modélisation de la dynamique des taux pour ensuite se focaliser sur l'un des modèles le plus utilisé en pratique, de par sa simplicité, son ancienneté et sa robustesse relatives, il s'agit du modèle de Vasicek. Nous avons commencé par le présenter et démontrer son caractère de retour à la moyenne. Sitôt dit sitôt fait, nous nous sommes intéressés à l'équation de la structure par terme pour démontrer le lien permettant d'obtenir la courbe des taux. Nonobstant, estimer la courbe des taux repose essentiellement sur l'estimation des paramètres du modèle. C'est d'ailleurs pourquoi, nous allons dédier le paragraphe suivant à la méthodologie d'estimation des paramètres puis de la courbe des taux.*

#### **4. Estimation de la courbe des taux par le modèle de Vasicek :**

Nous rappelons la forme du processus d'Ornstein-Uhlenbeck utilisé par Vasicek, :

$$dr_t = a(b - r_t)dt + \sigma dW_t$$

Avec :

- a : paramètre définissant la vitesse avec laquelle r(t) retourne à sa valeur moyenne
- b : la valeur moyenne du taux court r(t)
- W: un mouvement brownien standard

Pour estimer les paramètres du processus d'Ornstein-Uhlenbeck, a, b et  $\sigma$ , nous allons utiliser la discrétisation exacte proposée par Gouriéroux, Monfort et Renault (1993). Il s'agit ici de la méthode des séries temporelles qui repose sur la technique

des moindres carrées ordinaires MCO. Pourtant, elle n'est pas la seule destinée à l'estimation des paramètres de ce modèle. Nous pouvons citer parmi d'autres la méthode du maximum de vraisemblance suggérée par James et Weber en 2004.

Pour commencer, cette méthode repose initialement sur le test de la stationnarité de la série.

**a) Etude de la stationnarité de la série :**

L'idée derrière cette vérification est de garantir la convergence des estimateurs en probabilité vers les vraies valeurs des paramètres (lorsque la taille de l'échantillon est suffisamment grande) et ainsi pouvoir faire des prévisions non biaisées.

En effet, une série chronologique est dite stationnaire lorsqu'elle ne possède ni tendance ni saisonnalité et a tendance à fluctuer autour de sa moyenne revenant régulièrement à sa valeur d'équilibre de long terme. C'est pourquoi, nous pouvons utiliser l'historique pour prédire le futur.

Dans la théorie, Un processus  $X_t$  est dit Stationnaire au Sens Large (SSL) ssi :

- ✓  $E(X_t)$  est constante ;
- ✓  $E(X_t^2) < \infty$  ;
- ✓ La fonction d'auto-covariance s'écrit :

$$\gamma(k) = \text{Cov}(X_t, X_{t+k}) = E(X_t - E(X_t))(X_{t+k} - E(X_{t+k})) \text{ est indépendante de } t.$$

$$\gamma(0) = \text{Cov}(X_t, X_t) = \text{Var}(X_t)$$

Pour tester la stationnarité d'une série, nous appliquons le test de Dickey-Fuller augmenté (ADF) qui permet d'identifier la non-stationnarité (notamment la stationnarité) et d'identifier s'il s'agit d'une tendance déterministe ou stochastique. La stratégie du test sera présentée en annexe.

**b) Estimation des paramètres :**

La discrétisation exacte proposée par Gouriéroux, Monfort et Renault s'écrit :

$$r_t - r_{t-1} = b(1 - e^{-a}) + (e^{-a} - 1)r_{t-1} + \varepsilon_t \text{ avec } \varepsilon_t \sim N(0, \frac{\sigma^2}{2a}(1 - e^{-2a}))$$

A présent, munis de la méthode des Moindres Carrées Ordinaires (MCO), estimer les paramètres du processus d'Ornstein-Uhlenbeck devient simple à travers l'équation suivante :

$$r_t = A + Br_{t-1} + \varepsilon_t$$

Avec:

- $A = (1 - e^{-a})$
- $B = e^{-a}$

Il s'agit d'un processus autorégressif d'ordre 1. De ce fait, la première étape de l'estimation consiste à vérifier que les données des taux courts s'ajustent bien suivant un AR(1). Ensuite, une MCO permet d'estimer les paramètres A et B et nous pouvons alors retrouver les paramètres du modèle de Vasicek à l'aide des relations suivantes :

- $a = -\ln(B)$
- $b = \frac{A}{1-B}$
- $\sigma = \sigma_\varepsilon \sqrt{\frac{-\ln(b^2)}{1-b^2}}$

### 5. Construction de la courbe des taux zéro-coupon via le modèle de Vasicek :

Après avoir trouvé les valeurs des paramètres a, b et  $\sigma$ , la construction de la courbe des taux zéro-coupon ne requière plus que l'estimation de la prime de risque q.

En effet, Cette prime de risque mesure le point auquel les investisseurs exigent des rendements plus élevés pour les compenser du risque auquel ils seront exposés en détenant une obligation. Toutefois, cette prime de risque n'est pas directement observée sur le marché et deux approches peuvent être adoptées pour sa détermination.

La première est celle proposée par Brown, Dybvig-Sercu et Wu consistant à estimer tous les paramètres du modèle simultanément, y compris q, de telle sorte que le modèle s'accommode bien à la courbe des taux réelle du marché.

La seconde approche consiste à déterminer q en minimisant la somme des carrés des erreurs entre les prix réels des obligations et les prix théoriques et c'est l'approche que nous allons utiliser dans la partie pratique.

Autrement formulée :

$$q = \operatorname{argmin} \|R_m - R_{\text{Vasicek}}\|^2$$

Où :

- $R_m$  : le taux zéro-coupon déduit des taux de rendement observés sur le marché
- $R_{\text{Vasicek}}$  : le taux zéro-coupon résultant du modèle Vasicek.

## 6. Application aux données du marché marocain :

### ➤ Présentation des données :

Pour appliquer toute l'approche décrite au-dessus, le taux court choisi est le taux moyen pondéré journalier du marché monétaire interbancaire (TMP). Notre base de données sera constituée des TMP journaliers de la période allant du 01/01/2016 au 31/05/2020, soit un total de 1613 observations. Nous représentons les données sur le graphe suivant :

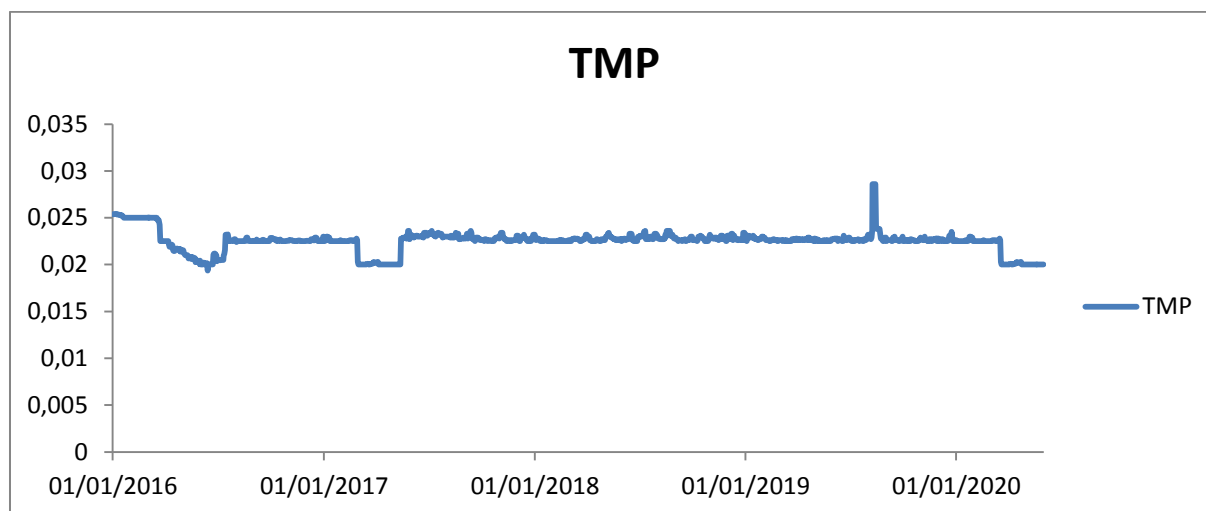


Figure 5: évolution du taux moyen interbancaire pondéré

Une première lecture de la série nous dévoile une baisse brutale vers la fin du 1<sup>er</sup> trimestre de l'année 2020. Ceci n'étant pas bizarre vu que le TMP est fortement corrélé au taux directeur de la banque centrale (Bank Al Maghrib) et qui a connu une baisse avec la pandémie Covid-19. Nous fournissons aussi un tableau de statistiques descriptives pour notre série :

Tableau 6 : statistiques descriptives du taux moyen interbancaire pondéré

Nombre d'observations	Minimum	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Maximum
1613	0.01935	0.0225	0.0226	0.001152	0.0286

Selon notre tableau, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- ✓ En moyenne, le taux moyen interbancaire pondéré de notre série s'élève à 2.25% avec une légère dispersion décrite par un écart-type de 1.152%.
- ✓ La valeur de la médiane indique que 50% des taux de notre base de données se situent entre 1.935% et 2.26% pour que l'autre moitié se situe entre 2.26% et 2.86%.

➤ **Etude de la stationnarité :**

Comme signalé avant, l'utilisation du modèle de Vasicek requière d'abord la vérification de la stationnarité de notre série et ce afin de valider l'approximation du modèle à un AR(1). Pour cela, nous avons commencé par tracer l'auto-corrélogramme et l'auto-corrélogramme partiel puis nous avons implémenté le test de Dickey-Fuller augmenté pour trouver les sorties suivantes :

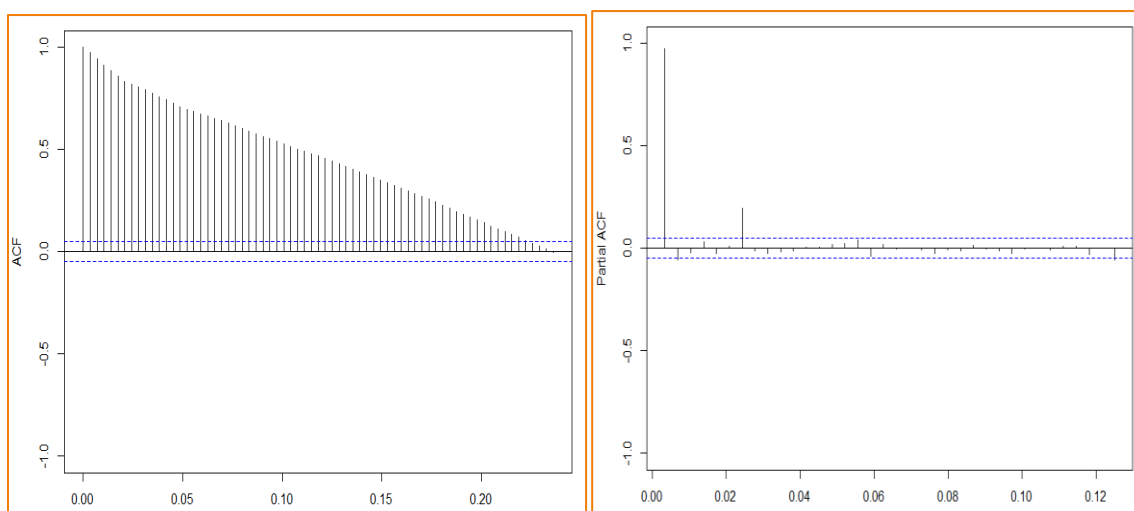


Figure 6 : Auto-corrélogramme et auto-corrélogramme partiel de la série des taux moyens pondérés

Quoique l'allure des deux graphiques en-dessus ne dévoile pas, indiscrètement, la stationnarité de notre série, le test de Dickey-Fuller augmenté qui fournit une p-value < 5% permet de rejeter l'hypothèse nulle soit la non stationnarité de la série. De ce fait, selon le test de Dickey-Fuller augmenté, nous figurons devant une série stationnaire.

```
> adf.test(tm)

Augmented Dickey-Fuller Test

data: tm
Dickey-Fuller = -3.763, Lag order = 11, p-value = 0.02084
alternative hypothesis: stationary
```

Figure 7 : sortie du test de Dickey-Fuller augmenté

Ceci dit, nous pouvons approcher le processus modélisant notre série à un AR(1) et par la suite, valider l'utilisation du modèle de Vasicek.

➤ **Estimation des paramètres :**

Stationnarité vérifiée, nous allons à présent entamer la discrétisation exacte proposée par Gouriéroux, Monfort et Renault permettant d'estimer les paramètres du modèle :

$$r_t = b(1 - e^{-a}) + e^{-a} r_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{avec : } \varepsilon_t \sim N(0, \frac{\sigma^2}{2a} (1 - e^{-2a}))$$

que nous pouvons encore réécrire :

$$r_t = A + B r_{t-1} + \varepsilon_t$$

Avec:

- $A = (1 - e^{-a})b$
- $B = e^{-a}$

MCO appliquée (l'approche étant déjà expliquée avant), nous trouvons les résultats suivants :

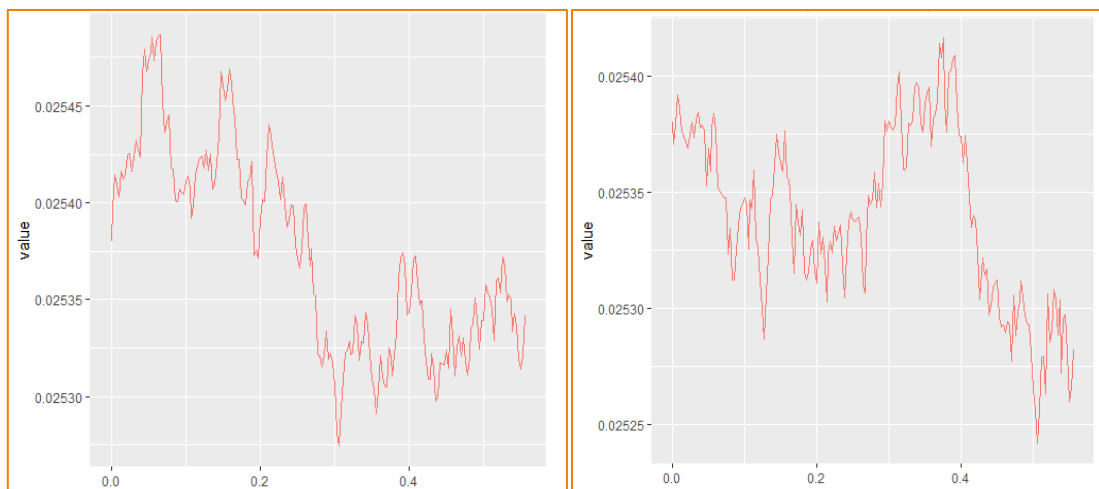
Tableau 7: valeurs des paramètres du modèle de Vasicek

Param	A	B	$\sigma_\varepsilon$	a	b	$\sigma$
Valeur	0.000532	0.976193	0.009945	0.02409413	0.02236689	0.00100658

Paramètres estimés, nous pouvons avancer que le taux à long terme s'évalue à 0.022367 avec une vitesse de retour à la moyenne de 0.022 et une volatilité de 0.00100658.

### ➤ Simulation :

Comme l'une des techniques les plus importantes pour l'ALM est la simulation et les stress tests, et pour rimer avec le titre principal de notre projet, nous allons présenter quelques simulations basées sur le modèle de Vasicek avec les estimations trouvées :



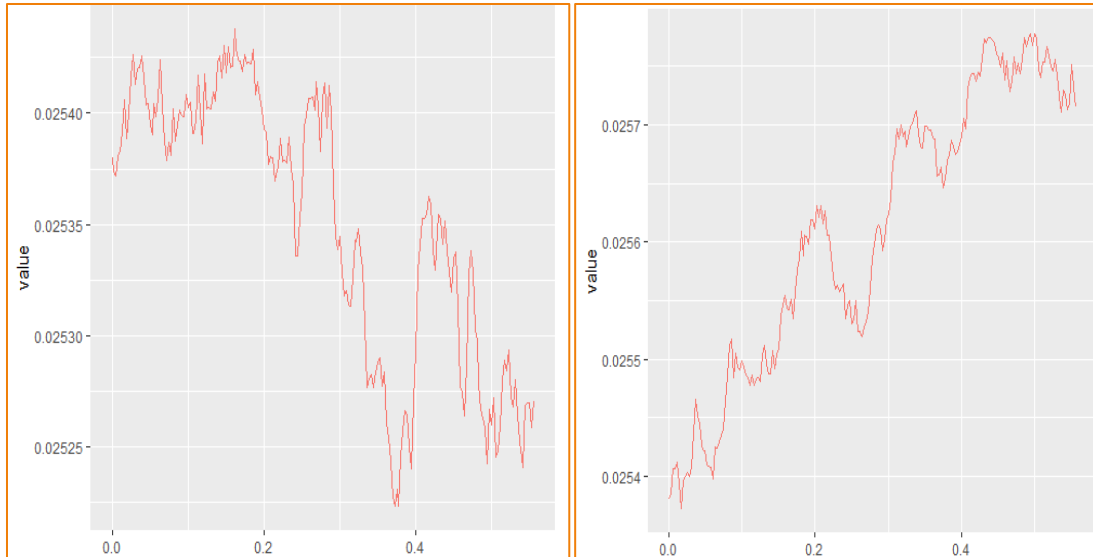


Figure 8: simulations du taux d'intérêt par le modèle de Vasicek

Les différentes structures simulées miroitent le caractère aléatoire stochastique des taux courts. De surcroit, nous pouvons aussi envisager d'estimer la structure de la courbe implicite des taux zéro-coupon. Toutefois, nous allons commencer par évaluer la performance du modèle : faire un backtesting.

➤ **Backtesting :**

Pour cette fin, nous avons choisi les taux moyens pondérés s'étalant du 15/01/2020 jusqu'au 15/03/2020 soit une période de 2 mois.

Les résultats numériques se présentent :

Backtesting			
Date	TMP observé	TMP Vasiček	Carré de l'erreur
15/01/2020	0,0225	0,022613977	1,29907E-08
16/01/2020	0,0225	0,023186964	4,71919E-07
17/01/2020	0,0226	0,022926503	1,06604E-07
18/01/2020	0,0226	0,023106828	2,56875E-07
19/01/2020	0,0226	0,022452594	2,17285E-08
20/01/2020	0,0225	0,022350302	2,24095E-08
21/01/2020	0,0225	0,022303781	3,85017E-08
22/01/2020	0,0226	0,022898128	8,88802E-08
23/01/2020	0,0226	0,022623154	5,36121E-10
24/01/2020	0,023	0,022486458	2,63725E-07
25/01/2020	0,023	0,022710499	8,38106E-08
26/01/2020	0,023	0,022954322	2,08652E-09
27/01/2020	0,0228	0,022692712	1,15108E-08
28/01/2020	0,0228	0,022501803	8,89212E-08
29/01/2020	0,0229	0,022437896	2,1354E-07
30/01/2020	0,0225	0,022640019	1,96055E-08
31/01/2020	0,0225	0,022455379	1,99102E-09
01/02/2020	0,0225	0,022458469	1,72484E-09
02/02/2020	0,0225	0,022915619	1,72739E-07
03/02/2020	0,0225	0,022445775	2,94034E-09
04/02/2020	0,0225	0,022337212	2,64998E-08
05/02/2020	0,0225	0,022329491	2,90734E-08
06/02/2020	0,0225	0,021798708	4,9181E-07

Figure 9 : extrait de la base de données utilisée

La figure graphique résumant l'allure du TMP observé, du TMP trouvé par le modèle de Vasiček et du carré de l'erreur entre les deux est donnée comme suit :

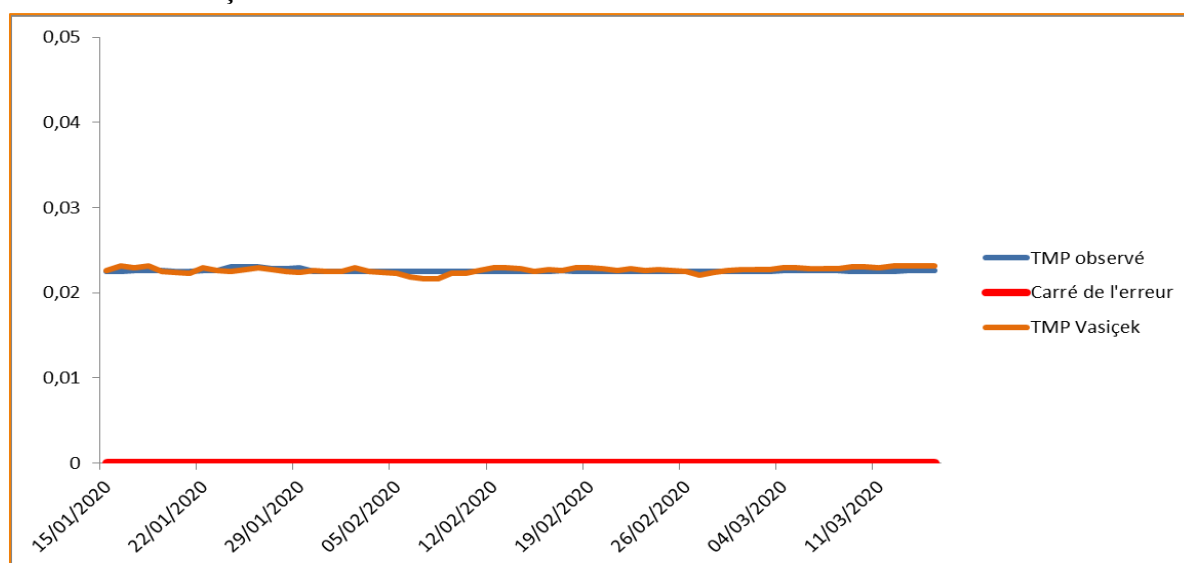


Figure 10 : graphe de l'allure des TMP observé, TMP Vasiček et le carré de l'erreur entre les deux

Le graphique montre que les deux TMP coïncident et que l'erreur entre eux est minimale. D'ailleurs, le tableau dévoile que le carré de l'erreur est de l'ordre d'au plus :  $10^{-7}$ . Nous pouvons ainsi valider le modèle de Vasicek utilisé pour la calibration. Modèle validé, nous pouvons l'utiliser pour l'estimation puis la construction de la courbe implicite des taux zéro-coupon.

➤ **Construction de la courbe des taux zéro-coupon :**

Dans ce paragraphe, nous allons prévoir la structure de la courbe des taux du 15/05/2020 puis du 19/05/2020. Ensuite, nous allons comparer et évaluer la performance ou aussi la vulnérabilité du modèle de Vasicek utilisé sur les données marocaines. Cela nécessite- comme signalé avant- l'estimation de la prime de risque. En adoptant l'approche de minimisation de l'écart entre les prix théoriques des obligations zéro-coupon et les prix trouvés et en utilisant le solveur Excel, nous trouvons une prime de risque de l'ordre de :  $q = -0,002085901$ .

- Le 15/05/2020 :

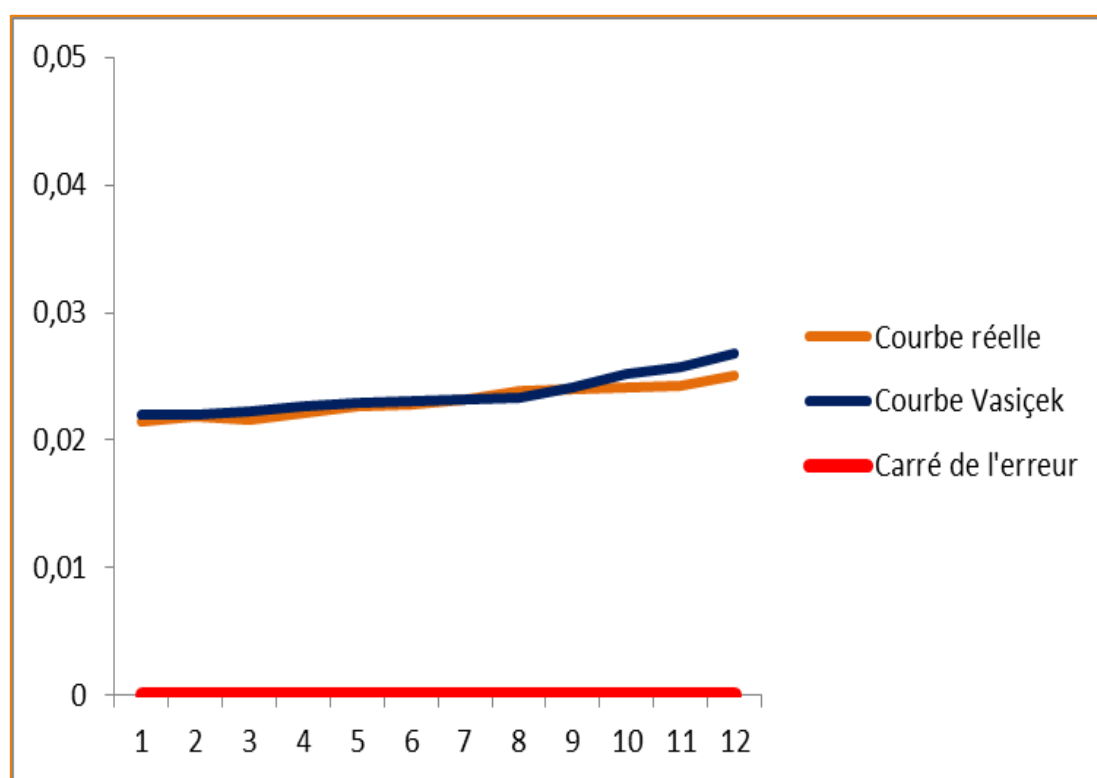


Figure 11: allure de la courbe des taux réelle, celle fournie par le modèle de Vasicek et le carré de l'erreur entre les deux au 15/05/2020

- Le 19/05/2020 :

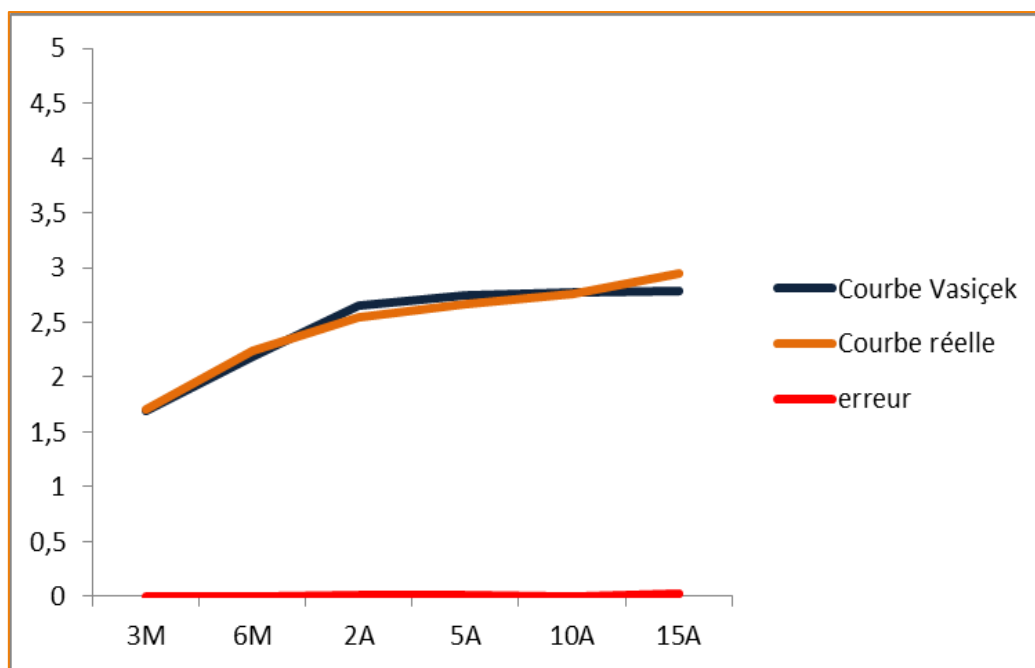


Figure 12 : allure de la courbe des taux réelle, celle fournie par le modèle de Vasicek et le carré de l'erreur entre les deux au 19/05/2020

Les deux graphes ci-dessus illustrent que les deux courbes des données réelles et celles estimées coïncident. De ce fait, nous pouvons conclure que, selon nos données, le modèle de Vasicek réussit à incorporer les variations de la courbe des taux marocaine. Nous précisons ici que la courbe des taux théorique a été déduite, par interpolation, des taux publiés sur le site de Bank Al Maghrib. Nous précisons aussi que nous avons omis de considérer les maturités  $<$  à 3 mois car nous avons remarqué que, pour ces maturités omises, le modèle de Vasicek donne des taux très bas avec un écart flagrant par rapport aux taux du marché. Non seulement cela mais aussi, il est à remarquer qu'une fois la période de la prévision devient importante, le modèle se montre incapable de converger vers le taux réel figurant sur le marché. D'ailleurs, comme le taux court suit un processus gaussien, il peut être négatif avec une probabilité non nulle et nous pouvons ainsi trouver des taux zéro-coupon négatifs, chose qui n'est pas du tout prévisible sur le marché marocain, au moins actuellement.

Pour conclure, le modèle de Vasicek se montre capable d'incorporer la réalité du marché marocain et réussit donc à prévoir les taux zéro-coupon surtout sur le court terme. Certes, il est laqué de limites et d'autres modèles existent remédiant à ces défauts, nonobstant, comme l'objectif de l'ALM concernant la courbe des taux est de la prévoir et réaliser des simulations, et ce non pas sur le très long terme, nous allons nous contenter de ce modèle que nous osons juger, selon nos données, de très bon modèle de par sa simplicité et sa performance démontrée.

## **Conclusion de la partie :**

---

Comme nous avons décidé de nous focaliser sur le risque de liquidité et de taux, cette partie englobait leur théorie de gestion détaillée. En effet, nous sommes parties de la définition aux conséquences tout en passant par les sources des deux risques. Nous nous sommes arrêtées sur la mesure de risque de liquidité sur le moyen & long terme puis sur le court terme. Ce point qui a contenu les différents modèles proposés pour la modélisation des dépôts à vue (DAV) et plus particulièrement les dépôts à vue non rémunérés (DAVNR) que nous allons utiliser dans la partie pratique. Sous ce paragraphe, nous avons aussi éclaté l'élaboration de l'écoulement ainsi que la mesure des impasses de liquidité soit l'approche statique de l'ALM.

Ensuite, nous nous sommes arrêtés sur la gestion du risque de liquidité sur le court terme soit les différentes composantes et le calcul détaillé du ratio LCR.

Puis, nous nous sommes concentrés sur le risque de taux avec lequel l'ALM a débuté son histoire pour présenter deux gammes de gestion : une première analyse classique fondée sur l'analyse des impasses ; et une seconde gamme sophistiquée fondée sur la simulation (statique ou dynamique) et les stress tests. De surcroît, de par la primordialité de la courbe des taux pour le bon détournement de ce risque, nous avons intégré un paragraphe pour la modélisation de la courbe des taux qui est toujours utile dans la simulation et les stress tests.

Enfin, ingrédients collectés, nous pouvons à présent entamer la partie pratique technique de notre projet.

**Partie III : Application de la  
gestion du risque de liquidité  
et du risque de taux par  
l'ALM :**

## Cadrage de la partie pratique :

---

Dans cette partie, nous allons adopter le plan suivant : nous allons commencer par la modélisation des DAV (non rémunérés) en distinguant entre les particuliers et les entreprises et en commençant par l'approche en séries chronologiques puis l'approche des modèles stochastiques prédéfinis. Ceci va nous permettre de choisir le modèle optimal permettant de prévoir l'écoulement des DAV. Ensuite, nous allons élaborer l'écoulement de l'intégralité du bilan de l'institution bancaire considérée pour enfin mesurer les gaps ; ce qui achèvera la gestion du risque de liquidité sur le moyen et long terme.

De surcroît, certes, la gestion moyen et long terme est incontournable. Nonobstant, elle s'avère insuffisante dans la mesure où la grande contrainte devant les gestionnaires est, surtout et avant tout, d'équilibrer le bilan sur le court terme soit les 30 jours prochains ; et s'assurer de la bonne santé du ratio LCR. C'est pourquoi, nous nous allons nous arrêter, dans cette partie, sur les différents éléments composant le ratio LCR du groupe CAM ainsi que son calcul détaillé. En effet, à cet égard, nous avons décidé d'ignorer, temporairement, le compte que nous avons traité sur le long terme et nous focaliser sur le groupe au sein duquel notre stage a été effectué : le groupe CAM ; et ce vu l'ampleur et l'intérêt urgent de ce ratio. C'est pourquoi, dans cette partie, nous allons nous assurer de la bonne santé financière du groupe CAM à la fin de l'année 2019/ début de l'année 2020 mais aussi vérifier que le LCR dépasse 100% : norme fixée par BAM pour fin 2019.

# Gestion du risque de liquidité sur le long et le moyen terme

## I. Modélisation des dépôts à vue :

### A. Présentation des données utilisées :

Notre étude porte sur la série des encours fin de mois des différents comptes de dépôts à vue non rémunérés s'étalant du mois de janvier 2016 au mois de mars 2020. Nous soulignons qu'il ne s'agit pas de données du compte de Crédit Agricole du Maroc et de par la confidentialité des chiffres, nous allons les omettre dans la majorité des résultats sans, pour autant, nuire à la fin et aux interprétations significatives. Nous soulignons aussi que nous allons distinguer entre les DAV des ménages (les particuliers) et ceux des entreprises. Pour chaque traitement, nous allons alterner entre les DAV des particuliers et ceux des entreprises. Aussi, nous allons présenter les résultats des entreprises de manière plus succincte, sans reprendre les étapes intermédiaires qui n'apportent pas d'autre enseignement que ce qui a déjà été décrit pour les ménages.

#### → Ménages :

Le graphique suivant montre l'évolution des encours pour ce compte :

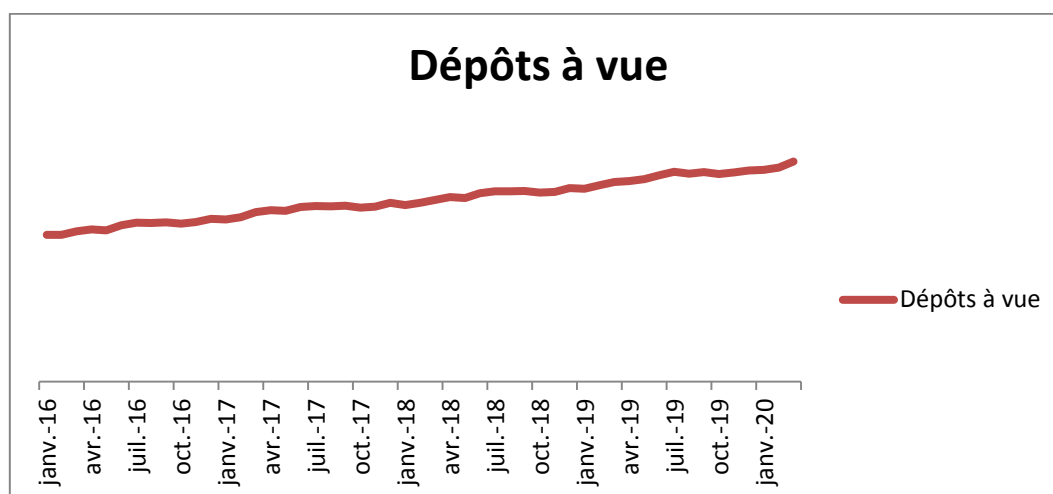


Figure 13 : encours des DAV des ménages de janvier 2016 à mars 2020

Les encours ont une tendance globale haussière avec des baisses en certaines périodes de l'année notamment la fin du troisième trimestre de chaque année. Ceci peut être expliqué par le fait que les gens tendent à retirer leur argent en cette période qui coïncide avec les vacances estivales ainsi que la rentrée scolaire. De surcroît, il s'avère indispensable de commencer par la détection et la correction de la saisonnalité.

→ **Entreprises :**

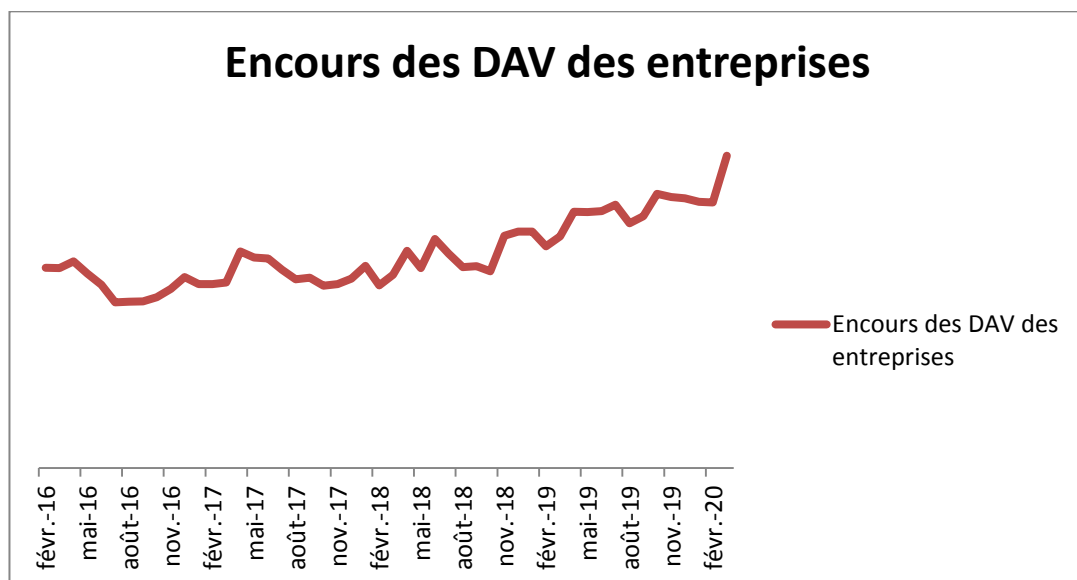
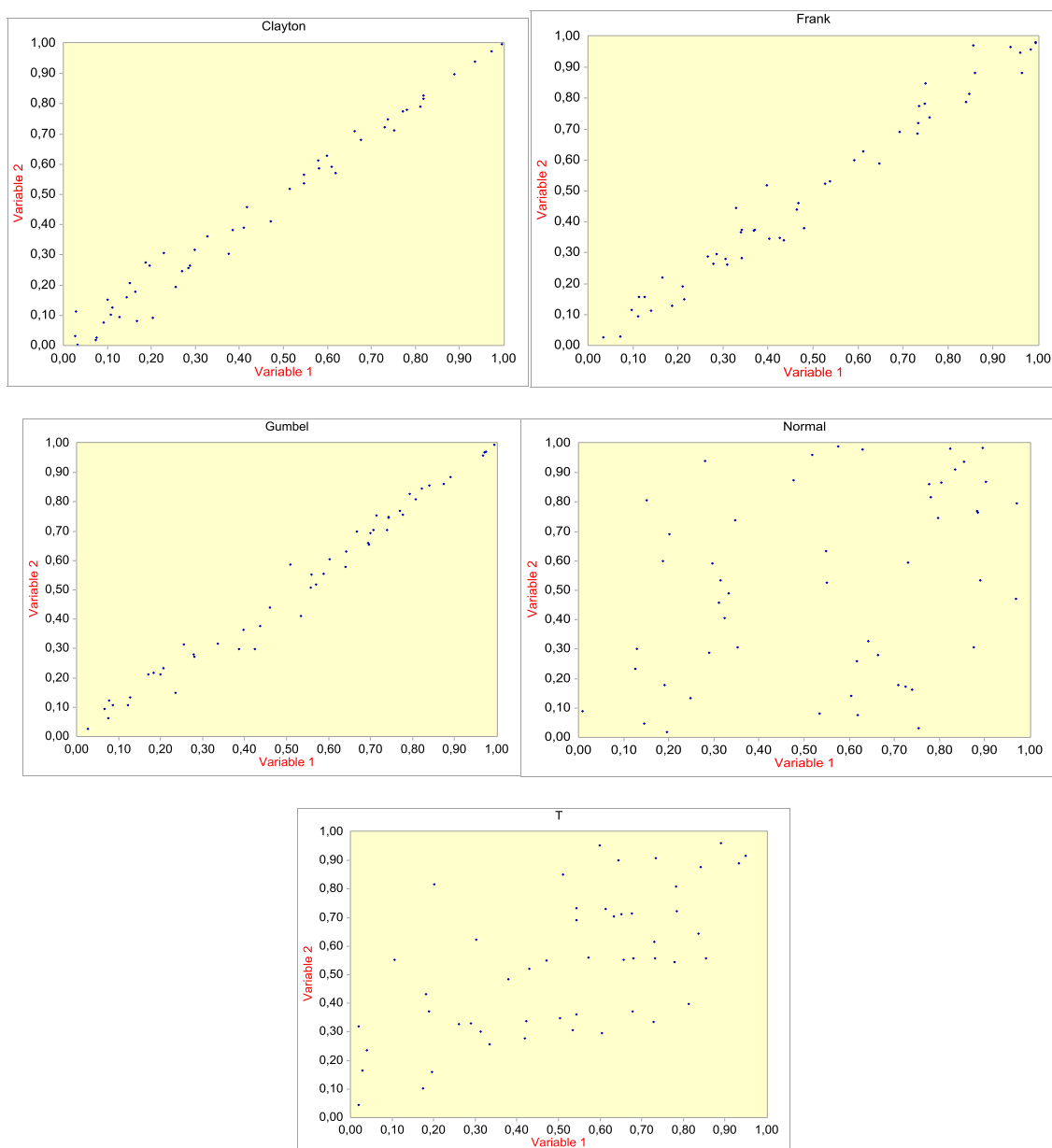


Figure 14 : encours des DAV des entreprises de janvier 2016 à mars 2020

Nous pouvons remarquer que quoique la tendance soit haussière au fil des années, l'évolution des encours est plus volatile pour les entreprises en comparaison avec les encours des DAV des particuliers.

Toujours dans le cadre exploratoire des deux séries, nous allons utiliser, cette fois, les copules qui permettent de décortiquer les liens et les corrélations entre les séries. Pour notre cas, nous allons identifier le lien entre les deux séries :  $D_t$  et  $D_{t-1}$  (les séries des encours des dépôts à vue) des ménages puis des entreprises. Pour cela, nous allons examiner l'ajustement suivant les copules classiques : Clayton, Frank, Gumbel, copule Normale, Copule T. Ensuite, afin de choisir la copule qui s'ajuste le mieux à nos données, nous allons les comparer en termes des critères : AIC et SIC. Enfin, nous allons donner les paramètres de la copule retenue. Cette analyse préliminaire permet d'identifier l'existence de corrélation et d'interdépendance historique entre les valeurs des séries, ce qui justifiera l'utilisation de l'approche en séries chronologiques plus tard...

→ **Ménages :**



**Figure 15 : Ajustement des DAV des ménages suivant les copules :**

Selon les graphiques, nous pouvons, dès maintenant, rejeter la copule normale et la copule T. Toutefois, nous allons nous baser sur le tableau suivant pour trancher :

**Tableau 8: Statistiques de comparaison entre les copules**

Nom de la copule	AIC	SIC
Clayton	-116.00	-112.39
Frank	-178.79	-175.17
Gumbel	-171.45	-167.84
Normale	-25.66	-23.81
T	-50.31	-46.69

En nous basant sur le critère AIC comme sur le critère SIC, nous retenons que la meilleure copule en termes d'ajustement est : la copule de Frank avec theta (son paramètre) = 35.

→ **Entreprises :**

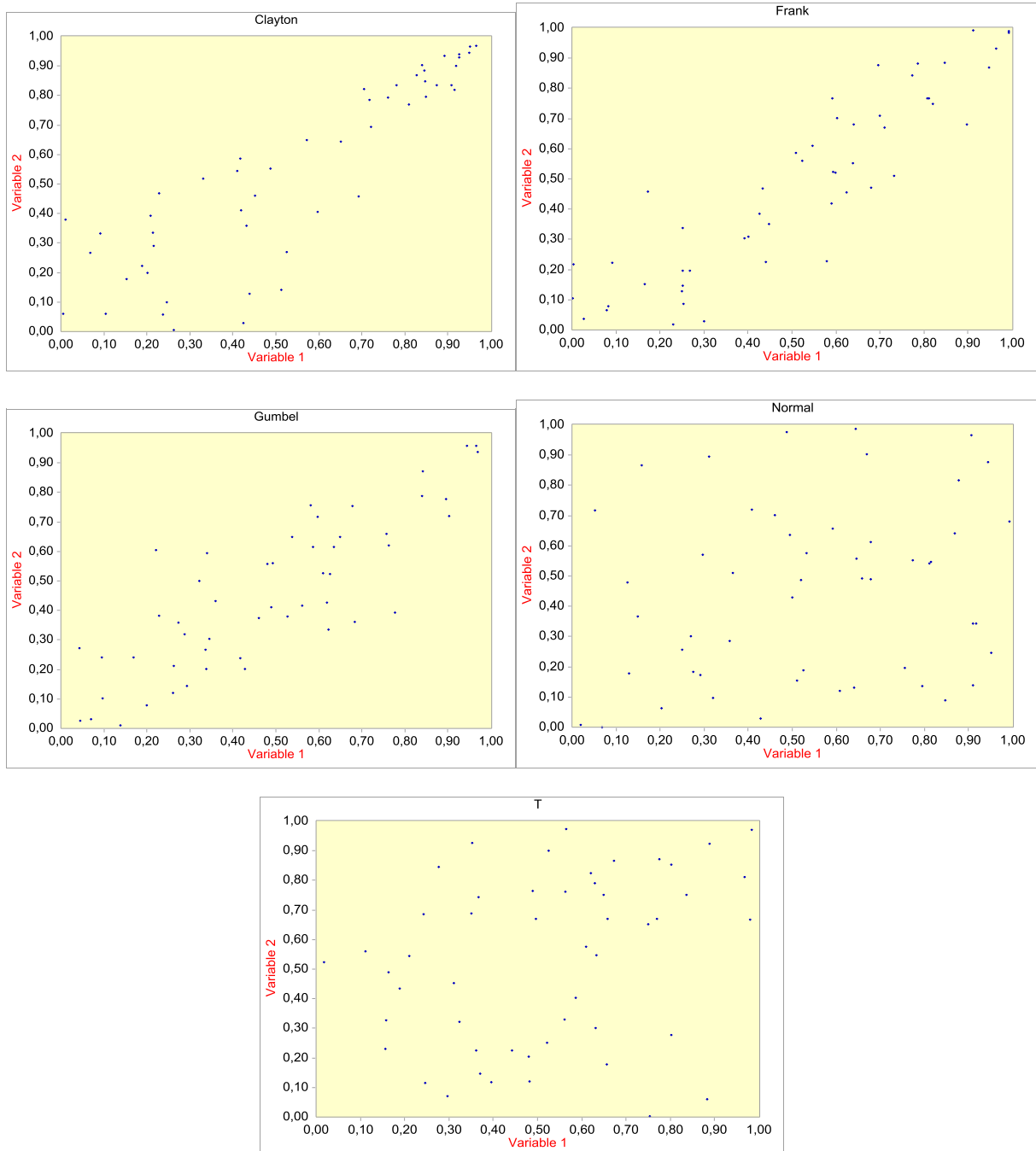


Figure 16: ajustement des DAV des entreprises selon les copules :

Et similairement aux DAV des ménages, nous donnons le tableau comparatif suivant :

Tableau 9 : Statistiques de comparaison entre les copules :

Nom de la copule	AIC	SIC
Clayton	-64.39	-60.78
Frank	-59.74	-56.13
Gumbel	-68.30	-64.69
Normale	-6.14	-4.29
T	-19.16	-15.54

Cette fois, c'est la copule de Gumbel qui s'ajuste le mieux à nos données et ce en comparant les deux critères : AIC, SIC.

## B. Traitement de la saisonnalité :

Afin de traiter la saisonnalité, nous allons nous référer au test de Buys Ballot qui permet d'identifier le type de saisonnalité pour pouvoir ensuite la corriger.

Il s'agit d'un test de significativité du modèle de la régression linéaire simple de la série des écarts types annuels sur les encours moyens annuels. Le modèle s'écrit :

$$\sigma_t = a + b * T_t + \varepsilon_t$$

avec :

- $\sigma_t$ : écart-type annuel ;
- $T_t$ : moyenne annuelle ;

En effet, si ce modèle est significatif, alors la série s'ajuste suivant un schéma multiplicatif, sinon c'est plutôt un schéma additif.

### → Ménages :

Ayant effectué ce test sous le logiciel R, nous avons opté pour un modèle additif vu que le modèle n'était pas significatif (une statistique de student observée < celle théorique).

Nous présentons ci-dessous l'ensemble des composantes de la série des encours des ménages :

### Decomposition of additive time series

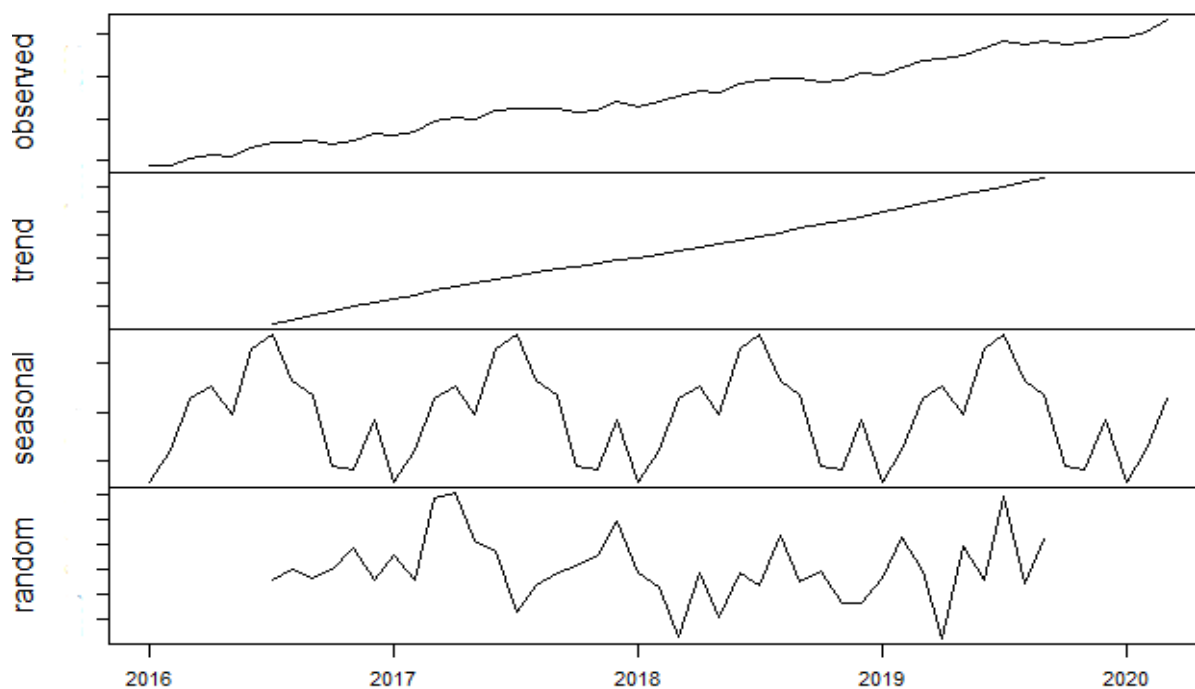


Figure 17 : décomposition de la série des encours des ménages

Après avoir enlevé la composante saisonnière des encours, nous traçons en noir la série obtenue (la série observée est tracée en rouge) :

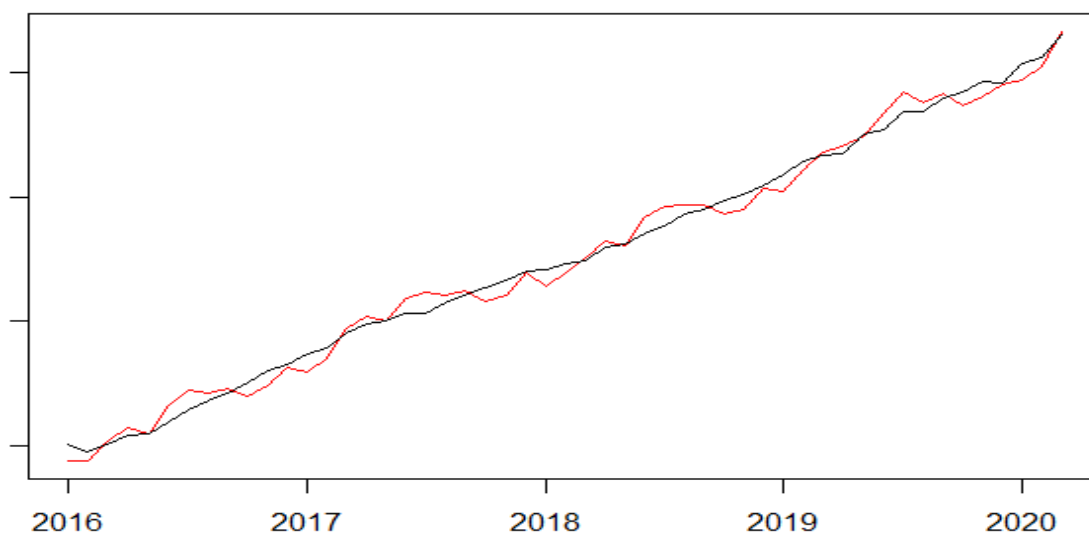


Figure 18 : graphe de la série des encours des DAV des ménages avec et sans composante saisonnière

#### → Entreprises :

De la même manière, nous traçons la décomposition de la série des encours des DAV des entreprises :

### Decomposition of additive time series

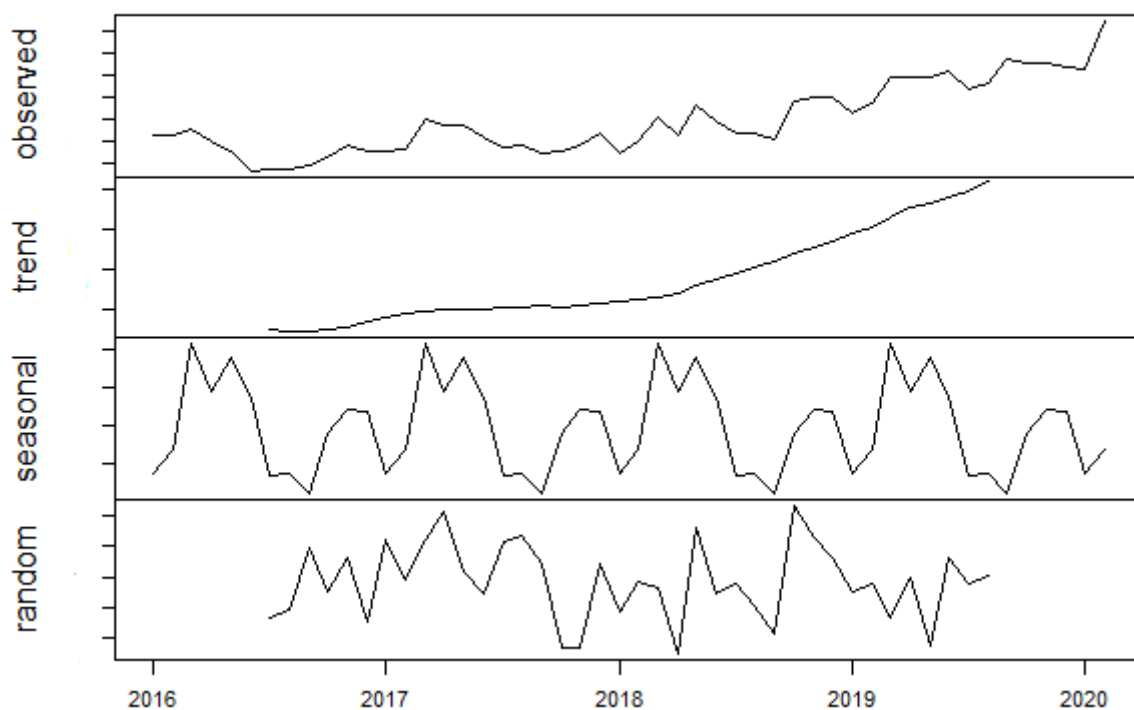


Figure 19 : décomposition de la série des encours des entreprises

Puis nous récupérons ci-dessous les deux séries des encours des DAV des entreprises avec (en rouge) et sans saisonnalité (en noir):

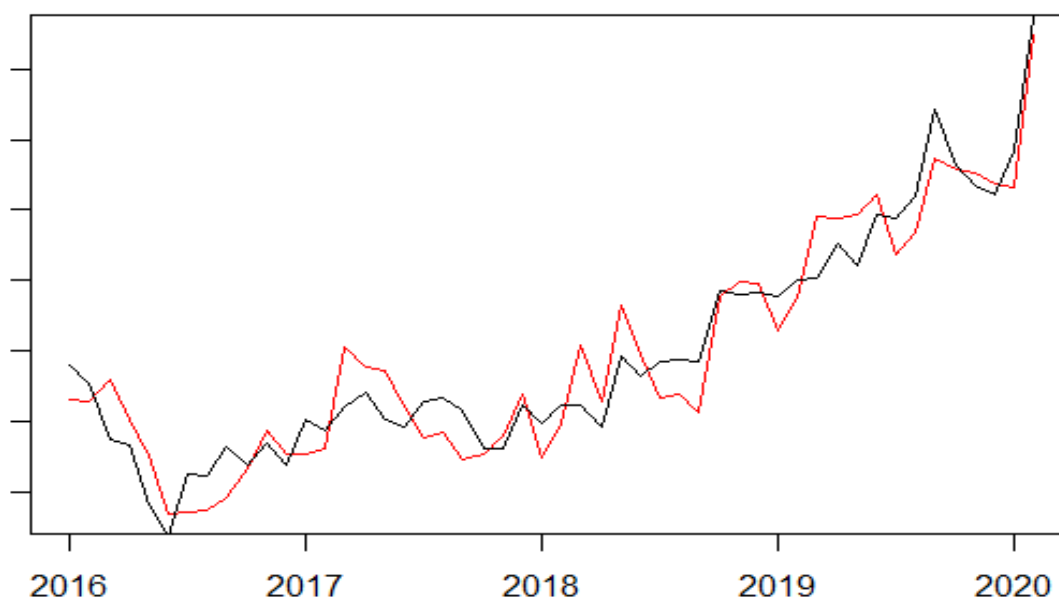


Figure 20 : graphe des séries des encours des DAV des entreprises avec (noir) et sans (rouge) saisonnalité

Nous pouvons remarquer que, majoritairement, les deux séries des encours avec et sans composante saisonnière des particuliers comme des ménages, affichent la

même allure avant et après désaisonnalisation et ce presque partout.. Ceci dit, nous passons à l'étude de la stationnarité.

### C. Etude de la stationnarité :

Pour cela, nous allons nous munir de l'auto-corrélogramme, de l'auto-corrélogramme partiel et du test de Dickey-Fuller augmenté.

→ **Ménages :**

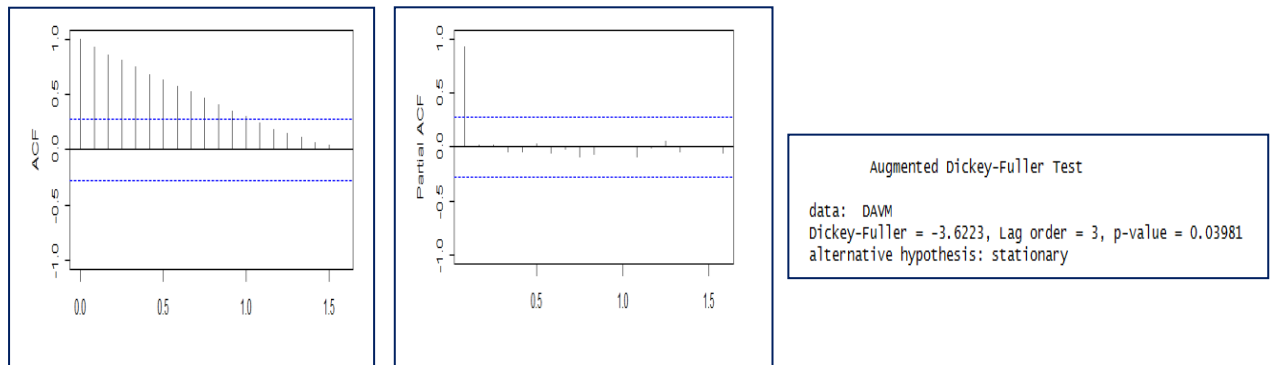


Figure 21 : corrélogramme, corrélogramme partiel et sortie du test de Dickey-Fuller augmenté des encours des ménages

D'après les sorties ci-dessus et surtout comme la p-value du test de Dickey-Fuller augmenté est inférieure à 5%, nous rejetons l'hypothèse nulle du test soit la non stationnarité de la série. De ce fait, la série des encours des DAV pour nos données est stationnaire.

→ **Entreprises :**

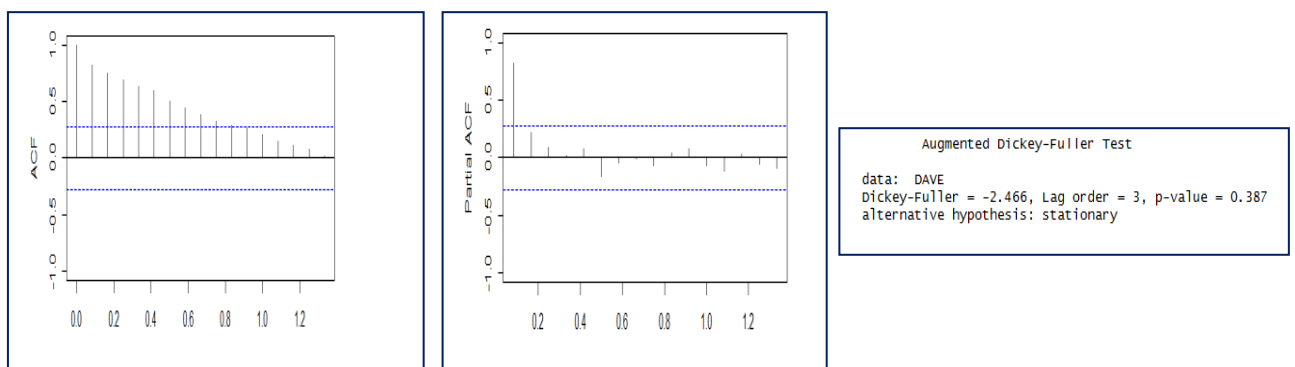


Figure 22 : corrélogramme, corrélogramme partiel et sortie du test de Dickey-Fuller augmenté des encours des entreprises

La décroissance lente de l'auto-corrélogramme et la p-value supérieure à 5% du test de Dickey-Fuller augmenté sont suffisants pour avancer que la série devant nous est non stationnaire. Pour y remédier, nous procédons par différenciation et nous

obtenons le graphe de la série différenciée et qui fera, dès lors, l'objet de notre étude, comme suit :

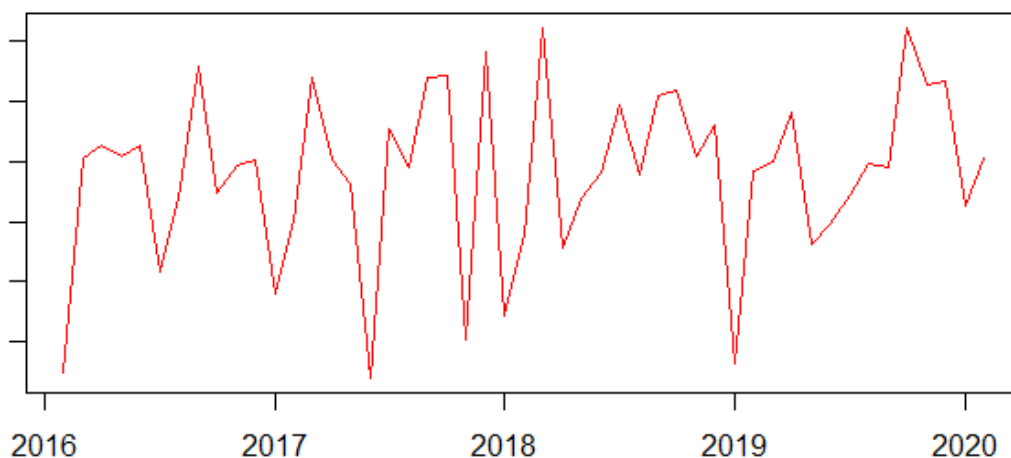


Figure 23 : série différenciée des encours des DAV des entreprises

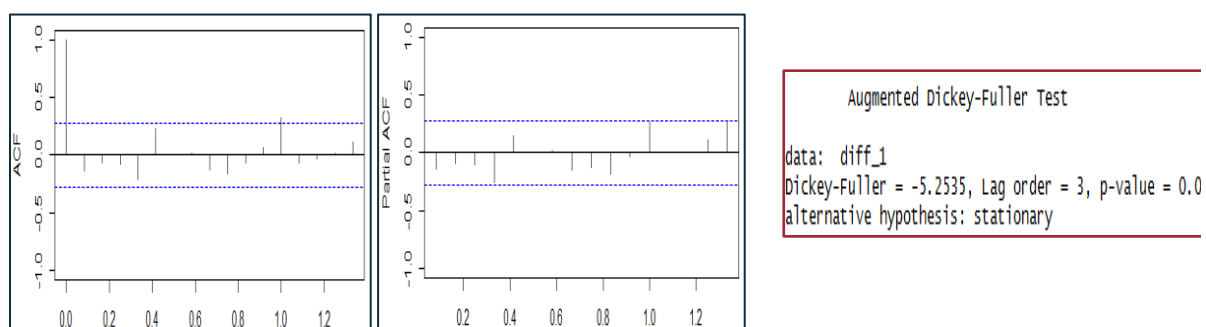


Figure 24 : corrélogramme, corrélogramme partiel et sortie du test de Dickey-Fuller augmenté de la série différenciée des encours des entreprises

Les trois figures ci-dessus confirment la stationnarité de la série différenciée qui fera l'objet de la suite de notre étude.

A présent, nous pouvons attaquer la modélisation en commençant d'abord par l'approche des séries chronologiques (Box-Jenkins) puis passer aux modèles stochastiques prédéfinis pour valider et comparer les modèles retenus. Enfin, nous allons prévoir l'évolution future des DAV avec le modèle estimé le meilleur.

### D. Approche de Box-Jenkins :

Une fois les deux séries désaisonnalisées et stationnarisées, nous pouvons passer aux quatre étapes de l'approche de Box-Jenkins soit l'identification des ordres  $p$  et  $q$  du modèle ARMA, l'estimation des paramètres des modèles retenus, la validation et enfin la prévision.

→ **Ménages :**

Pour l'identification de p et q du modèle ARMA ainsi que l'estimation des coefficients du meilleur modèle minimisant les critères AIC et BIC, nous avons utilisés la commande fournie sous R : `auto.arima()` qui permet aussi de visualiser le chemin de minimisation jusqu'à obtention du modèle optimal. Appelée, la commande nous donne que c'est le modèle ARMA(1,1) qui s'ajuste le mieux à nos données avec un AIC de -334,61 après le chemin de minimisation suivant :

```
-325.4279
-328.5765
-332.4722
-332.499
-329.282
Inf
-330.4434
-329.7395
-333.8213
-333.9095
-333.8734
-331.2349
-330.9349
-331.8256
-331.9019
-329.0675
-331.5882
Inf
```

Les coefficients de ce modèle sont donnés ci-dessous :

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
ar1	-0.937264	0.078221	-11.9823	< 2.2e-16	***
ma1	0.719628	0.135343	5.3171	1.054e-07	***

Nous constatons que les deux paramètres sont significatifs au seuil de 5% et il ne reste plus que la validation de notre modèle en vérifiant que les résidus sont de loi normale et se comportent comme des bruits blanc. Pour cela, nous effectuons d'abord les deux tests de Box-Pierce et de Ljung-Box.

Box-Pierce test	
data:	model1\$residuals
X-squared =	0.1822, df = 1, p-value = 0.6695

Box-Ljung test	
data:	model1\$residuals
X-squared =	0.19697, df = 1, p-value = 0.6572

Nous remarquons que les p-values des deux tests sont supérieures au seuil de 5% et nous décidons donc d'accepter l'hypothèse et par la suite valider que les résidus sont des bruits blancs. Ensuite, nous allons vérifier la normalité des résidus à l'aide des deux tests : Shapiro-Wilk et Jarque-Bera :

```
shapiro-wilk normality test
data: model1$residuals
W = 0.97482, p-value = 0.5368
```

```
Jarque Bera Test
data: model1$residuals
X-squared = 0.054066, df = 2, p-value = 0.9733
```

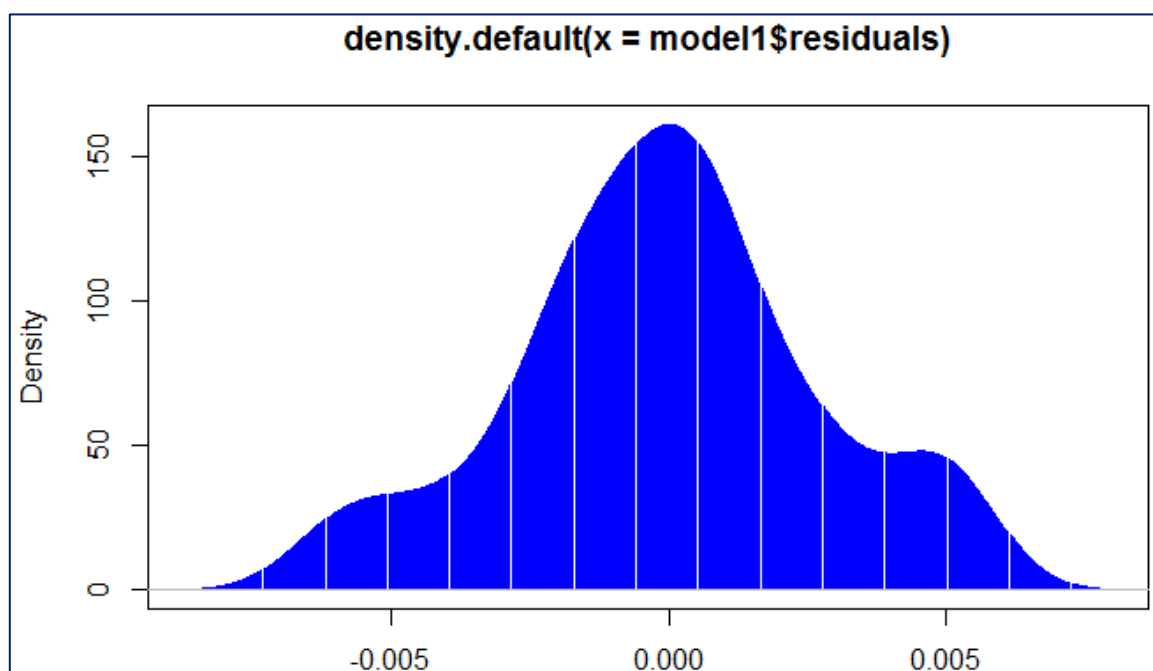


Figure 25 : densité des résidus des ménages

Les deux p-values des tests sont supérieures à 5% et le graphe ci-dessus représentant la densité des résidus du modèle témoignent bien de la normalité des résidus. Par la suite, nous validons le modèle ARMA(1,1).

Modèle trouvé, estimé et validé, il ne reste plus que l'étape finale qui est la prévision de l'évolution des encours des DAV des ménages.

Nous allons effectuer des prévisions pour les encours des DAV des ménages sur un horizon de 12 mois (1an).

Le graphique, ci-dessous, illustre d'une part les encours ajustés selon le modèle ARMA(1,1) (en noir) et d'une autre part la prévision (en bleu) :

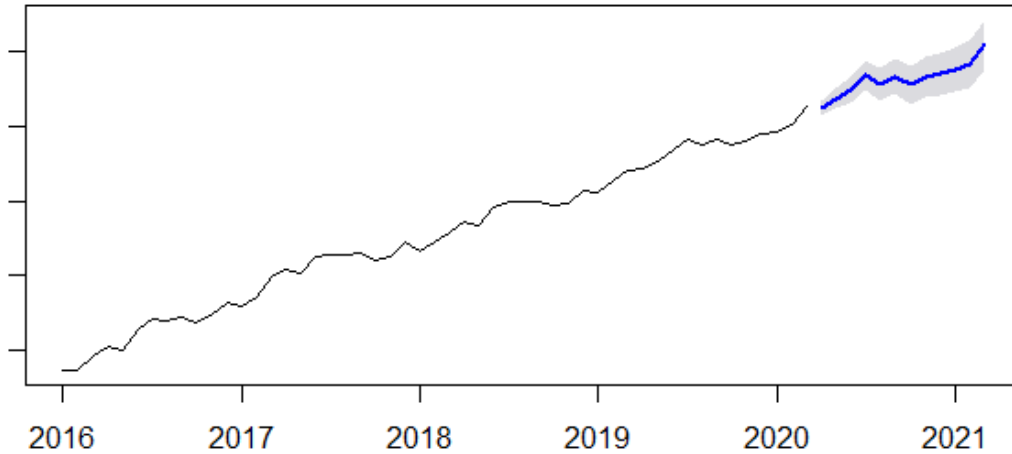


Figure 26 : prévision des encours des DAV des ménages

Selon notre modèle, nous pouvons conclure que les encours des DAV des ménages vont connaître une tendance légèrement haussière dans les mois à venir. Toutefois, les premiers mois de l'année 2020 se laquent par une tendance haussière très discrète, quitte à rappeler que la pandémie Covid-19 les avait trop impactés.

Ceci termine l'approche de Box-Jenkins pour les DAV des particuliers et nous passons aux DAV des entreprises.

→ **Entreprises :**

Le modèle retenu après minimisation du critère AIC et BIC est le modèle AR(1) avec un AIC=-212,08. Le chemin de minimisation du AIC est donné par :

Inf
-206.175
-209.0661
-207.8015
-207.4099
-204.8646
-207.198
-207.5078
-210.1079
-208.4211
-208.6642
-209.347
-208.498
-211.8186
-210.3355
-210.2287
-210.763
-210.9649
-209.1263

et les coefficients du modèle sont donnés par :

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
ar1	0.37652	0.13566	2.7755	0.005512 **

Le coefficient étant significatif au seuil de 5%, nous pouvons passer à la validation du modèle.

```
Box-Ljung test
data: model1_E$residuals
X-squared = 1.4002, df = 1, p-value = 0.2367
```

```
Box-Pierce test
data: model1_E$residuals
X-squared = 1.3194, df = 1, p-value = 0.2507
```

P-values supérieures à 5% impliquent l'acceptation de l'hypothèse nulle et ainsi la confirmation que les résidus sont des bruits blancs.

```
Jarque Bera Test
data: model1_E$residuals
X-squared = 4.2703, df = 2, p-value = 0.1182
```

Jarque-Bera aussi avec une p-value supérieure à 5% permet de confirmer la normalité des résidus et par ceci, nous validons le modèle AR(1) pour la modélisation des encours des DAV des entreprises.

Enfin, il ne reste que la prévision de leur évolution par le modèle retenu et pour cela nous allons l'étaler sur un horizon d'une année pour trouver :

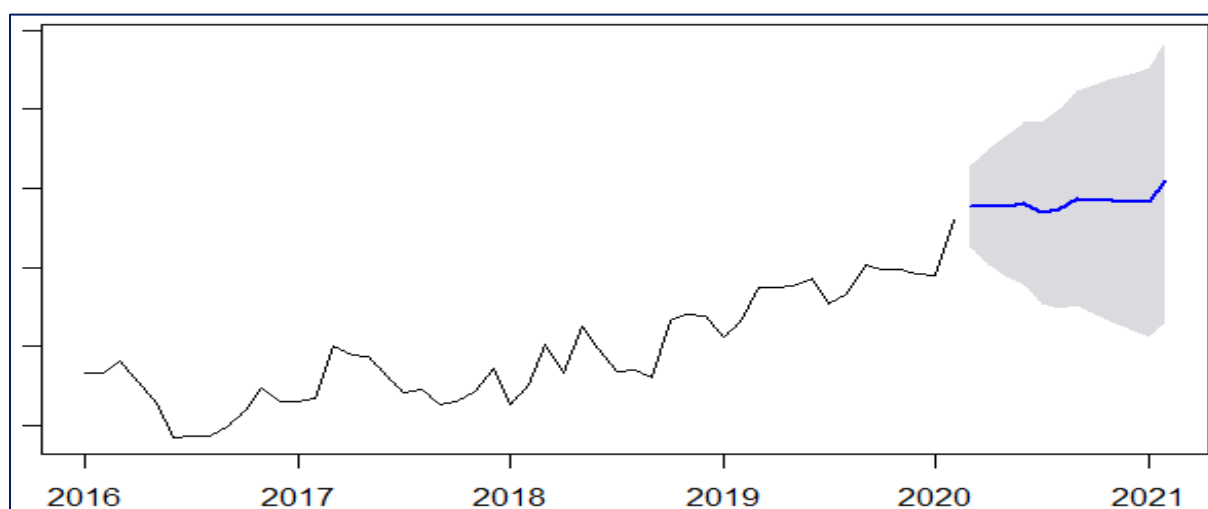


Figure 27 : prévision des encours des DAV des entreprises

Concernant les encours des DAV des entreprises, le modèle prévoit une baisse vers la moitié de l'année 2020 pour commencer à reprendre la tendance haussière vers la fin de l'année soit le dernier trimestre. Non seulement cela mais aussi, la prévision de l'évolution des encours des entreprises divulgue bien l'impact qu'avait la pandémie

sur une bonne partie d'entreprises et qui a fini par des retraits massifs de leurs dépôts des banques.

Ceci achève enfin l'approche de Box-Jenkins et nous passons aux modèles stochastiques prédéfinis.

## E. Modèles prédéfinis :

### → Ménages :

Nous exposons, dans cette partie, les principaux résultats obtenus lors de la modélisation des dépôts à vue non rémunérés en commençant par le modèle de Selvaggio, puis celui de Jarrow et Van-Deventer, ensuite celui de Dupré et enfin celui d'OTS.

- Selvaggio :

Ce modèle est globalement significatif avec une valeur très intéressante de  $R^2$  à savoir 0,992. Autrement dit, 99,2% de la variance des DAV est expliquée par le modèle et ainsi une connaissance des valeurs des variables explicatives permet de deviner avec précision les valeurs des encours des DAV des ménages.

De plus, mis à part le  $\log(r_k)$ , tous les autres coefficients sont significatifs au seuil de 95% avec une p-value du test de nullité inférieure à 5% soit le rejet de l'hypothèse nulle ( $H_0$  : coefficient nul= non significatif).

Le modèle s'écrit finalement :

$$\log(D_k) = 2,314 + 0,583 \log(D_{k-1}) + 0,001 t_k$$

- Jarrow et Van-Deventer :

Ce modèle affiche une valeur de 0,15 dans le coefficient de détermination soit un modèle non vraiment significatif et les variables explicatives ne révèlent pas trop sur les DAV. D'ailleurs, non seulement qu'il présente un modèle de significativité très faible mais aussi les coefficients se montrent non significatifs.

Nous présentons ci-dessous le résultat de ce modèle qui ne sera pas retenu pour la suite de notre étude :

Tableau 10: résultat du modèle de Selvaggio appliqué aux DAV des ménages

Modèle	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	Sig.
	A	Erreur standard	Bêta		
1 (Constante)	,006	,017		,356	,724
Rt	-,158	,741	-,033	-,214	,832
Tk	5,184E-5	,000	,132	,902	,372
Rt_Rt_1	-,484	,970	-,076	-,500	,620

- **Dupré :**

Ce modèle, quant à lui, est globalement significatif mais avec une seule variable explicative non significative au seuil de 95%. De ce fait, nous écartons aussi ce modèle.

- **OTS :**

Enfin, ce quatrième et dernier modèle affiche un coefficient de détermination très élevé avec une valeur de 0,99 et avec un coefficient aussi significatif. Le modèle s'écrit :

$$D_k = 1,008 D_{k-1}$$

→ **Entreprises :**

Nous allons reprendre le même ordre et la même méthodologie pour la modélisation des DAV des entreprises.

- **Selvaggio :**

Pour les entreprises, ce modèle affiche un coefficient de détermination égal à 0,687 soit 68,7% de la variance totale est expliquée par le modèle. De surcroît, le test de Fisher examinant la significativité globale du modèle donne une p-value inférieure à 5% soit la significativité globale du modèle. Enfin, cette fois, mis à part le coefficient devant la variable  $\log(D_{k-1})$ , les autres coefficients se montrent non significatifs au seuil de 95%. Résultat étrange et qui nous mène directement vers l'examen des résidus pour, d'abord, nous assurer de leur validité mais aussi pour rectifier et corriger toute aberrance.

Nous écrivons le modèle de façon temporaire en laissant tous les paramètres. Cependant, le modèle du travail sera présenté dans le paragraphe de la validation, après avoir corrigé les éventuelles incohérences détectées.

Le modèle :

$$\log(D_k) = -2,689 + 1,75 \log(D_{k-1}) + 0,48 \log(R_k) - 0,01 t_k$$

- **Jarrow et Van-Deventer :**

S'agissant de ce modèle, le coefficient de détermination s'élève à 0,306. Il explique ainsi 30,6% de la variance totale. Nonobstant, il se caractérise par des coefficients totalement non significatifs au seuil de 95%. C'est pourquoi, ce modèle sera encore une fois non considéré pour la suite de notre étude.

- **Dupré :**

Ce modèle se voit non significatif avec un coefficient de détermination de 3,8% et une p-value du test de significativité globale supérieure à 5% et ceci écarte le modèle.

- **OTS :**

Le modèle d'OTS témoigne généralement d'une grande significativité globale pour nos données. Ajoutons à cela un coefficient significatif au seuil de 95% et son équation est donnée par :

$$D_k = 1,01 D_{k-1}$$

## **F. Validation et Comparaison des modèles :**

Pour la comparaison, nous retenons celui de Selvaggio, celui de l'OTS et celui obtenu par l'approche en séries chronologiques. Le modèle ARMA(1,1) étant validé, nous commençons d'abord par valider les deux autres pour passer ensuite au choix du modèle estimé optimal.

### **→ Ménages :**

Nous commençons par valider le modèle de Selvaggio puis passer à celui de l'OTS et pour cela, nous allons nous assurer des points suivants :

- a) **Normalité des erreurs**
- b) **Homoscédasticité des erreurs**
- c) **L'absence de l'autocorrélation des erreurs.**

- **Selvaggio :**

- a) Le premier point à valider est la normalité des erreurs. Pour cela, nous faisons appel aux tests de Shapiro-Wilk et de Jarque-Bera dont l'hypothèse nulle est la normalité des erreurs. Test effectué, nous trouvons :

```
shapiro-wilk normality test
data:  selvag$residuals
W = 0.99125, p-value = 0.9709

Jarque Bera Test
data:  selvag$residuals
X-squared = 0.52832, df = 2, p-value = 0.7679
```

Les deux tests dévoilent des p-values supérieures à 5% et impliquent donc l'acceptation de l'hypothèse nulle soit la validation de la normalité des résidus du modèle de Selvaggio.

- b) Le deuxième point à valider est l'homoscédasticité des erreurs et pour cette fin, nous allons utiliser le test de Breusch-Pagan implémenté sous R et pour lequel l'hypothèse nulle est l'homoscédasticité des erreurs. Sous R, nous trouvons :

```
studentized Breusch-Pagan test
data:  s[, 1] ~ s[, 2] + s[, 3] + s[, 4]
BP = 3.7704, df = 3, p-value = 0.2873
```

Une p-value supérieure à 5% signifie que l'hypothèse nulle est acceptée et par la suite l'homoscédasticité des erreurs est validée.

- c) Le troisième point à vérifier aussi est l'absence de l'autocorrélation des erreurs pour lequel nous allons faire appel au test de Durbin-Watson qui a pour hypothèse nulle l'absence de l'autocorrélation des erreurs.

Sous R, test effectué, nous trouvons :

```
Durbin-watson test
data:  s[, 1] ~ s[, 2] + s[, 3] + s[, 4]
Dw = 1.9496, p-value = 0.2954
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0
```

Ceci termine la validation. En effet, une p-value supérieure à 5% confirme l'absence d'autocorrélation (l'hypothèse nulle étant DW=0).

**Remarque :**

*Comme conclusion, nous retenons que le modèle de Selvaggio est complètement validé pour les ménages. Nous passons au modèle d'OTS.*

- **OTS :**

Nous allons suivre exactement les mêmes étapes et refaire les mêmes tests sur les résidus de ce modèle pour trouver :

```
shapiro-wilk normality test
data: OTS$residuals
W = 0.97997, p-value = 0.5506
```

```
Jarque Bera Test
data: OTS$residuals
X-squared = 1.3388, df = 2, p-value = 0.512
```

- a) Les deux tests de normalité ci-dessus miroitent des p-values supérieures à 5% soit la normalité des erreurs et voilà le premier point validé.

```
studentized Breusch-Pagan test
data: O[, 1] ~ O[, 2]
BP = 0.28667, df = 1, p-value = 0.5924
```

- b) La deuxième sortie incorpore le résultat du test de Breusch-Pagan et qui présente aussi une p-value supérieure à 5% soit l'absence d'hétéroscédasticité des erreurs et par la suite, le deuxième point est validé.

```
Durbin-watson test
data: O[, 1] ~ O[, 2]
DW = 2.1783, p-value = 0.6867
```

- c) Le troisième point est ainsi validé aussi avec une p-value qui est encore supérieure à 5%.

→ **Entreprises :**

Après la validation des deux modèles retenus pour les ménages, nous allons à présent examiner la validation des deux modèles retenus pour les entreprises.

• **Selvaggio :**

- a) Le premier point que nous validons est la normalité et est validé avec le test de Kolmogorov-Smirnov qui donne une p-value supérieure à 5%.
- b) Le deuxième point, soit l'homoscédasticité des erreurs, pose véritablement un problème vu que le test de Breusch-Pagan ressortit une p-value inférieure à 5% et ceci est illustré sur la sortie ci-dessous :

```
studentized Breusch-Pagan test
data: S_E[, 1] ~ S_E[, 2] + S_E[, 3] + S_E[, 4]
BP = 7.8972, df = 3, p-value = 0.04818
```

A noter que la présence d'hétéroscédasticité biaise le calcul de variance des paramètres et nuit à la fiabilité des intervalles de confiance sur les valeurs des

paramètres du modèle et sur les résidus. L'estimation des paramètres n'est toutefois pas biaisée.

Après avoir corrigé cela, nous obtenons le modèle suivant :

$$\log(D_k) = 1,463 + 0,6801 \log(D_{k-1}) + 0,001518 t_k$$

c) Enfin, l'absence d'autocorrélation des erreurs n'est pas une contrainte pour ce modèle et ce est validé avec le test de Durbin Watson (p-value=0,05083).

- **OTS :**

a) Nous effectuons le test de Kolmogorov Smirnov pour valider la normalité des erreurs et nous trouvons :

```
One-sample Kolmogorov-Smirnov test
data:  OTS_entrep$residuals
D = 0.14942, p-value = 0.2026
alternative hypothesis: two-sided
```

La p-value=0,2026 est supérieure à 5% et donc nous validons le premier point.

b) Nous effectuons le test de Breusch-Pagan et nous trouvons :

```
studentized Breusch-Pagan test
data:  O_E[, 1] ~ O_E[, 2]
BP = 0.95049, df = 1, p-value = 0.3296
```

Encore une p-value=0,3296 >5% implique l'absence de l'hétéroscédasticité.

c) La sortie du test de Durbin-Watson est donnée par :

```
Durbin-watson test
data:  O_E[, 1] ~ O_E[, 2]
DW = 2.0624, p-value = 0.5322
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0
```

De la même manière, nous faisons la même conclusion, soit l'absence de l'autocorrélation des erreurs.

Ceci achève la validation des modèles retenus et continueront ainsi à être sélectionnés pour trancher quant au modèle le plus optimal par comparaison.

A ce propos, de nombreux critères peuvent servir à la comparaison des modèles. Pour cette étude, nous allons nous baser sur les deux critères suivants :

- **Coefficient de détermination R<sup>2</sup>**, qui indique la part expliquée par les variables indépendantes retenues par le modèle.

- Une deuxième comparaison sera faite sur la base **du critère d'information (AIC)** de chaque modèle estimé, qui représente la quantité d'information perdue lors de l'estimation et nous préconiserons le modèle avec le plus petit AIC.

→ **Ménages :**

Nous récapitulons sur le tableau ci-dessous, l'ensemble des valeurs des critères cités auparavant :

Tableau 11 : R<sup>2</sup> et AIC des modèles retenus pour les ménages

	ARMA(1,1)	Selvaggio	OTS
R <sup>2</sup>	99,01%	99,6%	99%
AIC	-334,614	-393,0283	96,0469

En confrontant les modèles retenus entre eux et en se basant sur les deux critères sur le tableau, nous préconiserons tout naturellement le modèle de Selvaggio puisqu'il maximise le coefficient de détermination R<sup>2</sup> et minimise le critère AIC (en d'autres termes minimise l'erreur). Nous ne nions pas que le modèle ARMA(1,1) est aussi doté de très bonne qualité d'ajustement et une erreur d'ajustement très moindre. De ce fait, selon l'objectif de l'étude, un modèle sera préconisé au détriment de l'autre.

En effet, si la finalité de l'étude est juste d'anticiper les encours futurs, le modèle ARMA(1,1) peut être choisi et va donner une bonne visibilité sur l'évolution future de ces encours. Toutefois, le modèle de Selvaggio demeure le modèle de référence des banques pour effectuer un écoulement d'un stock et ceci est justifié par la notion d'encours cible qu'il incorpore.

→ **Entreprises :**

Tableau 12 : R<sup>2</sup> et AIC des modèles retenus pour les entreprises

	AR(1)	Selvaggio	OTS
R <sup>2</sup>	86,65%	68,7%	95%
AIC	-212,08	-64,79527	40,0846

En se basant sur les statistiques ci-dessus, nous remarquons que le modèle AR(1) se montre le meilleur puisqu'il maximise la valeur du R<sup>2</sup> avec une valeur de 86,65% et minimise celle du critère AIC avec une valeur de -212,08. Pourtant, nous revenons pour insister sur l'importance de la finalité pour laquelle l'étude est faite et qui dicte le choix du modèle. En effet, pour effectuer un écoulement, et qui est pour nous l'objectif de cette partie, les banques préconisent l'utilisation du modèle de

Selvaggio qui aussi, pour nos données, présente un atout et une capacité non négligeables dans la modélisation des DAV. C'est d'ailleurs pourquoi, nous allons s'y baser pour l'élaboration de l'écoulement dans la partie suivante.

## G. Backtesting du modèle de Selvaggio retenu :

### → Ménages :

Pour nous assurer de la qualité de modélisation du modèle de Selvaggio pour nos données, nous allons confronter les deux séries des DAV : observés réellement et estimés par le modèle, puis sur le même graphe nous allons tracer le carré de l'erreur. La même approche sera adoptée pour les entreprises.

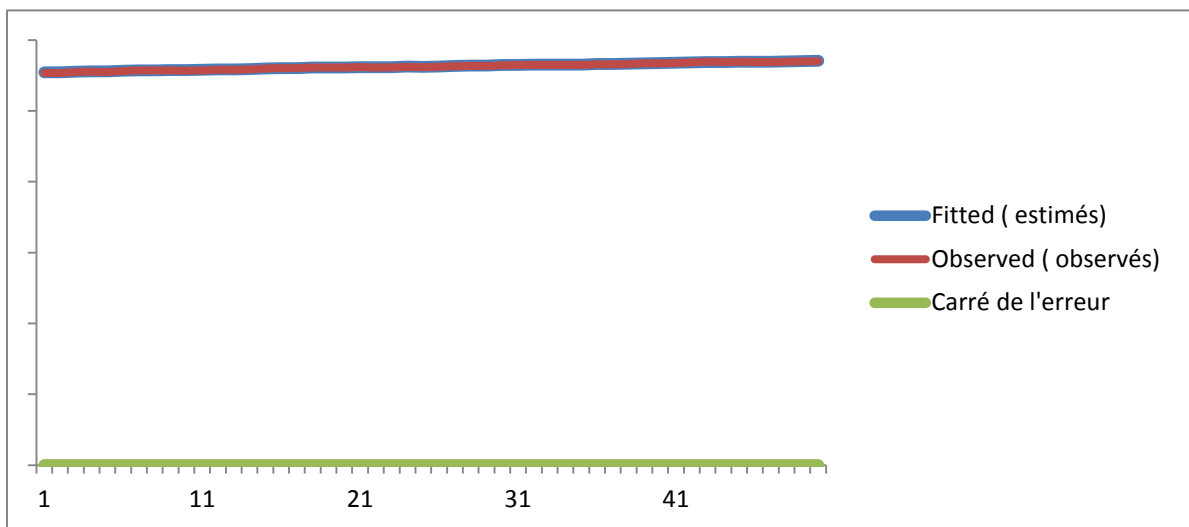


Figure 28: Backtesting du modèle retenu pour les ménages

Nous pouvons remarquer que les valeurs estimées par le modèle de Selvaggio riment parfaitement avec les valeurs réellement observées avec un carré d'erreur de l'ordre de  $10^{-5}$ . La ligne de l'erreur colle, presque, avec l'axe horizontal et est ainsi trop minime. En guise de conclusion, le modèle de Selvaggio est un très bon modèle pour les DAV des ménages de notre étude.

→ **Entreprises :**

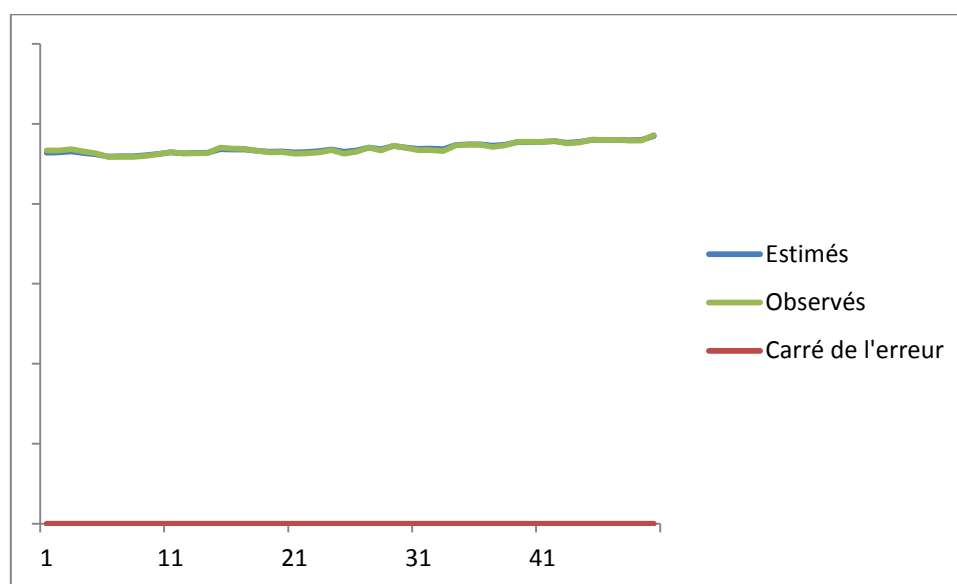


Figure 29 : Backtesting du modèle retenu pour les entreprises

De même, les données estimées par le modèle de Selvaggio se montrent très fidèles aux données réelles avec un carré d'erreur de l'ordre de  $10^{-5}$ .

**Conclusion :**

Ce chapitre, qui a été dédié à la modélisation des dépôts à vue, a fait l'objet d'un travail judicieux pour le projet. Structuré en sept parties, ce chapitre avait pour but principal le choix du modèle cohérent et optimal permettant par la suite l'élaboration des conventions d'écoulement afin de pouvoir calculer les impasses (gaps). A travers ce chapitre, nous avons pu aussi valider le modèle de référence des banques soit celui de Selvaggio préconisé pour l'élaboration de l'écoulement.

Nous rappelons que dans un premier temps, nous avons présenté nos données de travail en distinguant les ménages et les entreprises. Ensuite, le traitement de la saisonnalité s'est imposé et nous avons ainsi désaisonnalisé les séries de travail avant de passer à l'étape préliminaire de l'approche de Box-Jenkins soit l'étude de stationnarité. Ce paragraphe nous a permis d'entamer l'approche en séries chronologiques et qui s'est achevée par le choix du modèle ARMA(1,1) pour les DAV des ménages et le modèle AR(1) pour les DAV des entreprises.

Après la validation de ces deux modèles, nous avons passé à l'examen des modèles prédéfinis. Ce faisant, nous avons retenu le modèle de Selvaggio et celui de l'OTS qui, à la différence des autres modèles, ont témoigné d'une bonne significativité globale et de coefficients majoritairement significatifs. Enfin, nous avons confronté les trois modèles retenus, et pour les ménages et pour les entreprises, en se référant à des critères bien précis pour rimer avec la préconisation des banques au modèle de

Selvaggio tout en mettant l'accent sur l'importance et l'atout de prévision considérable des modèles en séries chronologiques.

Finalement, force est de rappeler que c'est la finalité d'utilisation qui dicte le modèle à choisir. D'ailleurs, si l'objectif de l'étude était une simple prévision sans élaboration des conventions d'écoulement, nous aurions pu partir pour les modèles ARMA !

## II. Écoulement et calcul des impasses :

---

Pour l'élaboration des conventions d'écoulement, nous allons commencer avec les DAV. Nous rappelons que le modèle retenu pour leur modélisation était celui de Selvaggio. Ses paramètres nous permettent de calculer la vitesse d'ajustement. En effet, en écrivant :

$$\log(D_k) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(D_{k-1}) + \alpha_2 \log(r_k) + \alpha_3 t_k$$

Nous avons :

$$1 - \lambda = \alpha_1 \quad \text{et} \quad \lambda \log(D^*) = \alpha_0$$

avec :

- $\lambda$  : la vitesse d'ajustement ;
- $D^*$  : l'encours cible.

En nous basant sur nos deux modèles estimés pour les ménages et pour les entreprises, nous pouvons obtenir l'écoulement des DAV.

→ **Ménages :**

Nous rappelons le modèle trouvé :

$$\log(D_k) = 2,314 + 0,583 \log(D_{k-1}) + 0,001 t_k$$

Puis, nous trouvons :  $\lambda = 1 - 0,583 = 0,417$  soit **41,7%**. Ceci veut dire que les encours s'écoulent avec une vitesse de 0,417 chaque mois jusqu'à atteindre un encours stable  $D^*$  qui restera stable. Force est de noter que, dans ce cadre, nous considérons qu'à une date d'origine, prenons pour notre cas le mois de décembre 2019, la banque arrête son activité de collecte des DAV.

Pour écouler l'encours initial, nous utilisons l'équation de la dynamique de l'écoulement qui est donnée par :

$$D_t = D^* + (D_0 - D^*)e^{-\lambda t}$$

Nous obtenons :

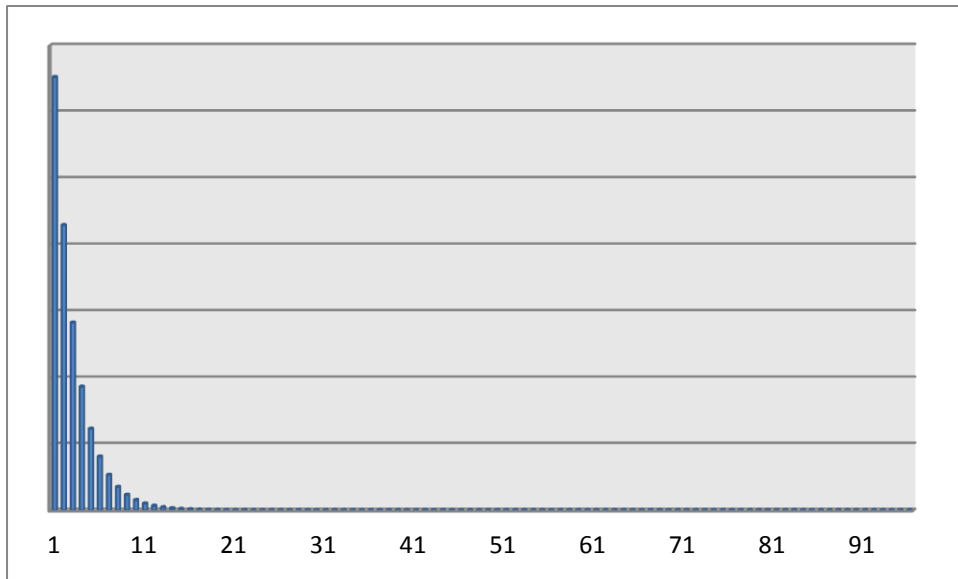


Figure 30 : écoulement des DAV des ménages

Nous avons remarqué qu'à partir du 53<sup>ème</sup> mois, l'écoulement se stabilise et stagne. Il durera ainsi pour les DAV des ménages 4ans et 5mois. Cependant, nous soulignons qu'il ne s'agit pas d'une étude sur le très long terme et d'ailleurs, nous n'avons considéré que 96mois soit 8ans.

→ **Entreprises :**

De la même façon, nous trouvons pour les DAV des entreprises une vitesse d'écoulement égale à :  $\lambda=1-0,6801=0,3199$  soit 31,99%.

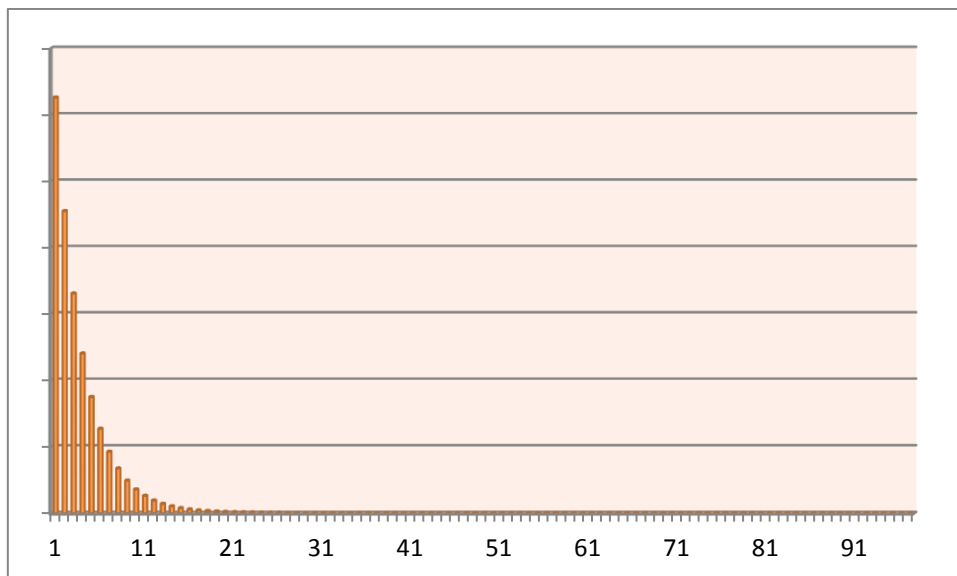


Figure 31 : écoulement des DAV des entreprises

S'agissant des encours des entreprises, nous avons remarqué qu'ils durent 74mois avant de stagner. Ceci dit, il leur faut 6ans et 2mois exact pour se stabiliser.

Après avoir déterminé l'écoulement des dépôts à vue et toujours sous l'hypothèse de cession d'activité, nous allons observer l'évolution des actifs et des passifs du compte étudié au cours du temps. Enfin, l'écart entre ces deux derniers éléments nous permettra de quantifier l'impasse de liquidité.

Tout d'abord, un écoulement linéaire a été adopté pour faire écouler l'actif dont les maturités sont déterminées et de même pour la majorité du passif, sauf pour les dépôts à vue, un écoulement suivant des hypothèses d'écoulement a été adopté sans avoir recours à aucune modélisation. Nous soulignons bien que, pour des raisons de confidentialité, nous ne pouvons, malheureusement, pas présenter les chiffres et les hypothèses de chaque compte du bilan ; et force est de noter que ces hypothèses demeurent internes et propres à chaque compte examiné.

Ensuite, une fois l'écoulement du bilan s'est totalement effectué, nous passons au calcul des gaps de liquidité. Comme nous l'avons déjà évoqué, deux méthodes de calcul sont à distinguer : la méthode statique et la méthode dynamique. Pour notre étude, nous nous focalisons sur l'impasse statique qui ignore tout encours ou tout emprunt nouveaux et exclut toute production nouvelle.

Encore faut-il différencier entre une impasse en stock et une impasse en flux. A commencer par le calcul des impasses en flux en raisonnant sur les entrées-sorties de fonds soit les paiements d'intérêts, les remboursements, etc. Elle s'obtient en faisant la différence entre les variations des actifs et celles des passifs à une période donnée.

Puis, vient le calcul de l'impasse en stock qui représente la somme des impasses en flux depuis l'origine. Elle s'obtient en faisant la différence entre actifs et passifs aux différentes dates futures.

Nous traçons ci-dessous un récapitulatif des niveaux des gaps calculés pour l'année 2020 :

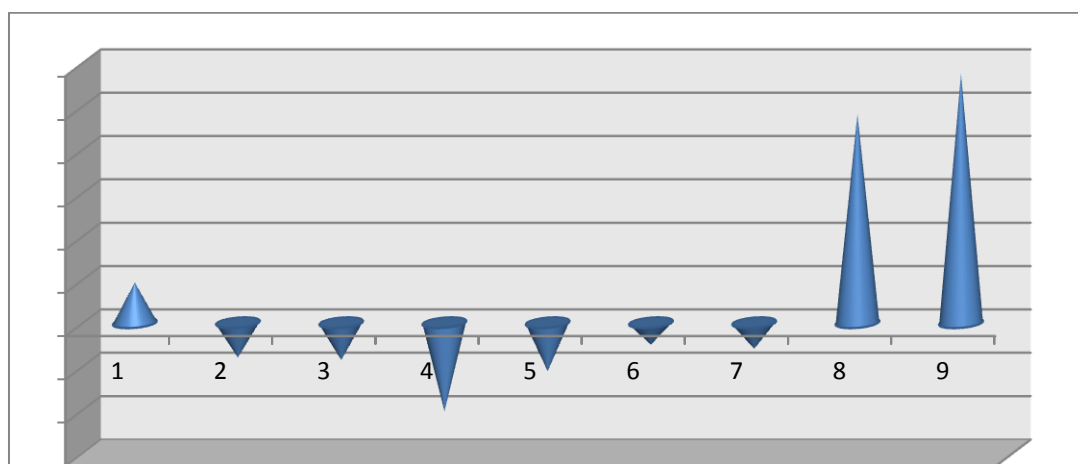


Figure 32 : niveaux des impasses de liquidité calculées pour 2020

Sur l'axe des abscisses, nous avons les périodes par ordre croissant allant d'un jour jusqu'à 5ans. Le premier résultat qui saute à l'œil est que nous avons six gaps de liquidité négatives ! Ceci traduit un besoin de financement et nécessite de trouver une source de financement pour pouvoir équilibrer le bilan. A cet égard, nous pouvons énumérer quelques options de financement :

- ✓ les emprunts obligataires ;
- ✓ les emprunts interbancaires ;
- ✓ les dépôts de la clientèle...etc

Ce résultat n'est point étrange au cours d'une année qui a connu une pandémie (Covid-19) bouleversante sur tous les niveaux et dont l'impact financier était et demeure flagrant.

De l'autre côté, nous remarquons que le graphe est orné par deux grandes impasses positives à la fin. Ceci traduit, cette fois, un excès de liquidité et seulement dans cette situation qu'il devient possible, et souhaitable, d'investir l'excédent de liquidité dans de nouveaux actifs commerciaux afin d'augmenter la rentabilité du compte. En outre, la banque peut, dans ce cas, octroyer de nouveaux crédits à sa clientèle.

## Gestion du risque de liquidité sur le court terme : calcul du LCR

Dans ce paragraphe, nous allons présenter le calcul technique pratique du ratio LCR et ce pour le compte du CAM en nous basant sur la communication financière du 31 décembre 2019 qui est établie dans le respect des principes comptables généraux applicables aux établissements de crédit. Ainsi, nous allons commencer par le calcul du numérateur soit des HQLA pour s'étaler ensuite sur le calcul des éléments du dénominateur et enfin sur le calcul du LCR.

Nous précisons que les chiffres qui seront présentés tout au long de cette section sont en milliers de dirhams.

### I. Calcul du numérateur :

#### A. Actifs niveau 1 :

Tableau 13: actifs du niveau 1 du compte du CAM

Libellé	Montant	Quotité	Montant Pondéré
<b>Actifs niveau 1</b>		<b>87%</b>	<b>3 470 373</b>
Valeurs en caisse	850 328	100%	850 328
Excédent des avoirs auprès de la banque centrale selon les modalités définies par BAM	605 384	100%	605 384
<b>Titres de créances pondérés à 0%</b>			
Emis ou garantis par l'Etat ou Banque Al-Maghrib	2 014 661	100%	2 014 661
Emis ou garantis par les Etats, les banques centrales, les organismes publics, le BRI, le FMI, la CE ou les banques multilatérales de développement		100%	
<b>Titres de créances non pondérés à 0%</b>			
Emis en monnaie locale par l'Etat ou la banque centrale des pays où la banque encourt un risque de liquidité ou de son pays d'origine 100%  Emis en monnaie étrangère par un Etat ou une banque centrale dans la mesure où la détention de ces titres correspond aux besoins des opérations de la banque dans la juridiction concernée		100%	

- **Valeurs en caisse** : c'est le montant dont dispose CAM au niveau de ses caisses et qui s'élève à 850 328 KDHS.
- **Excédent des avoirs auprès de la banque centrale** : c'est le solde du compte du CAM auprès de Bank Al-Maghrib moins 60% de la réserve monétaire. Celle-ci étant estimée à 2% des dépôts à vue. L'excédent des avoirs auprès de la banque centrale est donc égal à  $1\,091\,314 - (0,6 * (0,02 * 40\,494\,154)) = 605\,384$  KDHS.
- **Titres de créances émis ou garantis par l'Etat ou Bank Al-Maghrib** : c'est le montant des Bons de Trésors de placement et d'investissement moins les valeurs données en pensions :  $8\,614\,828 - 6\,600\,167 = 2\,014\,661$ .

## B. Actifs niveau 2A :

Tableau 14 : actifs du niveau 2A du CAM

Libellé	Montant	Quotité	Montant Pondéré
<b>Actifs niveau 2A</b>		<b>11%</b>	<b>2 023 177</b>
<b>Titres de créances pondérés à 20%</b> , émis ou garantis par les Etats, les banques centrales, les organismes publics et les banques multilatérales de développement		85%	
<b>Obligations et billets de trésorerie</b> émis par des entreprises notées au moins AA-		85%	
<b>Obligations sécurisées</b>		85%	
<b>OPCVM selon les modalités définies par BAM</b>	3 612 817		2 023 177

- **OPCVM selon les modalités définies par BAM** : le montant de cette rubrique se calcule comme 95% du montant des titres de propriétés. Ce dernier qui est tiré de l'actif du bilan à la date du 31/12/2019. Les 5% restants représentent le montant des actions. Le tableau de ces calculs est fourni comme suit :

<b>Titres de propriétés</b>	100%	3 802 965
<b>OPCVM</b>	95%	3 612 817
<b>Actions</b>	5%	190 148

Maintenant, pour calculer le montant des OPCVM selon les modalités définies par BAM, nous calculons la part des différents fonds investis selon les pondérations données dans le tableau suivant :

Tableau 15 : calcul du montant des OPCVM selon les modalités définies par BAM

	Part au niveau de l'OPCVM	Montant	Pondération	Montant Pondéré
Bons de Trésor	70%	2 528 972	100%	2 528 972
Actions	10%	361 282	0%	0
Certificats de dépôts	15%	541 923	0%	0
Dépôts à terme	5%	180 641	0%	0

De ce fait, en nous basant sur le tableau ci-dessus et en appliquant la méthode de transparence imposée par BAM, nous trouvons :  $2\,528\,972 * (70\% + 10\%) = 2\,023\,177$  KDHS.

### C. Actifs niveau 2B :

Tableau 16: actifs niveau 2B du CAM

Libellé	Montant	Quotité	Montant Pondéré
<b>Actifs niveau 2B</b>		<b>2%</b>	<b>257 971</b>
Titres émis par des fonds de placements collectifs en titrisation de créances hypothécaires		75%	
Obligations et billets de trésorerie émis par des entreprises notées entre A+ et BBB-	363 823	50%	181 912
Actions ordinaires des entreprises du principal indice boursier	152 119	50%	76 059

- *Obligations et billets de trésorerie* : pour remplir cette rubrique, nous considérons que seuls les émetteurs privés non financiers sont notés entre A+ et BB- et nous lisons le montant directement du bilan : 363 823 KDHS.
- *Actions ordinaires des entreprises du principal indice boursier* : pour cette rubrique, elle ne prend en compte que les actions des entreprises non financières. Pour le compte du CAM, la répartition est 80% pour la part des actions des entreprises non financières et 20% est ainsi la part des entreprises financières. Ceci dit,  $190\,148 * 0,8 = 152\,119$  et c'est le montant inscrit sur le tableau ci-dessus.

Enfin, nous trouvons l'encours des HQLA en sommant les actifs du niveau 1, les actifs du niveau 2A et les actifs du niveau 2B, soit une valeur totale de **5751 521 KDHS**.

## II. Calcul du dénominateur :

### A. Sorties de trésorerie :

#### a. Dépôts des particuliers et des personnes morales :

Tableau 17 : calcul de la rubrique des dépôts des particuliers et des personnes morales

Libellé	Montant	Quotité	Montant Pondéré
<b>Dépôts des particuliers</b>			<b>2 883 413</b>
Fractions stables	18 837 685	5%	941 884
Fractions moins stables	19 415 289	10%	1 941 529
<b>Dépôts des personnes morales</b>			<b>2 802 750</b>
<b>Fractions stables</b>	<b>8 260 807</b>		<b>536 952</b>
Très petites entreprises	2 478 242	5%	123 912
Entreprises financières et non financières au titre des relations opérationnelles bien établies avec la banque	4 956 484	5%	247 824
Entreprises non financières, Etats, banques centrales, organismes publics et banques multilatérales de développement	826 081	20%	165 216
<b>Fractions moins stables</b>	<b>9 063 191</b>		<b>2 265 798</b>
Très petites entreprises	906 319	10%	90 632
Entreprises financières et non financières au titre des relations opérationnelles bien établies avec la banque	7 250 553	25%	1 812 638
Entreprises non financières, Etats, banques centrales, organismes publics et banques multilatérales de développement	906 319	40%	362 528

Dans ce qui suit, nous allons expliciter la procédure suivie pour l'obtention des chiffres souscrits sur le tableau ci-dessus :

- i. Tout d'abord, Pour le calcul des fractions stables et moins stables des particuliers et celles des entreprises, nous tirons des états de synthèse-communication financière- (passif du bilan) du 31/12/2019, les montants des comptes à vue.
- ii. Ensuite, nous utilisons ensuite les relations suivantes adoptées par le CAM :
  - o **Comptes courants = 40%\*Comptes à vue.**
  - o **Comptes chèques = 60%\*Comptes à vue.**

Tableau 18 : calcul des comptes à vue, comptes courants et comptes chèques (montant)

Compte à vue	100%	40 494 154
Comptes courants	40%	16 197 662
Comptes chèques	60%	24 296 492

- iii. *Dépôts des particuliers* : cette rubrique s'obtient par la somme : Comptes chèques + Comptes d'épargne + Tombées des dépôts à terme sur un mois.
- iv. *Fractions stables des dépôts des particuliers* : se calculent comme :  $45\% * \text{Comptes chèques} + 60\% * \text{Comptes d'épargne}$ .
- v. *Fractions moins stables des dépôts des particuliers* : représentent :  $55\% * \text{Comptes chèques} + 40\% * \text{Comptes d'épargne} + 41\% * \text{Tombées des dépôts à terme sur un mois}$ .

Tableau 19 : calcul des tombées des dépôts à terme

Tombées des déôts à terme sur un mois	100%	1 909 045
Tombées des déôts à terme sur un mois des particuliers	41%	782 709
Tombées des dépôts à terme sur un mois des entreprise	59%	1 126 337

Tableau 20 : fractions stables et moins stables des dépôts des particuliers

Dépôts des particuliers	Fractions stables	Fractions moins stables
Comptes chèques	10 933 422	13 363 071
Comptes d'épargne	7 904 264	5 269 509

- vi. *Fractions stables des entreprises* : il s'agit de :  $51\% * \text{Comptes courants}$ .
- vii. *Fractions moins stables des entreprises* : cette rubrique est donnée comme :  $49\% * \text{Comptes courants} + 59\% * \text{Tombées des dépôts à terme sur un mois}$ .

S'agissant des fractions stables relatives aux entreprises, le CAM adopte la pondération suivante :

- 30% pour les très petites entreprises,
- 60% pour les entreprises financières et non financières aux titres des relations opérationnelles bien établies avec la banque,
- 10% pour les entreprises non financières, Etats, Banques centrales, organismes publics et banques multilatérales de développement.

Quant à la pondération des fractions moins stables, celle-ci est répartie à :

- 10% pour les très petites entreprises,
- 80% pour les entreprises financières et non financières aux titres des relations opérationnelles bien établies avec la banque,
- 10% pour les entreprises non financières, Etats, Banques centrales, organismes publics et banques multilatérales de développement.

**b. Autres dépôts, emprunts et éléments exigibles du passif dans les 30 jours :**

Tableau 21 : calcul de la rubrique Autres dépôts, emprunts et éléments exigibles du passif dans les 30 jours

Libellé	Montant	Quotité	Montant Pondéré
<b>Autres dépôts, emprunts et éléments exigibles du passif dans les 30 jours</b>			<b>5 309 131</b>
Insuffisance des avoirs auprès de la banque centrale selon les modalités définies par BAM		100%	
Autres dépôts des entreprises financières	1 091 314	100%	1 091 314
Emprunts auprès des entreprises financières à échoir dans les 30 jours	4 217 817	100%	4 217 817
Opérations diverses sur titres (si leur solde est créditeur)		100%	
Titres de créances émis par la banque et arrivant à échéance dans les 30 jours	0	100%	0
Dettes en instance envers la clientèle		100%	

Pour les chiffres sur le tableau ci-dessus, ils sont tirés directement des états de synthèse du CAM pour le 31/12/2019.

### c. Sorties de trésorerie, relatives aux engagements confirmés de financement et de liquidité :

Tableau 22 : calcul de la rubrique des sorties des trésoreries relatives aux engagements confirmés de financement et de liquidité

Libellé	Montant	Quotité	Montant Pondéré
<b>Sorties de trésorerie, relatives aux engagements confirmés de financement et de liquidité</b>			<b>397 464</b>
<b>Engagements confirmés de financement en faveur :</b>			
Des particuliers et des très petites entreprises	7 949 286	5%	397 464
Des entreprises non financières, Etats, banques centrales, organismes publics et banques multilatérales de développement		10%	0
Des établissements de crédit soumis à une supervision prudentielle		40%	0
D'autres entreprises financières		40%	0
Des FPCT et autres entités assimilées		100%	0
<b>Engagements confirmés de liquidité en faveur :</b>			
Des particuliers et des très petites entreprises		5%	0
Des entreprises non financières, Etats, banques centrales, organismes publics et banques multilatérales de développement		30%	0
Des établissements de crédit soumis à une supervision prudentielle		40%	0
D'autres entreprises financières		100%	0
Des FPCT et autres entités assimilées		100%	0

→ *Engagements confirmés de financement en faveur des particuliers et des très petites entreprises* : cette unique rubrique remplie sur ce tableau s'obtient en sommant : Engagements de financement donnés en faveur de clientèle + Engagements de garantie d'ordre d'établissements de crédit et assimilées.

#### d. Sorties de trésorerie, relatives aux obligations de financements conditionnelles :

Tableau 23: Calcul de la rubrique Sorties de trésorerie relatives aux obligations de financements conditionnelles

Libellé	Montant	Quotité	Montant Pondéré
<b>Sorties de trésorerie, relatives aux obligations de financements conditionnelles</b>			<b>208 428</b>
<b>Facilités de financement sans engagement en faveur :</b>			
Des particuliers et des très petites entreprises		5%	
Des entreprises non financières, Etats, banques centrales, organismes publics et banques multilatérales de développement		10%	
Des établissements de crédit soumis à une supervision prudentielle		40%	
D'autres entreprises financières		40%	
Des FPCT et autres entités assimilées		100%	
<b>Facilités de liquidité sans engagement en faveur :</b>			
Des particuliers et des très petites entreprises		5%	
Des entreprises non financières, Etats, banques centrales, organismes publics et banques multilatérales de développement		30%	
Des établissements de crédit soumis à une supervision prudentielle		40%	
D'autres entreprises financières		100%	
Des FPCT et autres entités assimilées		100%	
<b>Rachat de titres de dettes émis par la banque</b>			
<b>Rachat de titres de dettes d'émetteur ayant eu recours à un courtier affilié</b>			
<b>Instruments de crédit commercial</b>		5%	
<b>Engagements de garantie</b>	4 168 557	5%	208 428
<b>Autres</b>			

#### e. Sorties de trésorerie, relatives aux autres obligations contractuelles :

Tableau 24: Calcul de la rubrique Sorties de trésorerie relatives aux autres obligations contractuelles

Libellé	Montant	Quotité	Montant Pondéré
<b>Sorties de trésorerie relatives aux autres obligations contractuelles</b>			<b>143 256</b>
Dividendes à payer dans les 30 jours		100%	
Intérêts à payer dans les 30 jours	143 256	100%	143 256
Excédent des titres à recevoir sur les titres à livrer dans les 30 jours			

Actifs de niveau 1		0%	
Actifs de niveau 2A		15%	
Actifs de niveau 2B art 7 a)		25%	
Actifs de niveau 2B art 7 b) et c)		50%	
Autres actifs		100%	
Autres obligations contractuelles de financement		100%	

→ **Intérêts à payer dans les 30 jours** : le chiffre marqué sur le tableau est la somme des intérêts et charges assimilées sur les opérations avec les établissements de crédit + des intérêts et charges assimilés sur opérations avec la clientèle + des intérêts et charges assimilés sur titres de créances émis ; et le tout divisé par douze afin d'obtenir une moyenne mensuelle comme estimation de la tombée des intérêts à payer sur un seul mois :  $(399716+1122239+197121)/12$ .

Enfin, la valeur totale des sorties de trésorerie est égale à **11 744 443 KDHs**.

## B. Entrées de trésorerie :

### a. Créances détenues par la banque échéant dans un délai de 30 jours:

Tableau 25: Calcul de la rubrique Créances détenues par la banque échéant dans un délai de 30 jours

Libellé	Montant	Quotité	Montant Pondéré
<b>Créances détenues par la banque échéant dans un délai de 30 jours</b>			<b>5 874 846</b>
Entreprises financières	1 332 447	100%	1 332 447
Particuliers et autres personnes morales	9 084 797	50%	4 542 399

### b. Autres entrées de trésorerie :

Tableau 26: Calcul de la rubrique Autres entrées de trésorerie

Libellé	Montant	Quotité	Montant Pondéré
<b>Autres entrées de trésorerie</b>			<b>386 245</b>
Paiement net à recevoir sur produits dérivés dans les 30 jours		100%	0
Intérêts à recevoir dans les 30 jours	386 245	100%	386 245
Opérations diverses sur titres (si leur solde est débiteur)		100%	0
Engagements de financement et liquidité reçus répondant aux exigences de BAM		40%	0

Excédent des titres à livrer sur les titres à recevoir dans les 30 jours			0
Actifs de niveau 1		0%	0
Actifs de niveau 2A		15%	0
Actifs de niveau 2B art 7 a)		25%	0
Actifs de niveau 2B art 7 b) et c)		50%	0
Autres actifs		100%	0

En sommant les deux montants totaux des deux tableaux ci-dessus, nous obtenons une valeur des entrées de trésorerie égale à **6 261 091 KDHS**.

Enfin, nous pouvons calculer le total des sorties nettes de trésorerie et qui est égal à = total des sorties de trésorerie – Min (total des entrées de trésorerie ; 75% du total des sorties de trésorerie) : 11 744 443 - Min( 6 261 091 ; 8 808 332), soit donc une valeur de **5 483 352 KDHS**.

## III. Calcul du ratio de liquidité à court terme : LCR :

---

Ingrédients disponibles, nous pouvons à présent passer au calcul du LCR pour obtenir :

Tableau 27 : calcul du ratio LCR

<b>HQLA</b>	<b>5 751 521</b>
Sorties de Trésorerie	11 744 443
Entrées	6 261 091
<b>Sorties nettes de trésorerie</b>	<b>5 483 352</b>

<b>LCR</b>	<b>105%</b>
<b>LCR 2019 fixé par BAM</b>	<b>100%</b>

Pour récapituler, nous avons décomposé le ratio LCR pour se concentrer, dans un premier abord, sur le calcul du numérateur qui englobe les HQLA soit les actifs de différents niveaux et passer par la suite au calcul des éléments du dénominateur soit les sorties, les entrées et puis déduire les sorties nettes. Une fois nous avons préparé tous les ingrédients nécessaires, nous avons simplement implémenté la simple division du numérateur par le dénominateur. Ce calcul qui a ressortit que le LCR du CAM au 31 décembre 2019 s'élève à 105%, ce qui dépasse la limite réglementaire fixé à 100% par BAM pour l'année 2019.

Cela conviendrait enfin de conclure que le groupe CAM dispose d'un coussin d'actifs liquides qui lui permet de faire face à une éventuelle crise de liquidité en cas de survenance et ce sur le court terme soit 30 jours.

A cet égard, force est de rappeler que pour l'année 2020 marquée par la pandémie COVID-19 et ses effets néfastes sur tous les niveaux et –presque- tous les secteurs, BAM a autorisé les banques, en cas de besoin nécessaire, à utiliser, au cours du 2<sup>ème</sup> trimestre 2020, leurs actifs liquides de haute qualité (HQLA) en deçà du ratio minimum du LCR fixé à 100% depuis l'année 2019. De ce fait, nous pouvons, indubitablement, conclure quant au rôle intrinsèque que joue le respect du ratio LCR dans la garantie de la pérennité des banques et ainsi du maintien de la solidité du tissu économique marqué par de fortes corrélations entre ses acteurs.

## Gestion du risque de taux

L'objectif principal de cette partie est de décrypter l'impact des variations des taux sur la marge d'intérêt du compte étudié dans la partie de la gestion du risque de liquidité sur le moyen et le long terme.

En principe, la mesure du gap de taux procède d'une démarche en plusieurs étapes portant sur les emplois et ressources à taux variable sur une période donnée :

1. recenser à l'actif comme au passif du bilan tous les postes à taux variable à refinancer, en prenant soin de le faire sur une même période de référence sinon la distinction fixe-variable perd son sens vu qu'il n'y a pas de taux fixe sur le long terme.
2. calculer pour chaque période le total des encours à refinancer à l'actif et au passif.
3. calculer le gap de taux par différence algébrique entre les totaux à l'actif et les totaux au passif ( $\text{Gap} = \text{Actif} - \text{Passif}$ ) à taux variables.

Ceci dit, il y aura autant d'impasses que de taux de référence. Par contre, lorsque des taux sont fortement corrélés avec un même taux de référence, le gestionnaire peut regrouper les lignes du bilan en encours dont les taux sont corrélés.

Toujours dans le cadre du décryptage de l'impact des variations de taux sur les indicateurs d'une banque, deux éléments qui s'examinent souvent sont :

- l'impact d'un choc de taux sur le PNB (produit net bancaire) de la banque ;
- l'impact d'un choc de taux sur le capital de la banque.

Ceci s'effectue en se référant à des facteurs de pondération réglementaires du risque administrés par BAM, relatifs au risque de taux. Ceci permet de quantifier l'impact d'un choc de taux sur le PNB sur un horizon de 12 mois, et sur le capital pour une durée supérieure à 7 ans. Ces facteurs de pondération se présentent comme suit :

### ➤ Pour anticiper l'impact sur le PNB :

Tableau 28: Pondérations relatives au PNB pour un choc de taux standard

Echéance	Pondération
JJ	2,00%
2 à 7J	1,98%
8 à 15J	1,94%
16 à 30J	1,87%

<b>1 à 3M</b>	1,67%
<b>3 à 6M</b>	1,25%
<b>6 à 12M</b>	0,50%

➤ **Pour anticiper l'impact sur le capital :**

Tableau 29: Pondérations relatives au capital pour un choc de taux standard

<b>Echéance</b>	<b>Pondération</b>
<b>JJ</b>	0,00%
<b>2 à 7J</b>	0,02%
<b>8 à 15J</b>	0,06%
<b>16 à 30J</b>	0,12%
<b>1 à 3M</b>	0,31%
<b>3 à 6M</b>	0,71%
<b>6 à 12M</b>	1,42%
<b>1 à 2A</b>	2,76%
<b>2 à 3A</b>	4,50%
<b>3 à 4A</b>	6,14%
<b>4 à 5A</b>	7,70%
<b>5 à 7A</b>	10,16%
<b>Sup à 7A</b>	13,26%

Nonobstant, de par la confidentialité ainsi que le manque des données qu'a dicté le contexte économique du stage, nous allons nous contenter de déduire cet impact en se basant sur les signes des impasses en liquidité ( nous allons démontrer cette déduction) pour pouvoir lui donner une interprétation non chiffrée.

# I. Lien entre les impasses de liquidité et les impasses de taux :

---

Indubitablement, il ne s'agit pas de chercher la relation entre les valeurs des deux impasses mais entre leurs signes. En effet, si nous considérons les notations suivantes :

- $A = AV$  (actif à taux variables) +  $AF$  (actifs à taux fixe)
- $P = PV$  (passif à taux variables) +  $PF$  (passif à taux fixe)

Nous avons :

→ Impasse en liquidité =  $P - A$

→ Gap en taux =  $AV - PV$

Ainsi, ces deux impasses diffèrent a priori (sauf si tous les financements se réalisent totalement et uniquement à taux fixes ou à taux variables).

Pourtant, le résultat que nous utiliserons est le suivant :

**« Toute impasse en liquidité prévisionnelle engendre, automatiquement, un gap de taux prévisionnel de même signe. »**

En effet, l'impasse en liquidité est considérée comme un passif à taux incertain. Ainsi, un déficit prévisionnel, soit une impasse en liquidité négative ou encore des emplois qui excèdent les ressources, est équivalent à un gap de taux négatif. Ceci s'explique par le fait que la banque est déficitaire et aura à se refinancer du marché ; ce refinancement prévisionnel qui se fera à un taux incertain aujourd'hui soit un passif à taux variable supplémentaire excédant l'actif à taux variable et donnant enfin un gap de taux négatif.

Inversement, quand la banque envisage que ses ressources excèderaient ses emplois, soit une impasse en liquidité prévisionnelle positive, elle orientera sa stratégie vers l'investissement et le remplacement de son excédent sur le marché. Ceci se fera à un taux incertain soit un actif à taux incertain supplémentaire et par la suite un gap de taux positif, rimant ainsi avec le signe de l'impasse en liquidité.

Retenons aussi le cas où le gap est nul et qui signifie qu'il y a adossement et compensation parfaits entre ressources et emplois de la banque du compte étudié.

En nous basant sur les impasses en liquidité déjà calculées auparavant, nous trouvons :

Tableau 30: Récapitulatif des signes des impasses en taux selon les périodes

période	1	2	3	4	5	6	7	8	9
signe de l'impasse en taux	+	-	-	-	-	-	-	+	+

Un gap positif sur le très court terme et sur le très long terme signifient que le compte considéré adoptera une stratégie de remplacement d'excédent à des taux incertains. Cependant, sur le moyen terme, ce compte aura besoin de se refinancer du marché à des taux incertains.

## II. Interprétation :

Pour l'interprétation de l'impact des variations des taux sur la marge d'intérêt du compte, nous allons nous baser sur les conclusions suivantes :

### → Cas d'un gap de taux négatif :

Un gap négatif est préjudiciable en cas de baisse des taux vu que ceci permettra à la banque de se refinancer à un coût inférieur aux taux client et ceci augmentera sa rentabilité. Ce gap devient défavorable en cas de hausse des taux.

### → Cas d'un gap de taux positif :

Un gap positif serait favorable si les taux témoignent d'une tendance haussière. En effet, si les taux évoluent haussièrement, c'est la rentabilité de la banque qui augmente car les ressources sont réinvesties à un taux supérieur à leur coût d'acquisition.

Ainsi, pour ce compte, il bénéficiera de la tendance baissière des taux qui laquent le contexte économique de la crise de la pandémie COVID-19. Toutefois, il espérera un retour vers la tendance haussière dès que son gap deviendrait positif et qu'il adoptera une stratégie de remplacement et de réinvestissement pour augmenter sa rentabilité davantage.

Finalement, le gestionnaire peut et doit penser aux outils lui permettant d'immuniser le compte qu'il gère de la dégradation de ses marges d'intérêts prévisionnelles. Pour cela, il doit veiller à maintenir l'égalité de la durée de ses actifs et passifs en couvrant, par exemple, ses positions de taux sur le marché dérivé par le biais des Forward Rate Agreement - FRA et des swaps de taux.

Nous nous expliquons qu'un FRA est un contrat dans lequel deux parties A et B se mettent en accord que si, à un instant T, le taux d'intérêt dépasse un seuil R fixé

auparavant, une partie A paiera à une partie B une certaine somme et inversement : si le taux d'intérêt se trouve inférieur au seuil  $R$ , c'est la partie B qui fera le paiement pour A. La somme payée étant la différence des intérêts sur le montant nominal du contrat. De cette manière, B est immunisée face à la variation des taux, puisqu'il est rassuré de bénéficier d'un dédommagement, si jamais les taux sont plus élevés. D'autre part, il doit faire un versement si les taux témoignent d'une tendance baissière.

Concernant le swap de taux, comme son nom l'indique (swap : échange) c'est un contrat selon lequel deux parties s'entendent pour échanger des paiements d'intérêt sur un montant nominal donné. En revanche, l'acheteur s'engage à payer, périodiquement, un taux fixe au vendeur. Ce dernier qui s'engage à payer en retour un taux variable à la partie acheteuse. De ce fait, ce type de contrat permet au gestionnaire de neutraliser l'effet désappariant de prêt à long terme et de s'immuniser de toute variation désagréable de taux.

Si nous revenons sur le profil que nous avons étudié et en période de pandémie, il s'attend à des impasses successives négatives et dans ce cas, la tendance baissière des taux lui est préjudiciable. Toutefois, une fois ses impasses deviendraient positives, la baisse des taux devient dangereuse et menace sa rentabilité. C'est exactement cette situation qu'il faut bien gérer en s'immunisant par un swap de taux ou encore un FRA.

# Stress testing

## I. Définition, réglementation et méthodologie de réalisation :

### A. Définition :

Tout d'abord, il est à noter que le stress testing consistant en l'examen continu et permanent de la stabilité financière d'un établissement, n'a vu le jour qu'en réponse aux différentes crises financières survenues. Nous citons, à titre d'exemple : la première crise financière mondiale de 1857, le krach de 1929, la flambée des taux d'intérêts en 1981, la bulle internet en 2000 et plus récemment la crise des subprimes de 2007-2008 qui a touché tout le secteur financier à l'échelle internationale et ce vu l'interdépendance qui lie les secteurs ainsi que la majorité des zones du monde.

Toutefois, même si les outils de surveillance et de couverture des crises se montrent nouveaux, la notion de stress testing ne l'est point. D'ailleurs, Dès les années 90, les institutions financières ont commencé à utiliser les stress tests autant qu'outil de gestion interne sans, pour autant, s'intéresser à l'analyse des résultats et aux problématiques des crises telles que l'insuffisance de liquidité...

Comme son nom l'indique, un stress test est un test évaluant la capacité d'un établissement financier (banque) à surmonter les difficultés surgissant de situations de stress telles des crises ou un comportement inattendu de la clientèle... Il s'agit donc de faire varier ou choquer des variables exogènes et estimer leurs répercussions sur la rentabilité ainsi que la solvabilité de l'établissement.

### B. Réglementation :

#### 1. Réglementation internationale :

Afin d'améliorer le contrôle de la stabilité financière, d'identifier les chocs pouvant constituer une menace pour le système bancaire et de pouvoir lutter contre la démolition du système financier devant tout crise, Bâle II avait inscrit les stress-tests dans son dispositif de recommandations. Nonobstant, ce n'est qu'avec Bâle III que la réglementation a imposée aux banques d'anticiper les situations de crise en réalisant des scénarii de stress par le biais de la simulation : il s'agit de simuler les événements susceptibles de provoquer de fortes tensions sur la liquidité et ainsi de fortes difficultés à continuer à répondre aux engagements : nous citons par exemple l'anticipation d'un retrait massif des dépôts de la clientèle...

Nous allons prendre le cas de l'Europe où la réglementation des stress tests est établie par la Banque Centrale Européenne et le cas des Etats-Unis où c'est établi par la Réserve Fédérale. Ceci amène à des approches différentes dans la conception et dans l'exécution des stress.

En effet, pour l'Europe, les stress tests sont construits selon les deux types de scénarii suivants, portant sur un horizon de trois ans :

- **Un premier scénario de référence ou de base** : basé sur les prévisions de l'Organisation de Coopération et de Développement Economique ou de la Commission Européenne : c'est le scénario le plus probable dans le futur;
- **Un second scénario** provenant des différents chocs endogènes définis par le FMI.

L'étape suivante est l'analyse des résultats de la simulation en matière d'impact sur le résultat net de la banque et sur sa solvabilité. Ceci se fait en comparant les deux scénarii précités.

La FED quant à elle propose trois scénarios :

- **Un scénario de base** : le scénario le plus probable dans le futur ;
- **Un scénario pessimiste** ;
- **Un scénario sévère** : ou encore plus pessimiste en utilisant des hypothèses bien plus sévères que pour le scénario pessimiste.

## 2. Réglementation marocaine :

Au Maroc, c'est Bank AL-Maghrib qui s'occupe de la réglementation des stress tests. Afin d'évaluer la santé du système bancaire, il propose trois scénarios de stress tests :

- Une 1<sup>ère</sup> catégorie de **stress tests de sensibilité** consistant à mesurer l'impact d'un choc de liquidité, de taux d'intérêt, de crédit, de marché ou de change, sur la solvabilité des institutions financières ;
- Une 2<sup>ème</sup> catégorie de **stress tests liée à la contagion interbancaire** consistant à mesurer le risque de contagion de la défaillance d'une banque aux autres banques ;
- Une 3<sup>ème</sup> catégorie de **stress tests macroéconomiques** consistant en l'évaluation de la capacité du marché à absorber les chocs sévères provenant de l'environnement macroéconomique.

De surcroît, BAM recommande aux établissements de veiller à mesurer et à quantifier leur vulnérabilité suite à des situations critiques du marché et ce en effectuant des simulations de crises.

S'agissant du risque de liquidité, des simulations sont réalisées en effectuant des chocs sur les ressources comme un retrait massif des dépôts... Ces scénarios permettent à la banque d'évaluer sa capacité à faire face à des situations difficiles de crise de liquidité. S'agissant du risque de taux, il est à évaluer l'impact d'une variation du taux d'intérêt (translation ou déformation de la courbe des taux) sur la marge d'intérêt ainsi que sur la valeur économique des Fonds Propres.

### 3. Méthodologie :

La construction des scénarios de stress repose sur trois types de scénarios :

- **un scénario de crise idiosyncratique** : spécifique à chaque banque qui peut naître suite à une appréciation négative de la banque par le marché et par sa clientèle ce qui crée une crise de confiance portant sur la banque.
- **un scénario de crise systémique** : ce scénario se caractérise par une contraction des marchés sur lesquels la banque se refinance.
- **un scénario de crise globale** : ce scénario global correspond à une combinaison des deux scénarios précédents résultant en la perturbation de l'intégralité de l'environnement.

De manière générale, les hypothèses les plus récurrentes des stress tests sont :

- Retrait massif des dépôts à vue ;
- Dégradation de la notation de la banque ;
- Hausse ou baisse des taux ...

## II. Mise en place des scénarios de stress :

Dans cette partie, nous allons élaborer des stress tests personnalisés et non ceux imposés par les régulateurs ou le comité de Bâle. Pour cela, nous allons choquer les encours des dépôts à vue, la vitesse d'écoulement ainsi que la courbe des taux. Ceci définit deux stress : un stress de liquidité et un stress de taux.

### A. Stress de liquidité :

Dans ce paragraphe, nous allons nous intéresser aux DAV des ménages et nous estimons qu'en période de crise, la partie des DAV des ménages qui s'évapore et peut être réclamée par les déposants augmente de manière considérable et ainsi nous allons simuler des chocs à la baisse des encours des DAV.

Pratiquement, la simulation des trajectoires aléatoires repose sur le modèle de Selvaggio qui a été précédemment calibré et retenu comme meilleur modèle d'ajustement. En effet, afin de générer des trajectoires de choc, nous avons appliqué un choc à la variance des résidus, en la multipliant par un coefficient. Nous rappelons que les résidus suivent une loi normale de moyenne et de variance déterminées.

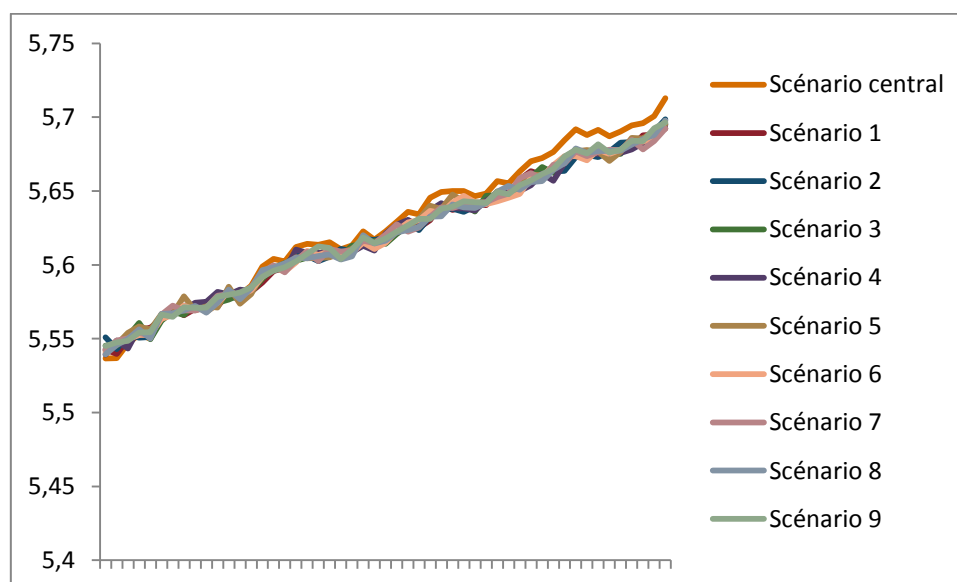


Figure 33: Simulation de 9 trajectoires prévisionnelles de l'évolution des encours :

### B. Stress de taux :

S'agissant du stress de taux, nous avons pensé à choquer la courbe des taux du 19 mai 2020. Pour cela, nous nous sommes basés sur le contexte actuel des taux et qui se marque par la baisse. De ce fait, nous avons implémenté des chocs à la baisse. A

noter finalement que pour l'application des chocs, nous avons utilisé le logiciel ModelRisk (sous excel) dédié principalement aux simulations.

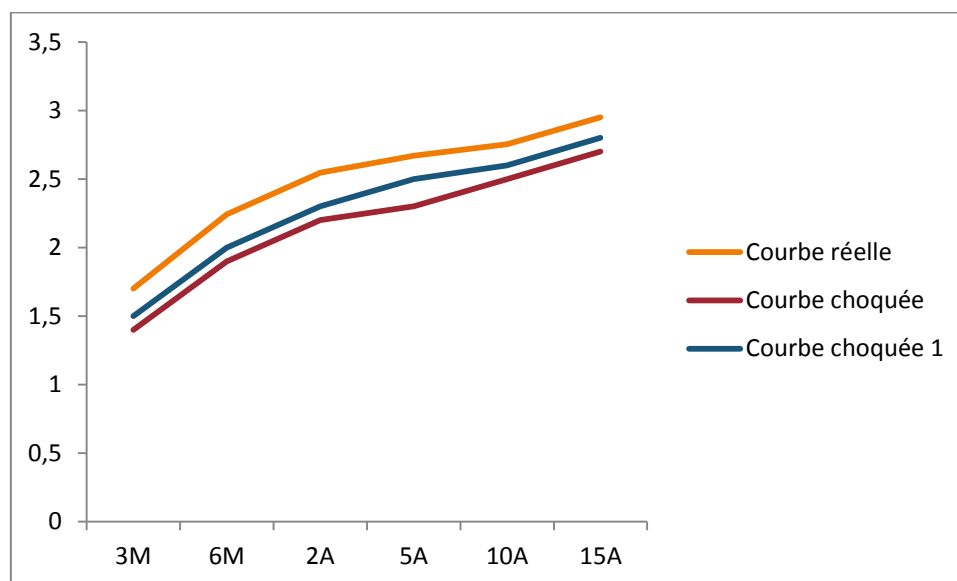


Figure 34: Choc de l'évolution de la courbe des taux du 19/05/2020

### Récapitulons :

Cette dernière partie était dédiée au stress testing et durant laquelle nous avons procédé à la construction de scénarios de stress de liquidité qui suppose une diminution des encours des ménages due à un retrait massif des dépôts à vue ; ainsi qu'à la construction de scénarios de stress de taux. Nous avons donc implémenté deux scénarios personnalisés et adaptés. D'ailleurs, l'objectif était de montrer que les banques peuvent et sont encouragées à mettre en place des scénarios de stress qui leurs sont propres et de non seulement se contenter d'appliquer les scénarios réglementaires basiques.

## Conclusion de la partie pratique:

---

Pour récapituler, à travers cette partie, nous avons examiné à l'aide de l'approche des impasses de liquidité et de taux la pérennité de la rentabilité du compte étudié, la garantie de l'équilibre entre son actif et son passif et la capacité de répondre à ses engagements futurs.

En effet, en pleine ère de COVID-19, nous avons remarqué que le compte étudié a été légèrement affecté par les répercussions de la pandémie et que les impasses prévoient une légère difficulté de financement dans les cinq prochaines années. De ce fait, ils auront à se refinancer auprès du marché et c'est à cet égard que nous avons proposé des emprunts obligataires ou encore des emprunts interbancaires. Nonobstant, nous nous soulageons de voir que sur le long terme, les gaps sauvent un signe positif : soit un excédent de ressources. Ceci dit, sur le long terme, les gestionnaires du compte étudié peuvent adopter une stratégie expansionniste d'investissement tout en faisant bien attention à l'évolution de la courbe des taux. Cet outil intrinsèque pour tout gestionnaire dans sa conception de rentabilité et de couverture.

Toujours en rimant avec la symphonie des taux, nous avons fait la déduction des gaps de taux et qui miroitent fidèlement les signes des impasses de liquidité. En effet, ayant trouvé une 1<sup>ère</sup> impasse de signe positif sur le « court terme », nous avons avancé que les fonds du compte feront l'objet de remplacement à des taux variables, ce qui, au moins, met le compte à l'abri d'un refinancement/emprunt en pleine ère de COVID-19 durant laquelle rien n'est sûr et tout est rapidement variable. Sur le moyen terme, le signe négatif des impasses survient pour susciter l'attention des gestionnaires au taux de financement incertain qui les attend lors du refinancement auprès du marché trop agité et instable en ce moment. C'est exactement, dans cette phase, que le compte a intérêt à assister à une tendance baissière des taux ; ce qui est majoritairement le cas envisageable en cas de crise causée par la propagation du nouveau coronavirus qui ne cesse d'apporter des surprises et surtout des affligeantes.

Nonobstant, aucun acteur des marchés financiers ne souhaite la crise ! Similairement, ce compte qui se laque par deux gaps de taux positifs sur le long terme (soit dans 5ans), souhaite à son tour se trouver devant une tendance haussière des taux pour bénéficier de l'évolution croissante de sa rentabilité par le biais d'un investissement ou d'un remplacement rentables.

A la fin de cette partie, nous avons proposé des outils d'immunisation du compte contre des évolutions non souhaitables des taux. Il s'agit de l'utilisation prudente et bien calculée des swaps de taux et des FRA. Une partie supplémentaire de

stress testing a été ajoutée pour démontrer que les banques sont encouragées à personnaliser leurs scénarios de stress et à les adapter idiosyncratiquement pour chaque banque.

## Conclusion générale :

---

Il est important de rappeler, à l'issue de ce stage, que l'objet de ce projet portait sur la gestion ALM du risque de liquidité et du risque de taux à l'ère de la pandémie du nouveau coronavirus. La problématique posée étant : jusqu'à quel point l'ALM se montre incontournable en pleine ère de COVID-19, a pu trouver sa réponse dans le creux du rapport. D'ailleurs, le rôle que joue l'ALM ne prouve et reprouve que son essence et sa primordialité pour faire face aux crises que peuvent survenir.

Par ailleurs, nous avons suivi un cheminement progressif étalé sur quatre grandes parties après une partie préliminaire, au cours de laquelle nous nous sommes contextualisés organisationnellement en présentant l'organisme et le département d'accueil, puis économiquement pour saisir l'opportunité et chiffrer l'impact et les perspectives (jusqu'à présent) de la pandémie du COVID-19 à l'échelle nationale et internationale. Nous avons également inclus dans cette partie le cadrage général du projet : ses objectifs, outils utilisés, contraintes,...

Au cours de la 1<sup>ère</sup> partie, nous avons éclaté les différentes notions qui feront l'objet de notre projet en effectuant un survol sur la notion d'intermédiation financière, la notion de risque, la notion d'ALM et finalement la réglementation Bâloise.

De surcroît, la 2<sup>ème</sup> partie était dédiée au développement du cadre théorique de la gestion du risque de liquidité et de taux par l'ALM. De ce fait, nous avons commencé par contourner les modèles de modélisation des DAV pour ensuite passer au « comment » de l'élaboration de l'écoulement et le calcul des impasses de liquidité. Ensuite, nous nous sommes concentrés sur le risque de taux : sa quantification et sa couverture. De plus, cette partie a été ornée par la modélisation de la courbe des taux marocaine par le modèle de Vasicek ; afin de pouvoir l'utiliser dans l'approche des simulations et le stress testing.

Qui plus est, la 3<sup>ème</sup> partie a été dédiée à l'application de la gestion du risque de liquidité et de taux. En effet, après avoir cadré la partie pratique, nous avons détaillé la modélisation des DAV des ménages et des entreprises en commençant par une étude par les copules puis en passant par les modèles prédéfinis et l'approche en séries chronologiques. Ce paragraphe qui a été clôturé par le choix et la préconisation du modèle de Selvaggio pour les ménages comme pour les entreprises. Dès lors, nous avons calculé les impasses de liquidité. Le paragraphe suivant contenait le calcul du LCR pour le groupe CAM pour 2019 et qui a divulgué une valeur de 105% dépassant ainsi 100% (seuil fixé par BAM pour l'année 2019). De plus, cette partie contenait la gestion pratique du risque de taux duquel nous avons déduit les signes des impasses de taux et avons donné des interprétations et des propositions de couverture. Enfin, cette

partie s'est achevée par le stress testing et par la mise en place de scénarios de stress de liquidité et de taux.

Au terme de ce travail, nous avons décalé plusieurs résultats et fortes conclusions. En somme, nous avons trouvé que l'ALM demeure un outil primordial servant à l'implémentation des scénarios de crise et ainsi la proposition permanente des outils de couverture et la garantie de la pérennité et de la solvabilité de la banque même en période de crise.

En revanche, et faute de contexte du stage qui a fait que le projet de fin d'études s'est majoritairement déroulé à distance, nous ne pûmes étendre le travail de façon à projeter les résultats sur plusieurs années en tenant compte des perspectives économiques mondiales (en termes d'effet de la pandémie), en vue d'avoir une vision du comportement en perspectives du groupe CAM ou du compte étudié. Il a été également possible d'adopter le langage « python » qui revêt, actuellement, d'une grande importance sur le marché de travail.

Nonobstant, nous estimons que notre travail peut éventuellement faire foi d'une 1<sup>ère</sup> pierre pour le traitement de ce genre de problématique, et être, par ailleurs, le point de départ de réflexions plus repoussées.

# Bibliographie et Webographie :

---

## Ouvrages :

- [1] DUBERNET, Michel « Gestion Actif-Passif et Tarification des Services Bancaires» - Ed. ECONOMICA, 2000
- [2] DUPRE Denis, EL BABSIRI Mohammed: « ALM : Techniques pour la gestion Actif Passif » - Ed. ESKA, 1997
- [3] J. BESSIS, « Gestion des risques et gestion actif-passif des banques », Ed. Dalloz, 1995
- [4] R. BOURBONNAIS, « Econométrie », *Dunod*, 2009
- [5] John Hull, « Options, Futures et autres actifs dérivés», version française dirigée par P. Roger, C.Hénot et L.Deville, 10<sup>ème</sup> édition, 2018
- [6] J-W. BITNER et R-A. GODDARD, «Successful bank asset/liability management: a guide to the future beyond gap», Ed. *Willey*, 1992
- [7] Dupré Denis, « La modélisation des dépôts à vue, Banque et Marché », 1999

## Cours et mémoires :

- [8] Y. EL QALLI, « Courbe des taux et Produits », *INSEA, Rabat*, 2019
- [9] M. CHATER, « Monnaie et Banque », *INSEA, Rabat*, 2019
- [10] S.KHALIL, « Théorie des Copules », *INSEA, Rabat*, 2019
- [11] F. BADAOU, « Séries Chronologiques », *INSEA, Rabat*, 2018
- [12] F. IELPO, « Gestion Actif Passif Asset Liability Management », *Centre d'Economie de la Sorbonne, Dexia SA, ENSAE*, 2010
- [13] N.M .GNAMBODE, « Gestion du risque de liquidité par l'approche ALM: cas de la Société générale de banque Sénégal (SGBS) », Institut Supérieur de Comptabilité, de Banque et de Finance (ISCBF), Master Professionnel en Comptabilité et Gestion Financière, 2012
- [14] J.OULHEN, « Modélisation de l'écoulement des Dépôts à Vue dans le cadre d'une gestion actif-passif bancaire », Centre d'Etudes Actuarielles

- [15] D.H.MOUTAOUAFFIQ, « Gestion du risque de liquidité et Calcul Stochastique du LCR », INSEA, 2016
- [16] P. PRIAULET, « Modèles de la courbe des taux », ENSAE, Université Paris IX Dauphine, *Cours*, 2009

### **Rapports et Textes Réglementaires :**

- [17] Bâle III : Ratio de liquidité à court terme et outils de suivi du risque de liquidité, Comité de Bâle sur le Contrôle Bancaire, 2013
- [18] Rapport Financier Annuel du groupe CAM, AMMC, 2019
- [19] Rapport sur la stabilité financière dans le monde, FMI, avril 2020
- [20] Perspectives de l'Economie Mondiale, FMI, Juin 2020

### **Webographie :**

- [21] [www.bkam.ma](http://www.bkam.ma)
- [22] [www.creditagricole.ma](http://www.creditagricole.ma)
- [23] [www.ressources-actuarielles.net](http://www.ressources-actuarielles.net)
- [24] [www.univ-orleans.fr](http://www.univ-orleans.fr)
- [25] [www.imf.org](http://www.imf.org)

# Liste des Annexes :

## Annexe n°1 :

Nous présentons ci-dessous les étapes de tests pour examiner s'il s'agit d'un processus stationnaire, d'un processus TS ou d'un processus DS.

