



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

**Modélisation des dépôts à vue, élaboration des conventions d'écoulement
et mise en place d'un modèle de programmation stochastique du bilan
avec contrainte sur le LCR**

Préparé par : *M. Badar SBIHI*

Sous la direction de : *M.Yassine EL QALLI (INSEA)*
M. Amine LAAMIM (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.Yassine EL QALLI (INSEA)*
- *M.Mohamed OUZINEB(INSEA)*
- *M.Amine LAAMIM (CAM)*

Juin 2018 /PFE N° 21

Résumé

Le risque de liquidité bancaire est l'un des risques majeurs auquel fait face le gestionnaire au sein du service d'ALM. Cet humble travail se propose d'étudier ce risque à travers deux approches différentes.

La première approche consistera en la modélisation des dépôts à vue du CAM, pour par la suite faire des prévisions sur le niveau d'encours de ces dépôts, puisqu'ils représentent pour la banque l'une des sources du risque de liquidité.

Nous concluons par la suite le taux de stabilité ou d'instabilité de ces comptes à travers l'élaboration des conventions d'écoulement de ces DAV.

La deuxième approche traitera du LCR, comme étant le ratio de liquidité à court terme, mais aussi, l'exercice d'optimisation de la performance du bilan, en le contraignant au niveau réglementaire de ce ratio prudentiel.

L'une des missions qui m'ont été assignées fut, l'élaboration d'un modèle d'optimisation de la rentabilité du bilan faisant intervenir l'aléa. C'est dans ce sens que nous présenterons, au lieu de l'optimisation simple et déterministe qui est utilisée, une nouvelle approche basée sur un modèle de programmation dynamique avec variable(s) stochastiques. Vers la fin de ce rapport, nous allons construire un modèle détaillé du bilan.

Dédicace

En premier lieu, je dédie ce travail à mes chers parents pour leur amour inégalé et sans bornes. Je vous aime,

À mes deux frères, À toi HMIZO, je te dis tiens bon tu y es presque, je te vois grandir à petits pas, parfois à grands pas et j'en suis fier,

À toi YOUNESS ; Tu trouveras au bout de deux beaux mots bien lourds, Deux larges images de bronze, Et sur une tête unie, douce comme du velours, Bistré comme la peau d'un bonze, Une riche toison qui, vraiment, est la soeur De cette énorme chevelure, Souple et frisée, mais qui ne t'égale qu'en épaisseur,

À ma famille, mes oncles et mes tantes et mes grands parents que Dieu aie leur âmes,

À mes amis d'enfant, et ceux que j'ai connu durant ces trois ans à l'INSEA, Au Premier Homme, Au fou de khmissat, À khouyaa, A Ibijam et aux amitiés ; Ainsi qu'aux nombreuses rencontres insoupçonnées qui ont fait de moi qui je suis.

Remerciements

AU terme de ce travail, j'adresse mes remerciements tout d'abord à mon encadrant interne, M. EL QALLI Yassine, pour son soutien, son écoute et sa compréhension. Qu'il trouve ici le témoignage de mon estime et de ma reconnaissance les plus profondes.

Je tiens vivement à remercier mon encadrant externe, M. LAAMIM AMINE, pour son accueil, son soutien, les conseils qu'il m'a prodigué malgré ses nombreuses occupations au sein de la banque. Grâce aussi à sa confiance j'ai pu m'accomplir à fond dans les différentes tâches de cet humble travail . .

Je remercie particulièrement M. OUZINEB Mohamed pour avoir concédé à examiner et juger mon travail.

Je remercie spécialement Mme LAMRANI Soumia, pour son aide et son accueil chaleureux. Qu'elle trouve parmi ces lignes mon ultime gratitude.

Je profite de l'occasion pour exprimer ma grande reconnaissance à mes professeurs pour le grand rôle qu'ils ont joué dans ma formation, ainsi qu'à l'ensemble du personnel de l'INSEA.

Table des matières

Résumé	ii
Dédicace	iii
Remerciements	iv
List of Figures	ix
List of Tables	x
Abréviations	xi
Introduction	xi
I Cadre théorique de l'ALM bancaire :	3
1 L'activité bancaire	4
1.1 L'intermédiation financière des banques	4
1.2 La structure financière de la banque	5
1.2.1 Bilan bancaire	5
1.2.1.1 Passif	6
1.2.1.2 Actif	7
1.2.1.3 Hors bilan :	9
1.2.2 La rentabilité bancaire :	9
1.2.3 La solvabilité bancaire :	10
1.3 Cadre réglementaire du secteur bancaire	11
1.3.1 Les principales réformes	11
1.3.1.1 Juillet 1993	11
1.3.1.2 Février 2006	11
1.3.2 Règles prudentielles	12
1.3.2.1 Dispositifs prudentiels mis en œuvre actuellement :	12
1.3.2.2 Les réformes Bale II et Bale III	13
1.3.2.3 Le risque de liquidité et Bâle III :	14

2	Généralités sur la Gestion Actif / Passif (ALM).	16
2.1	La notion de l'ALM	16
2.2	Objet de l'ALM	17
2.3	Les méthodes de gestion actif/passif	19
2.3.1	Méthodes de première génération :	19
2.3.2	Les méthodes de la deuxième génération (les scénarios déterministes)	20
2.3.3	Les méthodes de la troisième génération (méthodes stochastiques)	21
3	Mesure et anticipation du risque de liquidité	22
3.1	Introduction	22
3.2	Identification du risque de liquidité	23
3.2.1	Définition du risque de liquidité	23
3.2.2	Sources du risque de liquidité	24
3.2.2.1	Transformation de l'échéance	25
3.2.2.2	Insolvabilité de l'entrepreneur	25
3.2.2.3	Le retrait massif des dépôts	25
3.2.2.4	Crise de liquidité générale	25
3.3	Mesure du risque de liquidité	26
3.3.1	Méthode des impasses	26
3.3.1.1	Impasses en Stock	26
3.3.1.2	Impasses en flux	27
3.3.1.3	Situation du bilan	27
II	Gestion du risque de liquidité à moyen et long terme	29
4	Modélisation des DAVs, outil fondamental de la gestion du risque de liquidité	30
4.1	Données et aperçu sur la méthodologie	31
4.1.1	Données	31
4.1.1.1	comptes chèques	31
4.1.2	Approche en Séries Chronologiques	32
4.1.2.1	Séries chronologiques	33
4.1.2.2	Stationnarité	33
4.1.2.3	Bruit blanc	33
4.1.2.4	Test de Dickey Fuller :	33
4.1.2.5	Méthodologie de Box and Jenkins	34
4.1.2.6	Interception de la saisonnalité	35
4.1.3	Approche par Modèles prédéfinis	36
4.1.3.1	Modèle de SELVAGGIO	36

4.1.3.2	Modèle de JARROW VAN DEVENTER	38
4.1.3.3	Modèle d'OTS	38
4.1.3.4	Modèle de Dupré	39
4.2	Application pour les comptes chèques du Crédit Agricole du Maroc suivant l'approche S-C	40
4.2.1	Saisonnalité	40
4.2.2	Test de Dickey Fuller Augmenté	42
4.2.3	Étapes de Box Jenkins	45
4.2.3.1	Identification du modèle	45
4.2.3.2	Validation du modèle	51
4.2.3.3	Estimation	56
4.2.3.4	Prévision	56
4.3	Application de la méthode des modèles prédéfinis pour les comptes chèques du Crédit Agricole du Maroc	57
4.3.1	Estimation des modèles	57
4.3.1.1	Modèle de Selvaggio	57
4.3.1.2	Modèle de Jarrow et Van Deventer	58
4.3.1.3	Modèle d'OTS	59
4.3.1.4	Modèle de Dupré	60
4.3.2	Comparaison des différents modèles	61
4.3.3	Prévision	62
4.3.3.1	Prévision des tmp	62
4.3.3.2	Prévision des encours	64
5	Élaboration des conventions d'écoulement	66
5.1	Les fonctions d'écoulement	66
5.1.1	Écoulement de la production	66
5.1.2	Écoulement de stock	68
5.2	Modélisation des conventions d'écoulement :	69
5.3	Écoulement des comptes du Crédit Agricole	71
5.3.1	Écoulement exponentiel du stock total	71
5.3.2	Écoulement de la partie volatile des comptes chèques	72
III	Gestion du risque de liquidité à court terme : OPTIMI- sation du bilan sous containte LCR	74
6	Ratio de liquidité court terme (LCR)	75
6.1	Objectif du ratio LCR	75
6.2	Définition du ratio LCR	75
6.3	Actifs (HQLA)	76
6.4	Total des sorties nettes de la trésorerie	77

7 Un modèle de décision basé sur la programmation stochastique multipériodique	79
7.1 Les éléments théoriques du modèle de décision	79
7.2 La notion d'arbre de décision	82
8 Optimisation du bilan	83
8.1 Approche stochastique	83
8.1.1 La problématique	84
8.2 Méthodologie	85
8.2.1 Demarche methodologie adoptée	85
8.2.2 Présentation du modele	86
8.2.2.1 Définition des variables et des paramètres	87
8.2.2.2 Déclaration des parametres determinites	87
8.2.2.3 Déclaration des parametres stochastiques	87
8.2.2.4 Déclaration des variables	88
8.2.3 Contraintes et fonction objectif	88
8.2.3.1 Conservation de flux	88
8.2.3.2 Équilibre du bilan	89
8.2.3.3 Contraintes sur limites	89
8.2.3.4 Contraintes sur le LCR	89
8.2.3.5 Calcul de la marge d'intermediation	90
8.2.3.6 fonction objectif	90
8.2.4 formulation	90
8.2.5 Génération des scénarios	91
8.3 Résolution du modele	92
Conclusion	92
Bibliographie	94

Table des figures

4.1	Encours des comptes chèques	32
4.2	Modèle de régression écart type moyenne	40
4.3	coefficients saisonniers mensuels	41
4.4	Graphique de la serie désaisonnalisée	41
4.5	Test DAF ; modèle 3	42
4.6	Test DAF ; modèle 2	43
4.7	Test DAF ; modèle 1	44
4.8	graphique de la serie des encours différenciée	45
4.9	Correlogramme de la série d'encours différenciée	46
4.10	estimation du modèle AR(1)	47
4.11	estimation du modèle MA(1)	48
4.12	estimation du modèle MA(2)	49
4.13	estimation du modèle ARMA(1,1)	50
4.14	Évolution des bénéficiaires par nature de régime	51
4.15	COrrélogramme des résidus du modèle ARMA(1,1)	52
4.16	COrrélogramme des résidus du modèle ARMA(1,2)	52
4.17	Résultats du test d'ARCH pour le modèle ARMA(1,1)	53
4.18	Résultats du test d'ARCH pour le modèle ARMA(1,2)	54
4.19	Histogramme des résidus du modèle ARMA(1,1)	54
4.20	Histogramme des résidus du modèle ARMA(1,2)	55
4.21	Données estimées et les prévision a partir de janvier 2017 sur une durée de 4 ans	56
4.22	Estimation par le modèle de SELVAGGIO	58
4.23	Estimation par le modèle de JVD	59
4.24	Estimation par le modèle OST	60
4.25	Estimation par le modèle de DUPRE	61
4.26	Evolution des tmp mensuels	63
4.27	Valeurs observées et prévues des tmp	64
4.28	Valeurs estimées et prévues des encours par le modèle de SEL- VAGGIO	65
8.1	Arbre des états futur sur une durée de trois ans	91

Liste des tableaux

4.1	Récapitulatif des R^2 des modèles	55
4.2	Tableau comparatif des modèles estimés	62
5.1	Écoulement exponentiel des comptes chèque du CAM	72
5.2	Écoulement de la partie volatile des DAV(comptes chèques)	73
7.1	Tableau schématisant la relation entre décisions inter-périodiques et les réalisation de la variable aléatoire	80
8.1	Le passif de la banque	84
8.2	L'actif de la banque	85
8.3	Dimension du problème	87
8.4	Paramètres déterministes	87
8.5	Paramètres stochastiques	88
8.6	Variables de décision	88
8.7	Données sur l'actif de la banque	92
8.8	Données sur le passif de la banque	92

Abréviations

DAV	:	Dépôts à vue
CAM	:	Crédit Agricole du Maroc
ALM	:	Asset Liability Management
OTS	:	Office of Thrift Supervision
DAT	:	Dépôts À Terme
AIK	:	Akaike information criterion
BAM	:	Bank Al Maghrib
GAP	:	Gestion d'Actif-Passif
HQLA	:	High Quality Liquid Assets
LCR	:	Liquidity Coverage Ratio
NSFR	:	Net Stable Funding Ratio
OPCVM	:	Organismes de Placement Collectif en Valeurs MObilières
BDT	:	Bons De Trésor

Introduction

Le risque de liquidité est un risque inhérent aux banques dans la mesure où leur activité traditionnelle (et principale) consiste à emprunter sur les marchés des liquidités (à court terme) pour financer l'octroi de crédits. Les différentes échéances adossées aux deux types d'emprunt (l'un à court terme et l'autre à long terme) permettent aux banques de dégager une certaine marge. Autrement dit, plus le crédit accordé sera long, plus la marge de la banque sera significative.

Or, ce mécanisme dit de transformation, s'il est mal pratiqué, peut engendrer de grandes difficultés de refinancement pour la banque en cas de contraction sur les marchés. C'est exactement de là que vient le risque de liquidité.

C'est dans ce cadre que la gestion Actif-Passif ou Assets and Liabilities Management (ALM) intervient, à travers des gestionnaires connaisseurs des rouages des marchés financiers, pour prévenir et faire face à des situations de crises découlant de ce risque (entre autres)

l'ALM est une pratique consistant à analyser la situation du bilan et son évolution probable sur un horizon de planification. Elle a pour objectif l'estimation et le pilotage de l'équilibre entre les ressources et les emplois au regard des risques pris par l'établissement sous contrainte d'un niveau de rentabilité et d'un cadre réglementaire précis. Elle porte son œil d'analyse systématiquement sur le risque de liquidité et le risque de taux, et s'assure du respect des ratios imposés par les régulateurs.

C'est dans ce cadre que ce travail se propose, dans une première partie de mettre en œuvre une approche de gestion du risque de liquidité induit par les dépôts à vue, qui sont des comptes ayant deux caractéristiques à la fois intéressantes et dangereuses pour la banque, ils sont des produits non échéancés

et non rémunérés. En effet, ce sont des ressources bon marché pour la banque (gratuits) et peuvent rester longtemps dans le bilan de la banque, mais le risque vient de la possibilité qu'il y ait un retrait massif à n'importe quel instant. En faisant fi de cet événement "rare".

Le risque de liquidité est un risque géré non pas seulement sur le long terme, à travers une approche d'analyse des écoulements des comptes du bilan, mais aussi sur le court terme (un an).

A travers les réglementations (BÂLE II III) des ratios ont été proposés et affinés au fur et à mesure pour tenir compte de l'effet du temps (période court terme, long terme) et sa relation avec le risque de liquidité. Nous notons dans ce même sens que le ration LCR à été instauré justement pour tenir compte de la gestion à court terme du risque de liquidité

Le risque de liquidité, la nouveauté a été apportée par le comité de Bâle au risque de liquidité, les outils de sa mesure, Et les technique de sa gestion et de son contrôle.

Ce points seront traités dans une première partie de ce travail, avec une vision globale du cadre théorique de la gestion de l'actif-passif dans une banque et les risques traite.

Nous nous intéresserons particulièrement au risque de liquidité. Nous exposons alors les concepts théoriques liés à ce risque.

Dans une deuxième partie, nous nous intéresserons dans un premier temps au calcul et gestion du risque de liquidité grâce à la théorie des impasses tout en élaborant des conventions d'écoulement du passif et de l'actif dans le but de calculer la gap de liquidité. Par la suite, nous allons introduire le LCR (ratio de couverture de liquidité) et faire une simulation du ratio au groupe CAM. La troisième partie traitera le calcul stochastique du LCR, ainsi que la conception d'une application d'optimisation du Bilan-LCR, cette application nous permettra la maximisation de la rentabilité de la banque tout en respectant la contrainte imposée par le comité Bâle à savoir l'ajustement d'un niveau de 100% pour le LCR.

Première partie

Cadre théorique de l'ALM bancaire :

Chapitre 1

L'activité bancaire

Le système bancaire a connu de profonds changements évalués au niveau de plusieurs indicateurs conventionnels. C'est ainsi que ce chapitre vise à définir le rôle et la structure financière des banques et le cadre réglementaire dans lequel elles progressent.

1.1 L'intermédiation financière des banques

Selon l'approche classique stipule que la banque est définie comme un intermédiaire financier monétaire. L'activité principale de la banque est l'intermédiation entre les agents à excédent de ressources et les agents à déficit de financements, 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 supérieurs aux taux d'intérêt créditeurs dont bénéficient les déposants.

Selon Jean Pierre Paratat : « Les intermédiaires financiers bancaires peuvent être définis comme des établissements bancaires qui collectent des ressources dégagées pour des particuliers, des entreprises ou des pays extérieurs à la métropole et les émettent à la disposition d'autres particuliers, entreprises ou pays extérieurs à la métropole pour la couverture de leurs besoins de financement».

D'autres, insistent sur la particularité et l'importance des banques dans le financement de l'économie « leur rôle spécial décrit la réalité qu'elles fournissent la liquidité pour leurs clients pour financer leurs projets d'investissements».

Les banques de ce fait jouent un rôle d'intermédiation financière monétaire, par la collecte de dépôts à vue et à terme et leur transformation en crédits et engagements envers les emprunteurs.

1.2 La structure financière de la banque

1.2.1 Bilan bancaire

Le bilan est une photographie à un instant donné de la situation patrimoniale d'une entreprise. Il liste les fonds disponibles (Passif) et leur utilisation (actifs).

Les banques collectent des fonds en empruntant et en émettant d'autres dettes à court terme comme les dépôts, puis elles utilisent ces fonds pour acquérir des actifs comme des titres de prêts.

La banque a quatre préoccupations principales :

-S'assurer qu'elle a suffisamment de réserves pour rembourser ses déposants lorsqu'il y a des mouvements de retrait des dépôts, pour conserver donc suffisamment de réserves liquides, elle doit s'engager dans la gestion de liquidité.

-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 (gestion d'actif).

-L'acquisition des fonds à faible coût (gestion de passif).

-Et enfin, la définition du niveau de fonds propres à maintenir.

La structure du bilan d'une banque est différente de celle des autres sociétés. De manière simplifiée, le bilan d'une banque se présente comme suit :

1.2.1.1 Passif

En émettant (vendant) des dettes qui sont considérées comme des ressources, les banques collectent des fonds. Ces fonds reçus sont investis en actifs produisant un revenu ; les principaux postes du passif sont :

Banque centrale, Trésor public, Centre de chèques postaux :

Ce sont des dettes exigibles envers ces institutions publiques à tout moment ou dans un délai maximum de 24 heures ou un jour ouvrable.

Dépôts à vue (DAV) : Ce sont des dépôts mobilisables par chèques, «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.

Dépôt à terme (DAT) : c'est la première source de fonds bancaires, il s'agit, ici de dépôts qui n'offrent pas de moyens de paiement, les détenteurs ne peuvent pas émettre de chèques sur ces comptes, on distingue les comptes sur livrets, les dépôts à terme et les certificats de dépôts (CD).

«Les dépôts à vue constituent effectivement une source de risque de liquidité très importante, c'est la plus large dette de la banque. Cependant, ce n'est pas la seule source de la banque en matière de financement de ses actifs.»

Emprunts : On y distingue deux types :

Emprunts obligataires : ce sont des emprunts à long terme qui sont divisés en parts égales (obligations) achetées par des tiers (les obligataires) représentés généralement par un organe ; les obligations sont des titres négociables inscrits à la cote d'une bourse de valeurs mobilières, ce mode de financement est réservé aux sociétés pouvant faire appel public à l'épargne (sociétés par actions ou entreprises Etatiques de droit commercial) et dont le capital est entièrement libéré (sauf si l'emprunt est garanti par l'Etat). Pour les sociétés de moins de deux ans d'existence, un commissaire aux comptes doit vérifier l'actif et le passif.

Titres de créances négociables (TCN) : Dettes représentées par des titres cessibles émis par la banque (n'incluant pas les bons de caisse et les titres subordonnés).

Dettes subordonnées : Dettes à durée indéterminée dont le remboursement, en cas de liquidation de la banque, ne peut intervenir qu'après le désintéressement de tous les autres créanciers.

Provisions : Provisions pour risques et charges et provisions réglementées.

Capitaux propres : Le dernier poste du passif d'un bilan bancaire 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 ; le capital de la banque est une couverture contre une chute de la valeur des actifs qui peut entraîner son insolvabilité.

1.2.1.2 Actif

Une banque utilise les fonds qu'elle collecte en émettant des dettes pour investir dans des actifs créateurs de richesse, on appelle ainsi l'utilisation des fonds empruntés «des actifs bancaires», et les intérêts s'y rapportant à la banque de dégager «des profits».

Dans le but de satisfaire les réserves obligatoires la banque doit gérer la liquidité de ses actifs sans supporter des coûts trop importants. Cela signifie qu'elle détiendra des titres liquides même s'ils rapportent moins d'intérêts que les autres actifs, mais il n'est pas prudent pour la banque d'être trop conservatrice : Si le fait de détenir des réserves excédentaires évite des coûts associés aux sorties de fonds, elle peut en revanche subir des pertes car les réserves ne rapportent pas d'intérêt, alors que le passif bancaire est coûteux à maintenir . C'est pour cette raison que la banque doit trouver un équilibre entre son désir de liquidité et les revenus qui peuvent être obtenus d'actifs moins liquides tels que les prêts.

Les actifs peuvent être classés globalement en quatre catégories selon leur liquidité, le terme « liquidité » ayant un sens « marché », c'est-à-dire la possibilité de les vendre sur un marché, rapidement et sans perte en capital :

-Les plus liquides sont composés du cash et des titres d'Etat ;

-Les actifs pour lesquels il existe un marché organisé (action, 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 complexes telles que des titrisations ;

-Les participations et tous les emplois difficiles à céder.

Réserves : Toutes les banques détiennent une part des fonds qu'elles collectent sous forme de dépôts en compte auprès de la banque centrale, ces réserves sont constituées de dépôts et de la monnaie qui est physiquement détenue par les banques, une part de ces réserves obligatoires est détenue pour des raisons réglementaires : pour chaque Dirham de dépôt mobilisable par chèque, une fraction doit être maintenue en réserve. Cette part est appelée le taux de réserves obligatoires. Les banques détiennent aussi des réserves excédentaires, parce qu'elles représentent la forme la plus liquide d'actif et peuvent être utilisées lorsque la banque doit faire face à des retraits, directement par le déposant, ou indirectement quand un chèque est émis sur un compte.

En cas de Réserves excédentaires disponibles, un mouvement de sortie des dépôts ne nécessite pas de changement d'autres postes du bilan. Mais si la banque est en difficulté (Insuffisance de réserves excédentaires), elle se trouve devant quatre options :

- Emprunt interbancaire ;
- Cession de titres ;
- Emprunt à la banque centrale ;
- Réduction des prêts.

Effets en recouvrement : ce sont des créances sur une autre banque pour des fonds qui seront versés à bref délai.

Dépôts auprès des autres établissements de crédit : Les banques logent des dépôts dans d'autres banques, et reçoivent en échange divers services comme l'encaissement de chèque, les opérations de change et les achats de titres. C'est un aspect du système connu sous le nom de banque correspondante.

Titres : La détention de titres par une banque est une importante source de revenu (uniquement des titres de dette pour les banques commerciales, car celles-ci ne sont pas autorisées à détenir des actions). Ces titres peuvent être classés en trois catégories : titres émis par l'Etat et les agences fédérales, titres émis par les Etats fédérés et les collectivités locales, et les autres titres.

Prêts : Les banques réalisent leur profit principalement en accordant des prêts : Un prêt est une dette pour le client ou même une autre banque qui le reçoit (les banques peuvent se prêter entre elles), mais un actif pour la banque puisqu'il engendre un revenu. Les prêts sont par nature moins liquides que d'autres actifs, car ils ne peuvent être transformés en espèces qu'à échéance, et à cause de la probabilité de défaut. Les banques exigent des rendements plus importants que les autres actifs ou procèdent à transférer le risque par la titrisation.

Autres actifs : Le capital physique (immeuble, autres équipements) détenu par les banques est classé dans cette catégorie.

1.2.1.3 Hors bilan :

L' Hors bilan est l'ensemble des engagements conditionnels tels que les garanties financières. Ces derniers sont liés au contexte économique via le taux de défaut des clients à qui ces garanties ont été accordées. On trouve également dans le hors bilan des instruments financiers (swaps, options, forward rate agreement), ces produits peuvent avoir un impact significatif sur la liquidité de la banque. Nous distinguons les engagements reçus et les engagements donnés.

1.2.2 La rentabilité bancaire :

Comme toute autre entreprise, la rentabilité d'une banque se mesure par la différence entre ses recettes (ou produits) et ses dépenses (ou charges). Une rentabilité suffisante est l'assurance de la continuité des établissements

de crédit, ainsi la stabilité de l'ensemble du système financier. Bien évidemment, en maîtrisant les risques que l'activité bancaire amène naturellement à assumer.

Indicateurs de la rentabilité :

Le résultat net constitue l'indicateur ultime de la rentabilité des banques. Mais, ce résultat est un solde résiduel procédé par des opérations extrêmement hétérogènes et des événements qui peuvent être dotés d'un caractère d'exception, c'est donc pourquoi ces variations, d'une année à l'autre, ne sont donc pas toujours très révélatrices et significatives.

Toutefois, le regroupement des différentes activités bancaires en catégories, permettra de dégager des soldes intéressants d'un point de vue économique, pour pouvoir évaluer les facteurs de rentabilité des banques et de décrire l'ensemble des éléments ayant concouru au résultat final.

1.2.3 La solvabilité bancaire :

Les banques sont dans l'obligation d'être d'une grande solidité financière vu les effets d'une faillite éventuelle d'une banque sur la stabilité de tout le système financier, voir de l'économie toute entière. Cette solidité financière est mesurée généralement par le montant des fonds propres que possède la banque ce qui détermine sa capacité à faire face aux risques possibles liés à ses activités (non remboursement de crédits distribués ou autres pertes de valeur de ses actifs).

Les banques doivent être en permanence solvables, ceci dit pouvoir faire face à leurs engagements à tout moment. Si les clients qui ont déposé leur argent (dépôts à vue) doutent de sa solidité financière, ces derniers risquent de perdre confiance et de retirer leurs dépôts, mettant la banque (et tout le système s'il s'agit d'une banque importante) dans des difficultés majeures.

C'est dans ce sens que les accords de Bâle III renforcent les exigences de fonds propres des banques. En particulier, la composition du noyau dur des fonds propres de base est définie plus strictement. En effet, la réglementation Bâle III exige que certains éléments qui n'étaient pas déduits du noyau dur des fonds propres le soient désormais, comme les participations détenues dans des

banques ou des assurances et les impôts différés. Le comité impose également au secteur bancaire la constitution d'un coussin contra-cyclique, une sorte de "matelas de sécurité" que les banques alimenteront en phase d'expansion économique, et dans lequel elles pourront à l'inverse puiser en cas de récession. L'alimentation de ce coussin est toutefois laissée à l'appréciation des régulateurs nationaux.

1.3 Cadre réglementaire du secteur bancaire

1.3.1 Les principales réformes

1.3.1.1 Juillet 1993

Le système bancaire marocain a fait l'objet, en 1993, d'une importante réforme relative à l'exercice de l'activité des établissements de crédit et de leur contrôle. On peut résumer son apport en quatre points fondamentaux :

L'unification du cadre juridique applicable aux établissements de crédit qui comprennent désormais les banques et les sociétés de financement.

L'élargissement des bases de la concertation entre les autorités monétaires et la profession.

Le renforcement du pouvoir de supervision de Bank Al Maghreb.

L'amélioration de la protection de la clientèle, en particulier les déposants en mettant en place un fond de garantie des dépôts ainsi qu'un mécanisme de soutien aux établissements de crédits en difficultés.

1.3.1.2 Février 2006

Depuis 1993, le système bancaire marocain n'a cessé de faire l'objet d'importantes réformes. En effet la loi du 14 février 2006 est établie pour approfondir les dispositions de la loi du 6 juillet 1993 et faire face aux trois principaux motifs à savoir :

L'évolution significative du secteur financier national et de son environnement.

La nécessité d'adapter la réglementation aux nouvelles normes bancaires internationales.

Le renforcement de la supervision et le contrôle du secteur bancaire.

Que ce soit en matière de supervision ou de contrôle, le pouvoir de BAM s'est vu élargir 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.

La loi a aussi attribué à BAM le pouvoir de conclure des conventions bilatérales au niveau international en matière de contrôle des établissements de crédits.

Pour renforcer la protection des déposants, la loi de 2006 a apporté un nouveau apport qui se traduit par le droit d'information par des relevés, ainsi que le droit de clôture de comptes ou de transfert de fonds en cas de fermeture d'agence par un établissement de crédit, et le droit d'indemnisation en cas d'indisponibilité de dépôts auprès de l'établissement de crédit.

Afin d'assurer le renforcement du pouvoir de contrôle de la banque centrale en matière du contrôle du volume des crédits, la loi a institué une collaboration entre les autorités de Contrôle du secteur financier nommée « commission de coordination des organes de supervision du secteur financier », composée du BAM, CDVM et l'administration chargée du contrôle des entreprises d'assurance et de réassurance.

1.3.2 Règles prudentielles

1.3.2.1 Dispositifs prudentiels mis en œuvre actuellement :

La libéralisation et les mutations profondes qui ont touché l'activité bancaire furent alors le déclencheur de la promulgation de ces textes de loi afin d'assurer une amélioration du système bancaire Marocain pour qu'il devienne dynamique et compétitif. Un système capable de faire face à la concurrence

internationale et aussi performant pour contribuer au développement de l'économie nationale.

Parallèlement à ce contexte, les règles prudentielles ont été adoptées en suivant les normes internationales dans le cadre du comité de Bâle afin que les établissements de crédit préservent leur liquidité et leur solvabilité ainsi que l'équilibre de leur structure financière. Ils sont tenus donc de respecter plusieurs règles prudentielles, on en cite les principaux ratios comme suit :

Le coefficient minimum de solvabilité :

Ce coefficient, à l'instar des normes internationales édictées en la matière par le comité de Bâle, impose aux établissements de crédit de couvrir leurs risques pondérés, à hauteur de 8% au moins par leurs fonds propres nets.

Le coefficient minimum de liquidité :

Il dicte que les exigibilités à vue et à court terme et les engagements par signature donnés par un établissement de crédit doivent être intégralement couverts par les actifs disponibles et réalisables à court terme et les engagements par signature reçus. Les éléments de calcul de ce coefficient étant affectés de pondérations en fonction, selon le cas, de leur degré d'exigibilité et de liquidité.

1.3.2.2 Les réformes Bale II et Bale III

Conçue comme un dispositif allant au-delà des seules exigences minimales en capital. Créée le 26 juin 2004 et entrée en vigueur le 31 décembre 2006, la réforme de Bâle II est un nouveau dispositif d'adéquation des fonds propres qui remplace le ratio de solvabilité introduit en 1988 « ratio Cooke ».

Cette réforme comporte 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 : concerne la discipline de marché.

La crise bancaire et financière qui a débuté en 2007 (crise « des subprimes ») a révélé des failles dans les systèmes tant américains qu'euro-péens. Après les interventions des États destinées à contenir la crise, la réforme du Bâle III a vu le jour le 16 décembre 2010.

L'Accord de Bâle III comprend un ensemble de mesures destinées à renforcer la résilience des grandes banques internationales ainsi que des mesures spécifiques sur le risque de liquidité, il vise principalement à :

- Renforcer le niveau et la qualité des fonds propres (« tier one et core tier one ») ;

- Mettre en place un ratio de levier (« leverage ratio ») ;

- Améliorer la gestion du risque de liquidité par la création de deux ratios de liquidité (ratio de liquidité à un mois « Liquidity coverage ratio » et ratio de liquidité à un an « Net stable funding ratio ») ;

- Renforcer les exigences prudentielles concernant le risque de contrepartie.

Afin de faciliter une mise en œuvre harmonisée, les dispositifs seront mis en œuvre progressivement : les premières mesures ont commencé à entrer en vigueur le 1er janvier 2013 ; l'ensemble des mesures devront être appliquées au 1er janvier 2019.

Au Maroc, La mise en place de Bâle III devrait constituer un véritable chantier pour le secteur bancaire marocain sur les trois prochaines années, il entend ainsi renforcer le système bancaire face aux risques auxquels il est continuellement soumis.

1.3.2.3 Le risque de liquidité et Bâle III :

La réforme Bâle III fait partie des initiatives prises pour renforcer le système financier à la suite de la crise financière de 2007, pour garantir un niveau minimum de capitaux propres, afin d'assurer la solidité financière des banques.

Elle part du constat que la sévérité de la crise s'explique en grande partie par la croissance excessive des bilans et hors bilan bancaires pendant

que le niveau et la qualité des fonds propres destinés à couvrir les risques se dégradent. En outre, de nombreuses institutions ne disposaient pas non plus de réserves suffisantes pour faire face à une crise de liquidité. Dans ce contexte, le système bancaire s'est révélé incapable d'absorber les pertes intervenues d'abord sur les produits structurés de titrisation et d'assumer ensuite la ré-intermédiation d'une partie des expositions de hors-bilan. C'est ainsi que les incertitudes pesant sur la qualité des bilans, la solvabilité des banques et les risques liés à leur interdépendance ont provoqué une crise de défiance et de liquidité généralisée.

Compte tenu du rôle du système financier dans le financement de l'économie réelle, du caractère international des institutions financières et du coût final supporté par les États via notamment les plans de soutien public, une intervention coordonnée des régulateurs internationaux est alors apparue légitime. L'un des plans les plus importants de la réforme Bâle III est l'introduction de deux ratios de liquidité : le "LCR" et le "NSFR".

Le LCR est un ratio à un mois qui vise à permettre aux banques de résister à des crises de liquidité aiguës (à la fois systémiques et spécifiques à la banque) sur une durée d'un mois. Son principe est le suivant : les réserves de liquidité (cash, titres d'État liquides sur le marché et éligibles au refinancement en Banque Centrale...) doivent être supérieures aux fuites de liquidité générées par la perte des possibilités de refinancement sur le marché, par la fuite des dépôts, et par une série d'autres facteurs qui peuvent advenir lors d'une telle crise de liquidité.

Le NSFR est un ratio à un an qui vise à permettre aux banques de résister un an à une situation de crise spécifique à l'établissement. Son principe est le suivant : le montant des besoins en ressources stables doit être inférieur au montant des ressources disponibles.

Chapitre 2

Généralités sur la Gestion Actif / Passif (ALM).

Les banques américaines, et depuis le début des années 80 ont dû faire face à d'importantes difficultés : crise de l'immobilier, détérioration de la qualité des portefeuilles de crédit... En même temps, les gains liés à l'activité de transformation des banques (prêts à long terme refinancés à court terme) disparaissaient car les taux long terme se retrouvaient en dessous des taux courts. C'est à ce moment-là que les banquiers ont pris conscience du lien entre, d'une part la qualité et la structure des actifs et des passifs, et d'autre part de la série des résultats futurs que la banque pourra générer.

Une telle analyse de l'ensemble du bilan amène à des décisions de modification soit de l'actif (stratégies de placements) soit du passif (choix de financements).

2.1 La notion de l'ALM

La gestion actif-passif ou Assets-Liability management (ALM) désigne les techniques de maîtrise du risque de liquidité, de taux et de change sur le périmètre des activités commerciales d'un réseau bancaire 1, il s'agit d'une démarche d'identification, de mesure et de contrôle de risques, plus que ça, c'est un outil de pilotage de bilan.

Selon une définition plus détaillée donnée par la société des actuaires canadienne : « La gestion actif-passif désigne un mode de gestion des affaires visant à coordonner les décisions relatives à l'actif et au passif. Il s'agit donc d'un processus continu, impliquant la formulation, la mise en œuvre, le contrôle et la révision des stratégies se rapportant à l'actif et au passif dans le but d'atteindre des objectifs financiers, compte tenu d'une certaine tolérance au risque et de certaines contraintes. La gestion actif-passif est cruciale pour tout établissement devant placer des capitaux pour faire face à ses engagements et désireux de garantir une gestion financière équilibrée ».

Les risques sont de nature variée, pour être évalués, ils nécessitent des systèmes d'informations et des théories parfois très sophistiquées, leur gestion intéresse à la fois la banque et l'ensemble du système financier, pour ces raisons, une gestion saine s'avère extrêmement complexe. L'ALM est le fruit de l'expérience des succès mais surtout des « accidents » bancaires, c'est tout d'abord un outil de prévention des faillites et un moyen de viser toujours une rentabilité élevée.

2.2 Objet de l'ALM

Pour comprendre l'objet de l'ALM, il faut se souvenir que « la gestion globale des risques consistait avant 1970 à la gestion du passif. Puis elle s'est étendue à la gestion de l'adéquation de variation de valeur du couple actif/passif jusqu'en 1980. Depuis, elle s'est intéressée au calcul du rendement des fonds propres. Les travaux actuels portent maintenant sur le pilotage de ce rendement ».

C'est pourquoi l'ALM « vise à maîtriser dans les meilleures conditions de rentabilité des fonds propres, les conséquences négatives potentielles des risques financiers »¹. En d'autres termes, il s'agit d'optimiser la rentabilité des fonds propres tout en préservant un niveau acceptable de risque de taux, de change et de liquidité et en assurant une allocation des capitaux propres de manière à adapter le volume et la structure des emplois et ressources à l'évolution du marché ainsi qu'à l'environnement financier et réglementaire,

notamment aux ratios prudentiels. On parle alors d'optimisation du couple risque/rentabilité.

Son objectif majeur est d'estimer et piloter l'équilibre entre les ressources et les emplois au regard des risques pris par l'établissement sous contrainte d'un niveau de rentabilité et d'un cadre réglementaire précis et variable selon les pays. Elle analyse systématiquement le risque de liquidité et le risque de taux, et s'assure du respect des ratios imposés par les régulateurs domestiques et internationaux. Elle a pour cela besoin de comprendre les comportements de la clientèle, afin de les modéliser et d'en évaluer les impacts à travers des simulations qui lui permettent alors la mise en place des décisions et des opérations de couverture contre les risques identifiés.

La gestion financière offre plusieurs techniques de réduction ou de gestion du risque qu'on peut regrouper entre adossement, immunisation, diversification et couverture à terme. Mais si le risque et sa gestion ont toujours préoccupé les banques et établissements financiers, le recours à l'ALM en tant qu'outil de pilotage, en plein essor depuis les années 90, est le fruit d'une volonté plus active de mieux cerner le risque. Ce dernier n'est plus considéré comme un élément « intangible » sujet seulement à une mesure qualitative. Dans le cas particulier des risques financiers imputables aux fluctuations des marchés financiers, les techniques et outils de l'ALM en permettent une meilleure définition, une mesure quantitative, donc plus précise, une planification plus élaborée mais également une gestion plus adéquate. « La gestion actif/passif apporte des informations déterminantes dans les choix stratégiques, sur les marges réalisées par produits ou par activité, et donc sur les performances économiques des différents secteurs, sur la sensibilité de l'établissement aux évolutions des marchés financiers... ». La plupart des concepts utilisés en ALM ne sont pas nouveaux, mais leur application dans un cadre plus cohérent fait de l'ALM un puissant outil de création de valeur pour l'actionnaire et de contrôle du risque. C'est ainsi que l'ALM « débouche sur des plans d'action, en termes de financement, de placement, de couverture et de tarification ».

2.3 Les méthodes de gestion actif/passif

2.3.1 Méthodes de première génération :

L'analyse de la série des impasses de trésorerie a pour but de contrôler l'adéquation entre l'actif et le passif, en termes de cash-flows mensuels ou annuels. Le contrôle de cette adéquation consiste précisément à comparer entre eux, et période par période, les flux projetés de l'actif et du passif.

Sur base statique, les flux financiers de l'actif sont toujours positifs (cash-inflows) et les flux du passif toujours négatifs (cash-outflows). La somme des deux donne les flux financiers nets, et fait apparaître pour chaque période un excédent ou une impasse de trésorerie selon le signe positif ou négatif du flux net.

La confrontation des flux financiers devrait idéalement être prolongée jusqu'à l'échéance des produits. Même si elle est menée sur une période plus courte, l'intérêt de cette approche réside dans la possibilité pour la banque de prévoir à l'avance les montants qu'elle 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).

D'une façon générale, l'approche statique privilégiée par les outils de 1^{ère} génération introduit des distorsions dans la perception des risques : D'une part, elle ne prend pas en compte les bénéfices générés par les versements futurs ou par l'activité de production des futurs contrats. Ceci peut sembler conforme au principe de prudence comptable, mais nous ne sommes pas ici dans l'optique de l'enregistrement du passé, mais bien dans celle de l'analyse prospective de l'équilibre du bilan. Mais d'autre part, elle sous-évalue ou ignore entièrement certains risques financiers associés puisque certains risques de bilan ne peuvent pas du tout être étudiés avec une vision statique.

Or les différentes provisions prudentielles relatives à la gestion des actifs (provisions pour risque d'exigibilité, provision pour aléas financiers, provision globale de gestion, etc.) constituent un souci majeur, puisqu'elles impactent le niveau des fonds propres, et donc la marge de solvabilité. Il est donc

pratiquement indispensable d'utiliser des outils complémentaires pour mesurer ces risques puisque les outils d'analyse des flux financiers ne peuvent traiter exhaustivement les problèmes relatifs aux risques cités ci-dessus.

En conclusion, les outils de 1 ère génération sont utiles pour mesurer approximativement les enjeux de l'adéquation actif passif, mais ils ont été créés dans un contexte (la banque dans les années 30 à 70) où les ressources et les emplois bancaires étaient pratiquement assimilables à des titres à taux fixes. Or, la situation actuelle est bien différente.

2.3.2 Les méthodes de la deuxième génération (les scénarios déterministes)

Les outils de 1ère génération (analyse des flux de trésorerie) ne permettent de résoudre qu'une petite partie des problèmes d'adéquation actif passif auxquels sont confrontés les banques. Pour progresser, il faut impérativement traiter certains des problèmes déjà exposés :

- les flux du passif ne sont généralement pas fixes mais dépendent du comportement des clients et de la politique de la banque.

- l'analyse statique ne peut pas rendre compte des risques d'actif passif liés aux versements futurs ;

Pour dépasser l'analyse statique, il faut utiliser une projection dynamique des flux financiers. Les outils de 2ème génération sont donc des modèles de simulation. Ils permettent de projeter l'évolution des actifs et des passifs, période par période en fonction de scénarios déterministes décrivant l'évolution des marchés financiers, et de projeter la séquence des résultats en fonction d'hypothèses variées sur l'environnement financier et le comportement des clients.

2.3.3 Les méthodes de la troisième génération (méthodes stochastiques)

En ALM, les scénarios stochastiques peuvent remplacer les scénarios déterministes. La technique consiste à tirer aléatoirement de nombreux scénarios économiques, puis à utiliser pour chacun d'eux un modèle de simulation analogue aux modèles de 2ème génération. L'échantillon obtenu peut nous aider à avoir divers indicateurs tels que l'espérance de la valeur des fonds propres à un horizon donné ou la probabilité de constater une provision pour risque d'exigibilité.

Passer du déterministe au stochastique :

En théorie, c'est simple. Il s'agit de projeter les actifs et les passifs en fonction de plusieurs scénarios économiques et financiers. Il suffirait donc de générer des scénarios stochastiques et de les injecter dans un modèle de simulation déterministe déjà existant.

En pratique, il reste quand même beaucoup de travail et quelques obstacles à surmonter :

-Il n'est pas si simple de générer des scénarios économiques raisonnables à moyen ou long terme.

-Il faut simuler plusieurs centaines, voire plusieurs milliers de scénarios dans certains cas. Compte tenu du temps de traitement constaté pour un seul scénario avec la plupart des modèles de 2ème génération, il faut effectuer un travail d'optimisation très poussé des logiciels, et recourir à des processeurs très puissants.

-Il n'est plus possible d'intervenir manuellement pour intégrer à chaque pas du modèle des hypothèses exogènes concernant le comportement des clients, la politique financière ou les taux servis. Tous ces éléments doivent donc être automatisés par le recours à des fonctions de comportement.

Chapitre 3

Mesure et anticipation du risque de liquidité

3.1 Introduction

Au cours de la dernière décennie, la gestion des risques financiers dans les banques, a connu une évolution sans précédent suite à l'accroissement de l'instabilité des marchés qui a contribué à augmenter la volatilité des résultats bancaires.

D'abord la notion de risque elle-même s'est élargie, englobant désormais une grande variété d'éléments qui auparavant n'était pas considéré. De plus, les pressions grandissantes des institutions réglementaires et des investisseurs, ont fait apparaître la nécessité du suivi et de la gestion de ces risques par les banques.

La Gestion Actif-Passif s'est vu donc, confier la mission de maîtriser dans des limites consciemment déterminées les conséquences négatives éventuelles des risques financiers, principalement le risque de liquidité, de taux et de change, par l'utilisation d'une approche méthodique consistant dans un premier temps, à identifier les différents facteurs et sources des risques ; ensuite en utilisant des méthodes et des techniques permettant à des degrés divers, de mesurer ces risques et enfin de mettre en place les actions de couverture

adéquates, destinées à ramener les risques en question dans des limites supportables au vu des contraintes réglementaires et de celles propres à la stratégie de l'établissement.

Tout d'abord, il convient de définir la notion du risque au sein d'une banque : Un risque se présente lorsque le résultat effectif réalisé peut être différent du résultat attendu ou espéré. A noter que le risque dans le monde physique c'est l'écart dans les deux sens (positif ou négatif) d'un point précis. Mais effectivement dans le monde de crédit on considère un risque dans le sens négatif où on distingue de types de risque à savoir le :

Risque de défaut : c'est le risque de perte à un engagement (risque de liquidité).

Risque de dégradation : c'est la perte de valeur d'un actif. C'est un risque plus vaste, (risque de taux et de change).

3.2 Identification du risque de liquidité

Il faut d'abord mettre l'accent sur la notion de la liquidité : en générale elle désigne la facilité avec laquelle un agent économique peut avoir accès à des fonds au moment où il en a besoin. Au niveau du domaine bancaire elle représente la capacité d'une institution financière à financer l'expansion de ses avoirs et d'honorer ses obligations aux échéances prévues, sans enregistrer de pertes inacceptables ⁵. Elle est considérée, donc, comme la capacité de celle-ci à financer ses actifs et à rembourser ses engagements au moment où ces financements et ces remboursements apparaissent.

3.2.1 Définition du risque de liquidité

Le risque de liquidité ou précisément le risque d'absence de liquidité donc d'il liquidité, est le fait pour une banque ou un établissement de ne pas pouvoir faire face à ses engagements par l'impossibilité de se procurer les fonds dont elle a besoin ⁶. Il s'agit d'un risque issu de la transformation opérée par la

banque et se manifeste lorsque la durée des ressources disponibles est globalement plus courte que celle des emplois qui en sont faits. Or la transformation d'échéances est inhérente à l'activité bancaire. L'ajustement exact des actifs et des passifs ne peut donc être établi. Il est alors nécessaire de déterminer les besoins de financement et d'évaluer, en combien de temps et à quel prix la banque pourra respecter ses engagements et éviter le manque de liquidité, équivalant à la cessation de paiement.

3.2.2 Sources du risque de liquidité

L'identification du risque de liquidité suppose dans un premier point une étude détaillée de chaque poste du bilan pour déterminer le degré de liquidité pour les actifs, et le degré d'exigibilité pour les passifs :

Les actifs peuvent être classés selon leur plus ou moins liquidité par exemple :

-Les plus liquides sont composées du cash et des titres d'Etat.

-Ensuite les actifs pour lesquelles il existe un marché organisé par exemple les titres d'actions et les opérations interbancaires.

-Suivies par les crédits à la clientèle.

-Ensuite les participations et les emplois difficiles à céder.

Les passifs

-Les refinancements auprès de la banque centrale

-Les refinancements interbancaires

-Les dépôts de la clientèle

-Les emprunts à long terme et le capital de la banque.

Dans un deuxième temps il s'agit de souligner et d'identifier les sources ou les origines de ce risque, et qui sont d'origines diverses. Certains dépendent de la banque, d'autres sont exogènes et incluent la conjoncture économique, la liquidité des marchés de capitaux.

3.2.2.1 Transformation de l'échéance

Les établissements de crédit, particulièrement les banques de détail collectent des ressources à court terme (dépôts à vue) ou susceptible de faire l'objet de retrait (épargne à régime spécial) et délivrent des financements à court terme mais également à moyen et long terme (par exemple les crédits accordés aux ménages et les crédits d'équipement alloués aux entreprises).

3.2.2.2 Insolvabilité de l'entrepreneur

Le bénéficiaire d'un crédit : entreprise, banque, particulier ou Etat, peut ne pas être en mesure de rembourser les avances qui lui ont été consenties et l'insolvabilité entraîne pour la banque une perte totale ou partielle de créance, ainsi que les revenus qui s'y attachent.

3.2.2.3 Le retrait massif des dépôts

Le retrait est marqué par une crise de confiance consécutive des prêteurs, par exemple un fléchissement de la rentabilité spécifique à l'établissement qui peut avoir des origines multiples : mauvaise gestion, défaut massif de contrepartie et notamment de la clientèle des crédits, matérialisation du risque de taux ou de change, disparition des marchés d'interventions traditionnels de l'établissement. La concurrence accrue sur ces marchés entraîne une perte de compétitivité, fraude, incidents technique, crise sociale. Le retrait massif trouve son origine également au niveau du degré de réputation de la banque.

3.2.2.4 Crise de liquidité générale

Source exogène à l'établissement, et peut provenir, par exemple d'un resserrement important des contraintes réglementaires pesant sur les investissements, les dissuadant d'intervenir sur tel ou tel segment du marché, cela occasionne la quasi-fermeture des dits segments pour une période plus ou moins longue. Il peut s'agir d'une crise de liquidité liée à une crise économique d'une ampleur très importante.

3.3 Mesure du risque de liquidité

La mesure du risque de liquidité se fait par différentes techniques, la plus importante étant celle des impasses ; celle-ci sert à évaluer les besoins de liquidité futurs ou, au contraire, les excédents de liquidité à venir. Quant aux autres techniques, elles viennent compléter et améliorer l'information fournie par la première à travers des indicateurs comme l'indice de transformation et le surplus de base.

3.3.1 Méthode des impasses

La méthode des impasses permet de voir les décalages prévisibles, aux futures dates, entre l'ensemble des emplois et des ressources. Une impasse positive représente un excédent de ressources, c'est à dire que la banque est en « sur liquidité », et une impasse représente un déficit, c'est-à-dire une position illiquide. La mise en place de cette méthode des impasses ou des gaps de liquidité, se fait à la base d'un tableau, c'est le tableau ou le profil d'échéance qui classe les actifs et les passifs selon leur durée d'échéance pour faire ressortir les impasses.

3.3.1.1 Impasses en Stock

Les impasses en stocks se définissent comme la différence entre les encours de l'actif et ceux du passif à une date donnée. Elles déterminent le besoin total de liquidité cumulée à une date donnée.

$$\text{Impasse en stock} = \text{passif} - \text{actif}$$

Une impasse en stock positive représente un excédent de ressources, c'est à dire que la banque dispose de plus de ressources que d'emploies. Une impasse en stock négative signifie le contraire, et c'est le cas de figure le plus préoccupant.

3.3.1.2 Impasses en flux

Les impasses en flux se définissent quant à elles comme la différence entre les variations d'actifs et de passifs, c'est à dire la variation entre les entrées et les sorties de fonds, pendant une période donnée. Elles déterminent le besoin de financement nouveau de la période par le calcul des maturités des flux à venir.

$$\text{Impasse en flux} = \text{Entre de fonds} - \text{Sortie de fonds}$$

Une impasse en flux positive est une entrée nette de fonds, une impasse en flux négative est une sortie nette de fonds.

Dans l'hypothèse de fonte, les flux se limitent aux amortissements correspondants (les tombées) à l'exclusion des encours nouveaux (productions nouvelles).

Le passif tombe lorsque la banque rembourse un prêteur (sortie de fonds)

L'actif tombe quand un client rembourse un crédit (entrée de fonds)

IL est à signaler que les impasses en stock sont égales à la somme des impasses en flux depuis l'origine.

3.3.1.3 Situation du bilan

L'ampleur des décalages donne, sur toute la période couverte par le profil des impasses, une image synthétique de la situation globale de liquidité du bilan, c'est-à-dire de son degré de «consolidation ». Trois cas de figure sont possibles :

-Le bilan est « consolidé » si les actifs et passifs s'amortissent au même rythme c'est-à- dire si le bilan est équilibré en liquidité.

- Le bilan est « sur-consolidé » si les actifs s'amortissent plus vite que les ressources. Un excédent de ressources est alors dégagé et disponible pour le financement des nouveaux emplois.

- Le bilan est « sous-consolidé » si les actifs s'amortissent plus lentement que les ressources. Dans ce cas, des financements nouveaux sont requis pour combler l'écart avec les actifs en place en sus des financements des actifs nouveaux. Ces différentes situations sont résumées dans les schémas ci-dessous, qui représentent des échéanciers d'évolution des emplois et des ressources dans une hypothèse de « fonte » du bilan, c'est-à-dire sans incorporation des productions nouvelles.

Deuxième partie

Gestion du risque de liquidité à moyen et long terme

Chapitre 4

Modélisation des DAVs, outil fondamental de la gestion du risque de liquidité

La prévision de liquidité passe par la construction des impasses ou gaps de liquidité sur la base du reporting liquidité. Or ceci nécessite de faire des hypothèses sur certains produits de la banque non contractuels tels les dépôts à vue, qui ne génèrent pas de flux financiers planifiables à l'avance afin de construire la convention d'écoulement.

Pour ce faire, nous allons procéder à une modélisation des dépôts à vue de la clientèle de la banque. Cette modélisation tient compte de paramètres endogènes et exogènes.

Au niveau de ce chapitre, nous allons traiter deux approches différentes de modélisation :

L'approche de modélisation AST ;

L'approche par modèles prédéfinis

Les dépôts à vue, appelés dépôts sans maturités ou dépôts non contractuels, sont les dépôts (contrats de dépôts) de la clientèle que possèdent la banque dont la durée de fin de contrat n'est pas spécifiée, et donc dont les montants peuvent être retirés à n'importe quel instant

4.1 Données et aperçu sur la méthodologie

Nous allons dans cette partie modéliser les encours des DAV (comptes chèques) du CAM en suivant les deux approches communément utilisés en la matière. La première sera l'approche en série chrono (AST) quant a la deuxième il y s'agira d'une modélisation suivant un nombre de modèles prédéfinis utilisés pour la modélisation des DAV.

4.1.1 Données

Notre base de donnée est constituée de séries d'encours mensuels des comptes chèques.

Certain de ces modèles que nous allons utiliser intègrent la variable taux d'intérêt, nous allons pour ce fait prendre les taux d'intérêt journaliers interbancaires que nous allons rendre mensuels à travers le calcul d'une moyenne pondérée.

Les données que nous traiterons sont des niveaux d'encours des différents comptes étalées sur 96 mois, du *premier janvier 2009* au *31 décembre 2016*.

4.1.1.1 comptes chèques

Le graphe suivant représente l'évolution de l'encours mensuel des comptes chèques du Credit Agricole du Maroc entre janvier 2009 et décembre 2016;

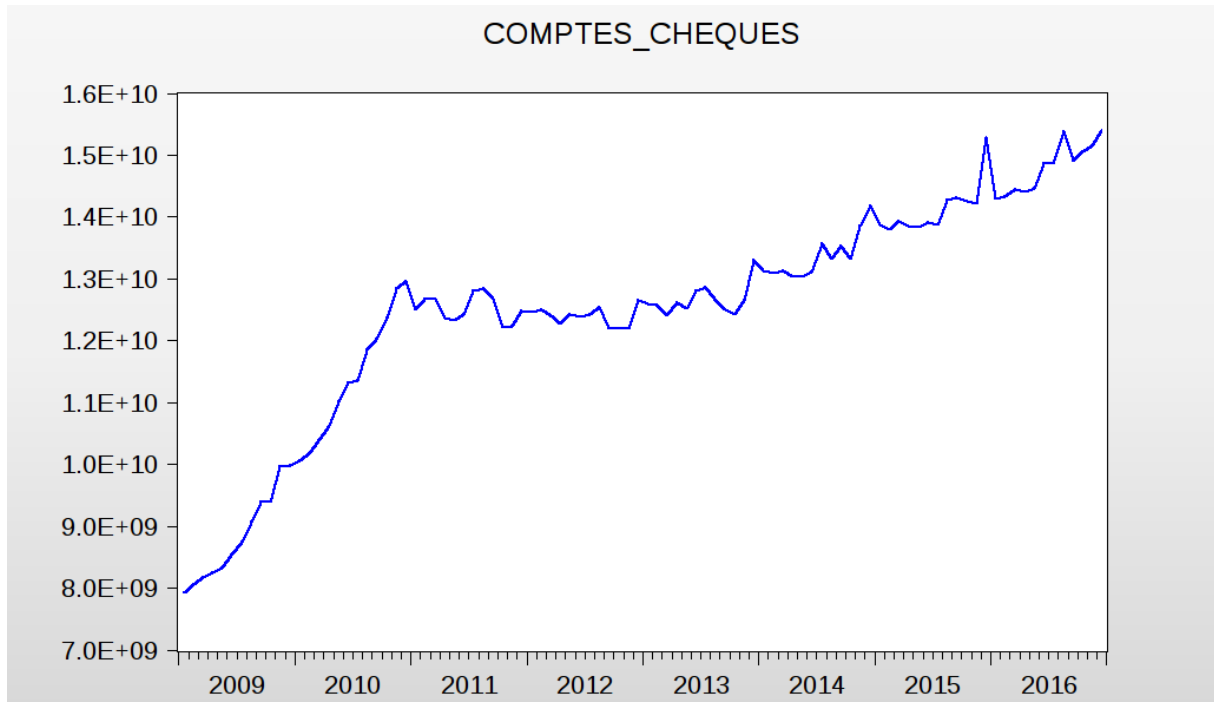


FIGURE 4.1: Encours des comptes chèques

L'analyse de ce graphe montre que les encours des comptes chèques du CAM ont connu une croissance permanente durant cette période, avec une variation entre presque 8 Milliard de Dirham en début 2009 et 15,4 Milliard en fin 2016.

Dans la période entre 2010 et 2011, le volume de ces encours évoluait de manière conséquente, alors que la période qui suit jusqu'à 2017 fut marqué par un certain degré de stabilité avec une tendance haussière.

4.1.2 Approche en Séries Chronologiques

Approche en série chronologique ou approche autoregressive se base sur les méthodes de série chronologique Box Jenkins.

Il s'agira dans cette partie de suivre la méthode de Box Jenkins pour trouver le meilleur modèle à utiliser, estimant l'encours des dépôts, pour ensuite faire des prévisions adéquates.

4.1.2.1 Séries chronologiques

Une série chronologiques est une série ou suite d'observations en fonction du temps C'est une suite de réalisation d'une familles de variables aléatoires $\{X_t, t \in I\}$ tel que $I = \{1, 2, \dots, N\}$ N est le nombre d'observation total. L'étude de série chronologique permet d'analyser, de décrire et d'expliquer un phénomène dependant dans le temps.

4.1.2.2 Stationnarité

Un processus X_t est stationnaire si et seulement si :

- $E(X_t) = E(X_{t+n}) = \mu; \forall t \forall n \in \mathbb{N}$. Espérance mathématique constante.
- $E(X_t^2)$ Variance finie.
- $cov(X_t, X_{t+n}) = \gamma(n); \forall t \forall n \in \mathbb{N}$ covariance indépendante du temps.

4.1.2.3 Bruit blanc

Un processus X_t est un bruit blanc (White noise) si :

- X_t est centré; $E(X_t) = 0$
- $Var(X_t) = \sigma^2$
- $cov(X_t, X_{t+n}) = \gamma(n) = 0; \forall t \forall n \neq 0$

Nous notons : $X_t \sim BB(0, \sigma^2)$

4.1.2.4 Test de Dickey Fuller :

Le test de Dickey-Fuller simple(1979) est test de racine unitaire(ou de non stationnarité) dont l'hypothèse nulle est la non stationnarité d'un processus autorégressif d'ordre 1 ; Soit (X_t) un processus satisfaisant la représentation AR(1) suivant :

$$X_t = \mu + \phi X_{t-1} + a_t$$

ou $a_t \sim BB(0, \sigma^2)$ et $\mu, \phi \in \mathbb{R}$

Le principe général du test de Dickey-Fuller consiste a tester l'hypothèse nulle de la présence d'une racine unitaire : $H_0 : \phi = 1$

vs

$$H_1 : |\phi| < 1$$

Si $\phi = 1$ alors la variable (X_t) est une variable intégrée d'ordre 1, c'est à dire que la variance de X_t est dépendante, ce qui va à l'encontre de la condition stationnarité.

Si $|\phi| < 1$ alors la variable (X_t) est une variable intégrée d'ordre 0, c'est-à-dire que la variance de X_t est indépendante de t .

Le test de raine unitaire Dickey-Fuller augmenté est utilisé quand les variables sont autocorrélées. Le test consiste à tester l'hypothèse $\phi = 1$ du modèle : $X_t = \mu + \phi X_{t-1} + \sum_{i=1}^k \gamma_{it-1} + a_t$.

Le terme ajouté a pour but de corriger le problème de l'autocorrélation.

4.1.2.5 Méthodologie de Box and Jenkins

L'approche de Box-Jenkins est une méthode en quatre étapes qui a pour but d'effectuer les meilleures estimations et prévisions possibles d'une série chronologique SSL.

Il est important de noter que le test Dickey fuller augmenté (voir annexe) est l'étape préliminaire à la procédure de la méthode Box Jenkins, voulant que la série étudiée soit stationnaire, ou alors stationnarisée (à travers une transformation des données de la série, différenciation, etc ...).

Les quatre étapes se présentent comme suit :

Identification

Cette étape se base sur l'analyse des autocorrélations et autocorrélations partielles pour identifier le modèle ARMA pouvant engendrer la série.

Cette identification est faite à travers l'analyse des corrélations et des autocorrélations partielles de notre nouvelle série stationnaire, pour ainsi fixer les paramètres p et q possibles pour notre modèle ARMA(p, q).

Estimation

Cette étape se focalise sur l'estimation des modèles ARMA(p,q) données par l'étape précédente,

Validation

Dans cette étape, il est question de vérifier si les résidus relatifs au modèle estimés se comportent comme des bruits blanc sa travers trois tests vérifiant les trois caractéristiques propres aux bruits blanc.

- Test de Normalité ;
- Test d'Indépondance ;
- Tes d'Homoscédasticité.

L'étape qui va suivre, à savoir, la dernière de la methodologie de Box and Jenkins, il sera question de prévision sur un horizon restreint sur la base du modèle estimé dans l'étape ci-haut.

Prévision

La prévision consiste à prévoir les valeurs futures de la série étudiée à partir de l'historique des valeurs observées en utilisant le(s) modèle(s) retenu(s) dans l'étape précédente.

4.1.2.6 Interception de la saisonnalité

Avant de commencer l'étude de la stationnarité pour une modélisation en ARMA de nos séries, il est important d'étudier leur saisonnalité.

En effet, il est nécessaire de corriger les séries de type infra-annuelle (semestrielles, mensuelles, etc...) des variations saisonnières avant de les étudier.

La dessaisonalisation se fera ici suivant la methode MAM (Moving Average Method) sur le logiciel Eviews.

Dans la littérature, deux types de modèles peuvent décrire la saisonnalité :

-Modèle additif $X_t = Y_t + Z_t + \epsilon_t$

-Modèle multiplicatif $X_t = Y_t * Z_t * \epsilon_t$

Pour pouvoir déssaisonnaliser notre série, il faut identifier leur types, additif ou multiplicatif, ceci est fait à travers le test de Buys Ballot.

Test de Buys Ballot

Ce test est un test de significativité du modèle de la régression linéaire simple de la série des écarts types annuels sur les encours moyens annuels ;

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

avec :

- σ_t : écarts types annuels

- T_t : moyennes annuels

Si le modèle est significatif la série est alors considérée suivant un schéma multiplicatif, sinon on opte pour un schéma additif.

4.1.3 Approche par Modèles prédéfinis

Dans cette partie, nous présenterons les modèles financiers et économétriques communément utilisés pour la modélisation de l'écoulement des dépôts à vue, et nous les appliquerons à notre série de DAV(comptes chèques).

Les modèles existants dans la littérature sont les suivants :

-**Modèle de Selvaggio**

-**Modèle de Jarrow et Van Deventer**

-**Modèle d'OTS**

-**Modèle de Dupré**

4.1.3.1 Modèle de SELVAGGIO

L'idée de base de ce modèle vient de la détermination de l'encours cible D^* des dépôts, qui est fonction des variables macro-économique (Y_k) et du taux d'interet (R_k) :

$$\log(D_k^*) = \alpha_1 + \alpha_2 \log(R_k) + \alpha_3 \log(Y_k)$$

Y_k : représente les variables macroeconomiques autres que le taux d'intérêts, c'est un indicateur qui peut être représenté par un salaire, PIB, taux de chômage etc.

Il est considéré que ; les encours ont tendance à s'ajuster autour de l'encours cible à une vitesse λ , selon l'équation suivante :

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

Ceci nous donne finalement le modèle suivant :

$$\log(D_k) = (1 - \lambda_1)\log(D_{k-1}) + \lambda\alpha_2\log(R_k) + \lambda\alpha_3\log(Y_k) + \lambda\alpha_1$$

Le modèle de Selvaggio porte sur des données mensuelles, donc il primordial d'ajouter une variable permettant de tenir compte de la saisonnalité des dépôts a vue. Ainsi, si nous supposons une tendance exponentielle du temps des variables macroeconomiques, le modele aura la formule finale :

$$\log(D_k) = \alpha_0 + \alpha_1\log(D_{k-1}) + \alpha_2\log(R_k) + \alpha_3t_k + \sum_{i=4}^{15} \beta_i mounth_{i-3}$$

$mounth_{i-3}$: Une variable de test mensuelle.

Les Hypothèses sur lesquelles repose ce modèle ;

- L'existence d'une valeur cible pur les DAVs ;
- La vitesse d'ajustement autour de la valeur cible des depots est supposée constante ;
- Cette valeur cible n'est pas stable ;
- Elle suit une dynamique expliquée par les effets macroeconomiques ;
- On modélise le log des encours et non les encours ;
- $\log(Y_k)$ a une tendance linéaire du temps.

En desaisonnalisant nos donnees mensuelles, on retrouve le modèle suivant :

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

4.1.3.2 Modèle de JARROW VAN DEVENTER

Nous partons de la supposition que les déposants jugent très suffisante l'information apportée par le niveau des taux de marché pour qu'ils aient la possibilité de faire l'arbitrage placement-épargne.

Cette hypothèse est judicieusement acceptée car le taux de rémunération n'est qu'une fonction croissante des taux de marché même s'il l'est avec un décalage mensuel prêt.

Dans ce cadre nous aurons à estimer le modèle suivant :

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

4.1.3.3 Modèle d'OTS

L'Office of Thrift Supervision a proposé en 2001 un modèle discret d'évolution des encours des dépôts à vue. Il est différent des modèles précédents en ce sens ou le modèle d'OTS évoque la conception de la non linéarité, alors que les deux premiers modèles sont clairement non linéaire mais ils supposent que l'ajustement se fait suivant un schéma linéaire à une transformation connue (linéarisable par passage au logarithme).

Dans notre cadre, celui des dépôts à vue, le modèle s'écrit :

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

Nous estimons la moyenne du rapport (D_k/D_{k-1}).

Ce modèle, bien qu'il soit simple, est très utilisé par de nombreuses institutions financières américaines.

4.1.3.4 Modèle de Dupré

Dupré a mis en place un modèle d'évaluation des encours des DAV en temps continu :

$$dD_t/D_t = (\alpha - \beta r_t)dt$$

Où :

D_t : l'encours des depots a vue a l'instant t ;

R_t : Le taux cours instantané ;

α : Une tendance moyenne du comportement non financier des personnes qui déposent de l'argent ;

β : Correspond aux taux de collecte supplémentaire pour un point de diminution des taux.

Une augmentation de β représente une évolution logique des déposants qui, en voyant le taux d'intérêt courts augmenter, voudront retirer leurs dépôts des comptes à vue pour les investir dans le marché financier à travers des produits financiers plus rentables sur le courts terme.

Pour estimer les paramètres de ce modèle, il est nécessaire de passer par une discrétisation.

partant du fait que α et β sont constants, on intègre l'équation sur un pas de temps δ :

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

On peut utiliser une forme discrète du taux court sur un pas de temps que l'on appellera R_k

$$R_k = \frac{1}{\delta} \int_{t_k}^{t_k+\delta} r_t dt = \frac{1}{\delta} \int_{t_k}^{t_{k+1}} r_t dt$$

On aura ainsi :

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

Avec $\tilde{\alpha} = \alpha\delta$; et $\tilde{\beta} = \beta\delta$.

4.2 Application pour les comptes chèques du Crédit Agricole du Maroc suivant l'approche S-C

4.2.1 Saisonnalité

Test de Buys Ballot Nous appliquons ici le test de Buys Ballot pour conclure le type de déssaisonnalisation que nous allons utiliser

Dependent Variable: ECART_TYPE01				
Method: Least Squares				
Date: 03/27/18 Time: 12:19				
Sample: 2009 2016				
Included observations: 8				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.43E+09	7.08E+08	2.022510	0.0896
MOYENNE01	-0.079274	0.056082	-1.413530	0.2072
R-squared	0.249819	Mean dependent var	4.40E+08	
Adjusted R-squared	0.124789	S.D. dependent var	2.90E+08	
S.E. of regression	2.71E+08	Akaike info criterion	41.88898	
Sum squared resid	4.42E+17	Schwarz criterion	41.90884	
Log likelihood	-165.5559	Hannan-Quinn criter.	41.75503	
F-statistic	1.998068	Durbin-Watson stat	1.831435	
Prob(F-statistic)	0.207222			

FIGURE 4.2: Modèle de régression écart type moyenne

On trouve $t(\text{MOYENNE01}) = -1,413530$ qui est inférieur à 2,26, Le modèle est alors additif.

Desaisonnalisation de la série Nous éliminons les saisonnalités à travers un modèle additif. Les coefficients saisonniers mensuels obtenus sont les suivants :

Date: 03/27/18 Time: 12:23
 Sample: 2009M01 2016M12
 Included observations: 96
 Difference from Moving Average
 Original Series: CCH
 Adjusted Series: CCHSA

Scaling Factors:

1	28784106
2	-13981288
3	-50881995
4	-1.46E+08
5	-1.44E+08
6	-34415280
7	9961855.
8	67897076
9	22696.57
10	-1.40E+08
11	43655284
12	3.79E+08

FIGURE 4.3: coefficients saisonniers mensuels

Ci dessous un graphique représentant la série désaisonnalisée par rapport à la série initiale :

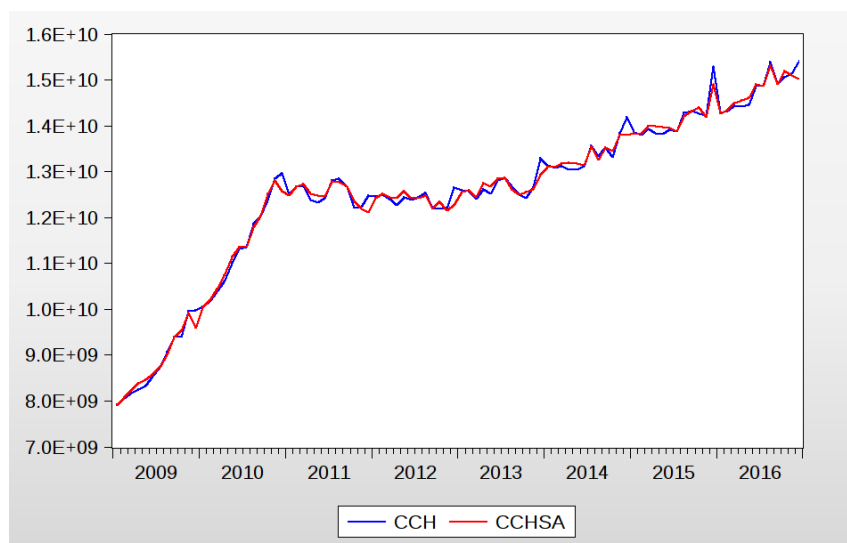


FIGURE 4.4: Graphique de la serie désaisonnalisée

4.2.2 Test de Dickey Fuller Augmenté

modèle 3 :Modèle avec tendance et constante

Null Hypothesis: CCHSA has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-2.614720	0.2749
Test critical values:	1% level		-4.057528	
	5% level		-3.457808	
	10% level		-3.154859	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(CCHSA) Method: Least Squares Date: 06/17/18 Time: 10:22 Sample (adjusted): 2009M02 2016M12 Included observations: 95 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CCHSA(-1)	-0.077653	0.029698	-2.614720	0.0104
C	8.95E+08	2.91E+08	3.074536	0.0028
@TREND(2009M01)	3108024.	1903979.	1.632383	0.1060
R-squared	0.097629	Mean dependent var		74967318
Adjusted R-squared	0.078013	S.D. dependent var		2.22E+08
S.E. of regression	2.14E+08	Akaike info criterion		41.22793
Sum squared resid	4.20E+18	Schwarz criterion		41.30858
Log likelihood	-1955.327	Hannan-Quinn criter.		41.26052
F-statistic	4.976836	Durbin-Watson stat		2.488579
Prob(F-statistic)	0.008866			

FIGURE 4.5: Test DAF ; modèle 3

La t-stat du test d'ADF -2,61 est inférieure à -3,47 en valeur absolue, => nous acceptons l'hypothèse nulle H_0 le coefficient est non significatif, nous passons au test avec seulement la constante ;

La t-stat du coefficient de la tendance 1,63 est inférieure à 2,78, => nous acceptons l'hypothèse nulle H_0 le coefficient est non significatif, la tendance a un effet non significatif

Modèle 2 :Modèle avec constante et sans tendance

Null Hypothesis: CCHSA has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 2 (Automatic - based on Modified AIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.742073	0.0709
Test critical values:		
1% level	-3.502238	
5% level	-2.892879	
10% level	-2.583553	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(CCHSA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/17/18 Time: 10:23
 Sample (adjusted): 2009M04 2016M12
 Included observations: 93 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CCHSA(-1)	-0.037349	0.013621	-2.742073	0.0074
D(CCHSA(-1))	-0.229397	0.102056	-2.247759	0.0271
D(CCHSA(-2))	0.120503	0.102740	1.172899	0.2440
C	5.51E+08	1.76E+08	3.129210	0.0024

R-squared	0.149506	Mean dependent var	73083227
Adjusted R-squared	0.120838	S.D. dependent var	2.24E+08
S.E. of regression	2.10E+08	Akaike info criterion	41.20939
Sum squared resid	3.94E+18	Schwarz criterion	41.31831
Log likelihood	-1912.236	Hannan-Quinn criter.	41.25337
F-statistic	5.215028	Durbin-Watson stat	1.996926
Prob(F-statistic)	0.002307		

FIGURE 4.6: Test DAF ; modèle 2

La t-stat du test d'ADF -2,74 est inférieure à -2,89 en valeur absolue, => nous acceptons l'hypothèse nulle H0 le coefficient est non significatif, nous passons au test sans tendance ni constante ;

Modèle 1 :Modèle sans constante et sans tendance

Null Hypothesis: CCHSA has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 6 (Automatic - based on Modified AIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.100569	0.9286
Test critical values:		
1% level	-2.591204	
5% level	-1.944487	
10% level	-1.614367	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(CCHSA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/17/18 Time: 10:24
 Sample (adjusted): 2009M08 2016M12
 Included observations: 89 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CCHSA(-1)	0.002560	0.002326	1.100569	0.2743
D(CCHSA(-1))	-0.194080	0.108343	-1.791350	0.0769
D(CCHSA(-2))	0.152487	0.110147	1.384386	0.1700
D(CCHSA(-3))	0.054501	0.111174	0.490234	0.6253
D(CCHSA(-4))	0.066895	0.112962	0.592186	0.5554
D(CCHSA(-5))	0.077430	0.113068	0.684809	0.4954
D(CCHSA(-6))	0.246021	0.111991	2.196791	0.0309

R-squared	0.124266	Mean dependent var	70618022
Adjusted R-squared	0.060188	S.D. dependent var	2.29E+08
S.E. of regression	2.22E+08	Akaike info criterion	41.34983
Sum squared resid	4.04E+18	Schwarz criterion	41.54557
Log likelihood	-1833.068	Hannan-Quinn criter.	41.42873
Durbin-Watson stat	1.986322		

FIGURE 4.7: Test DAF ; modèle 1

La t-stat du test d'ADF 1,10 est inférieure à -1,94 en valeur absolue, => nous acceptons l'hypothèse nulle H0 le coefficient est non significatif, la série est non stationnaire ;

Notre série est donc non stationnaire au sens large, nous allons donc extraire une nouvelle série, *diff* qui est stationnaire, et qui par conséquent sera notre série de travail pour l'application de la méthode Box and Jenkins

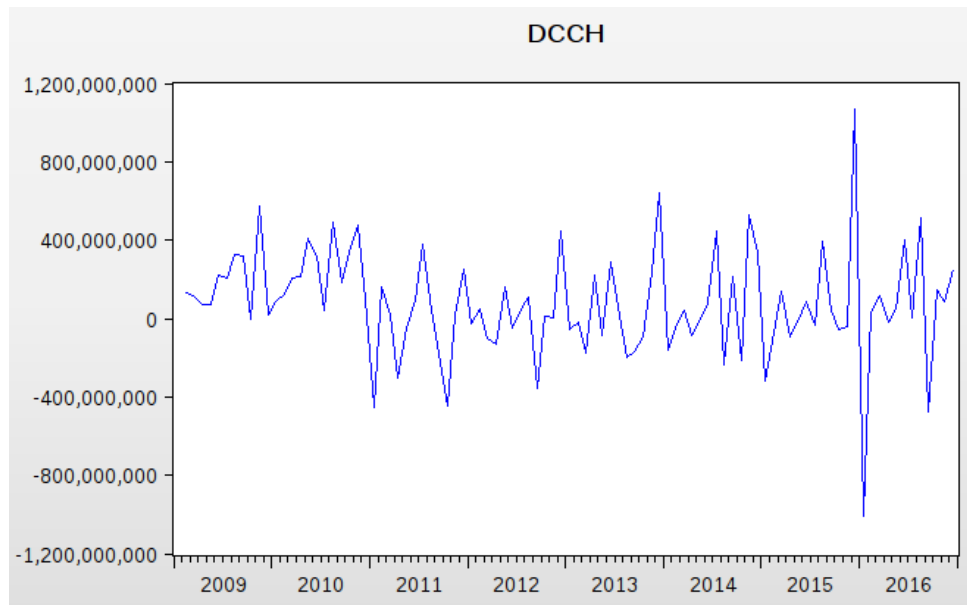


FIGURE 4.8: graphique de la serie des encours différenciée

Dans la suite, nous allons se consacrer à l'application de la méthode de Box Jenkins

4.2.3 Étapes de Box Jenkins

4.2.3.1 Identification du modèle

la figure ci-dessous représente le corrélogramme de la série stationnarisée :

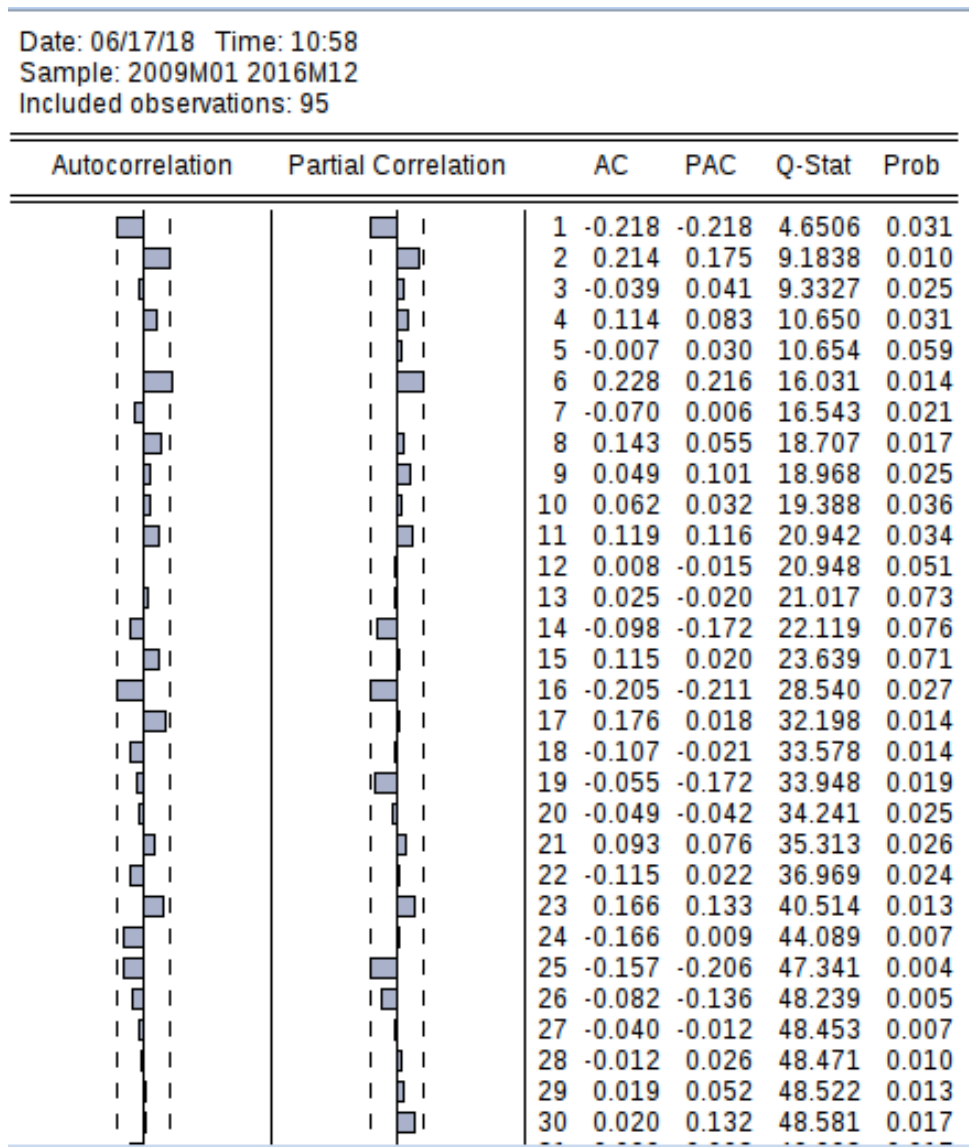


FIGURE 4.9: Correlogramme de la série d'encours différenciée

L'analyse de notre corrélogramme montre que la série des DAVs peut être ajustée avec des modèles ARMA(p,q) avec $p \in \{0, 1\}$ et $q \in \{0, 1, 2\}$

Nous avons ainsi cinq modèles éventuels. Pour trancher entre plusieurs modèles significatifs, il est nécessaire de passer soit par le critère d'Akaike (AIC) qui devra être minimisé, soit par le R^2 qui quant à lui devra être maximisé. Un autre critère de choix passe par la comparaison des correlogrammes respectifs des trois modèles en question.

Dans ce qui suit, nous présentons les estimations des différents modèles retenus.

AR(1)

Dependent Variable: DCCHSA				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/18 Time: 11:06				
Sample (adjusted): 2009M03 2016M12				
Included observations: 94 after adjustments				
Convergence achieved after 3 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.092819	0.102996	-0.901188	0.3698
R-squared	-0.100949	Mean dependent var	73873883	
Adjusted R-squared	-0.100949	S.D. dependent var	2.23E+08	
S.E. of regression	2.34E+08	Akaike info criterion	41.39323	
Sum squared resid	5.11E+18	Schwarz criterion	41.42029	
Log likelihood	-1944.482	Hannan-Quinn criter.	41.40416	
Durbin-Watson stat	1.950643			
Inverted AR Roots	-0.09			

FIGURE 4.10: estimation du modèle AR(1)

Le modèle AR(1) est à rejeter puisque la statistique $t_{student}$ correspondant est égale à -0,9 qui est $\leq 1,96$ en valeur absolue.

MA(1)

Dependent Variable: DCCHSA
Method: Least Squares
Date: 06/17/18 Time: 11:07
Sample (adjusted): 2009M02 2016M12
Included observations: 95 after adjustments
Convergence achieved after 22 iterations
MA Backcast: 2009M01

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	-0.058572	0.103041	-0.568433	0.5711
R-squared	-0.108737	Mean dependent var		74967318
Adjusted R-squared	-0.108737	S.D. dependent var		2.22E+08
S.E. of regression	2.34E+08	Akaike info criterion		41.39178
Sum squared resid	5.16E+18	Schwarz criterion		41.41866
Log likelihood	-1965.109	Hannan-Quinn criter.		41.40264
Durbin-Watson stat	2.026704			
Inverted MA Roots	.06			

FIGURE 4.11: estimation du modèle MA(1)

Le modèle MA(1) est à rejeter aussi puisque la statistique $t_{student}$ correspondant est égale à -0,56 qui est $\leq 1,96$ en valeur absolue.

MA(2)

Dependent Variable: DCCHSA
Method: Least Squares
Date: 06/17/18 Time: 11:07
Sample (adjusted): 2009M02 2016M12
Included observations: 95 after adjustments
Convergence achieved after 7 iterations
MA Backcast: 2008M12 2009M01

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	-0.097034	0.100130	-0.969083	0.3350
MA(2)	0.260525	0.100308	2.597241	0.0109
R-squared	-0.023708	Mean dependent var		74967318
Adjusted R-squared	-0.034715	S.D. dependent var		2.22E+08
S.E. of regression	2.26E+08	Akaike info criterion		41.33304
Sum squared resid	4.76E+18	Schwarz criterion		41.38680
Log likelihood	-1961.319	Hannan-Quinn criter.		41.35476
Durbin-Watson stat	1.977354			
Inverted MA Roots	.05+.51i	.05-.51i		

FIGURE 4.12: estimation du modèle MA(2)

La statistique $t_{student}$ correspondant au deuxième retard est égale à 2,597 qui est $\geq 1,96$ en valeur absolue, alors que la $t_{student}$ correspondant au premier retard est égale à -0,9 et donc $\leq 1,96$ en valeur absolue. Le modèle MA(2) est alors à rejeter.

ARMA(1,1)

Dependent Variable: DCCHSA
 Method: Least Squares
 Date: 06/17/18 Time: 11:06
 Sample (adjusted): 2009M03 2016M12
 Included observations: 94 after adjustments
 Convergence achieved after 57 iterations
 MA Backcast: 2009M02

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.859856	0.183035	-4.697780	0.0000
MA(1)	0.741517	0.230263	3.220300	0.0018
R-squared	-0.058902	Mean dependent var		73873883
Adjusted R-squared	-0.070412	S.D. dependent var		2.23E+08
S.E. of regression	2.31E+08	Akaike info criterion		41.37557
Sum squared resid	4.91E+18	Schwarz criterion		41.42968
Log likelihood	-1942.652	Hannan-Quinn criter.		41.39743
Durbin-Watson stat	1.847463			
Inverted AR Roots	-.86			
Inverted MA Roots	-.74			

FIGURE 4.13: estimation du modèle ARMA(1,1)

Les statistiques $t_{student}$ correspondant à AR(1) et MA(1) sont respectivement -4,69 et 3,22 , et sont ainsi $\geq 1,96$. Le modèle ARMA(1,1) est alors le premier modèle retenu.

ARMA(1,2)

Dependent Variable: DCCHSA
Method: Least Squares
Date: 06/17/18 Time: 11:07
Sample (adjusted): 2009M03 2016M12
Included observations: 94 after adjustments
Convergence achieved after 14 iterations
MA Backcast: 2009M01 2009M02

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.961514	0.021366	45.00230	0.0000
MA(1)	-1.190358	0.103966	-11.44949	0.0000
MA(2)	0.250019	0.102483	2.439625	0.0166

R-squared	0.109932	Mean dependent var	73873883
Adjusted R-squared	0.090371	S.D. dependent var	2.23E+08
S.E. of regression	2.13E+08	Akaike info criterion	41.22316
Sum squared resid	4.13E+18	Schwarz criterion	41.30433
Log likelihood	-1934.488	Hannan-Quinn criter.	41.25594
Durbin-Watson stat	2.055721		

Inverted AR Roots	.96	
Inverted MA Roots	.92	.27

FIGURE 4.14: Évolution des bénéficiaires par nature de régime

Les statistiques $t_{student}$ correspondant à AR(1) et MA(1) et MA(2) sont respectivement 45 , -11,44 et 2,43 , et sont ainsi $\geq 1,96$. Le modèle ARMA(1,2) est alors le deuxième modèle retenu.

Dans notre cas d'étude, parmi les cinq modèles, nous choisissons ARMA (1,1) et ARMA (1,2).

4.2.3.2 Validation du modèle

Dans cette étape, il est question de vérifier si les résidus relatifs au modèles estimés se comportent comme des bruits blanc,

La vérification des trois caractéristiques de bruit blanc

Test d'autorrélation des résidus

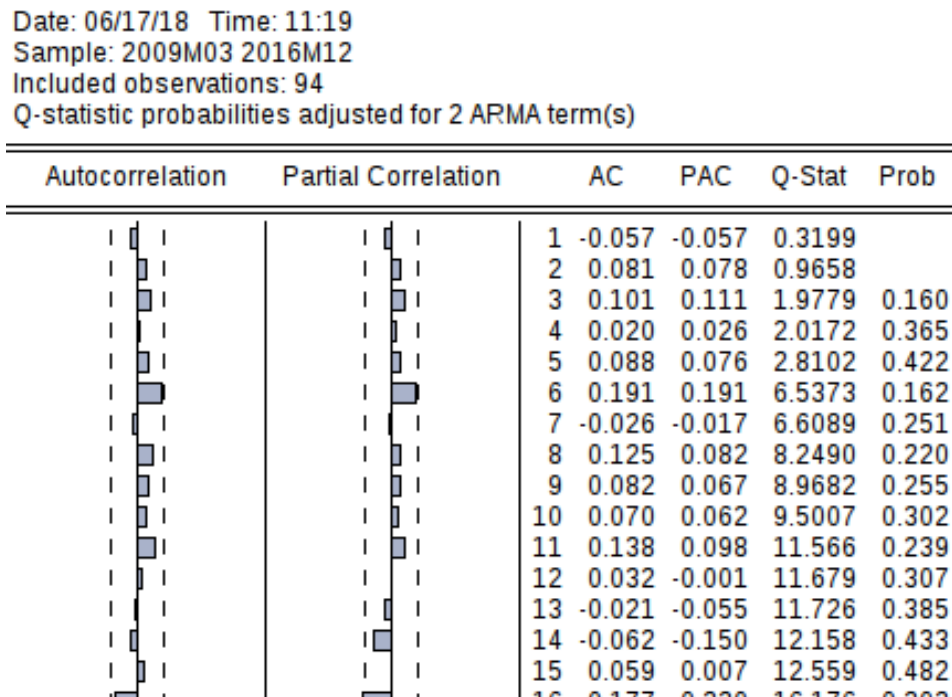


FIGURE 4.15: CORRÉLOGRAMME DES RÉSIDUS DU MODÈLE ARMA(1,1)

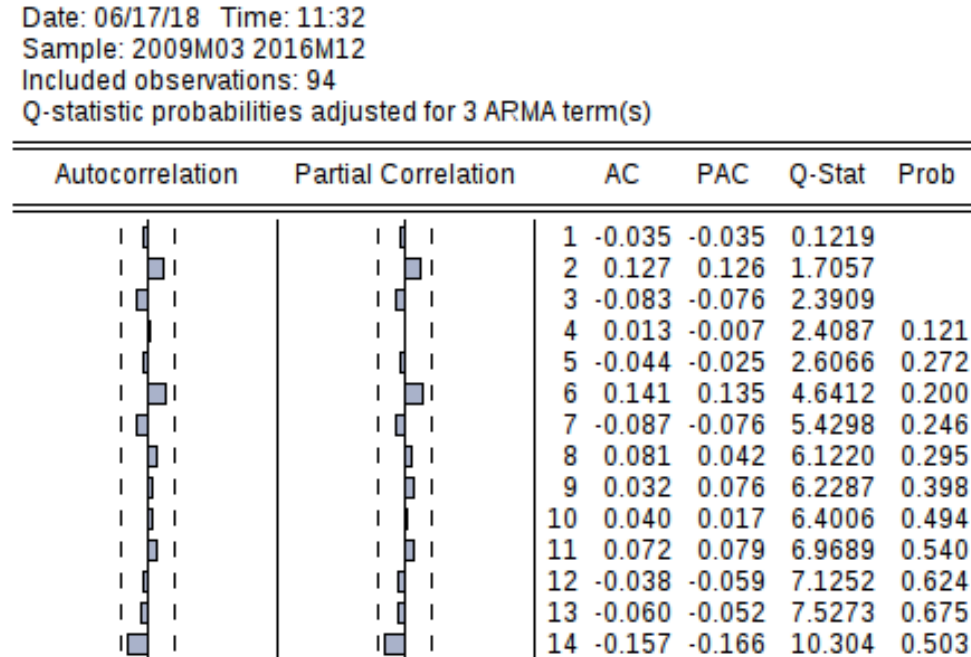


FIGURE 4.16: CORRÉLOGRAMME DES RÉSIDUS DU MODÈLE ARMA(1,2)

Toutes les valeurs des probabilités sont strictement supérieurs à 5% , on peut conclure qu'il n'y a pas d'auto-corrélation des résidus dans les deux

modèles retenus.

Test d'homosédasticité des résidus

Heteroskedasticity Test: ARCH				
F-statistic	6.699509	Prob. F(1,91)		0.0112
Obs*R-squared	6.377252	Prob. Chi-Square(1)		0.0116
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/18 Time: 11:24				
Sample (adjusted): 2009M04 2016M12				
Included observations: 93 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.87E+16	9.13E+15	4.236392	0.0001
RESID^2(-1)	0.261891	0.101181	2.588341	0.0112
R-squared	0.068573	Mean dependent var		5.24E+16
Adjusted R-squared	0.058337	S.D. dependent var		7.39E+16
S.E. of regression	7.17E+16	Akaike info criterion		80.48130
Sum squared resid	4.68E+35	Schwarz criterion		80.53577
Log likelihood	-3740.381	Hannan-Quinn criter.		80.50329
F-statistic	6.699509	Durbin-Watson stat		1.979737
Prob(F-statistic)	0.011226			

FIGURE 4.17: Résultats du test d'ARCH pour le modèle ARMA(1,1)

Pour le modèle ARMA (1, 1) et d'après la figure ci-haut, on a $P(F(1,91)) = 0.0112 \leq 0.5$ ce qui signifie suivant ce test de "non homoscédasticité" (ARCH) qu'il n'y a pas d'hétéroscedasticité des erreurs.

Heteroskedasticity Test: ARCH				
F-statistic	8.308065	Prob. F(1,91)	0.0049	
Obs*R-squared	7.780335	Prob. Chi-Square(1)	0.0053	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/18 Time: 11:25				
Sample (adjusted): 2009M04 2016M12				
Included observations: 93 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.15E+16	7.82E+15	4.030893	0.0001
RESID^2(-1)	0.289003	0.100266	2.882371	0.0049
R-squared	0.083660	Mean dependent var	4.43E+16	
Adjusted R-squared	0.073590	S.D. dependent var	6.46E+16	
S.E. of regression	6.22E+16	Akaike info criterion	80.19683	
Sum squared resid	3.52E+35	Schwarz criterion	80.25129	
Log likelihood	-3727.153	Hannan-Quinn criter.	80.21882	
F-statistic	8.308065	Durbin-Watson stat	1.883870	

FIGURE 4.18: Résultats du test d'ARCH pour le modèle ARMA(1,2)

Pour le modèle ARMA (1,2) et d'après la figure ci-haut, on a $P(F(1,91)) = 0.0049 \leq 0.5$ ce qui signifie suivant ce test de "non homoscedasticité" (ARCH) qu'il n'y a pas d'hétéroscedasticité des erreurs.

Test de normalité des résidus

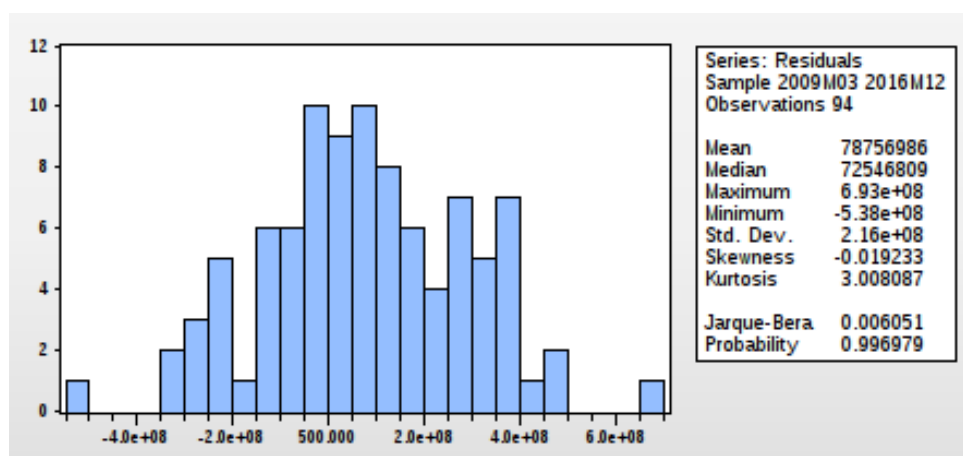


FIGURE 4.19: Histogramme des résidus du modèle ARMA(1,1)

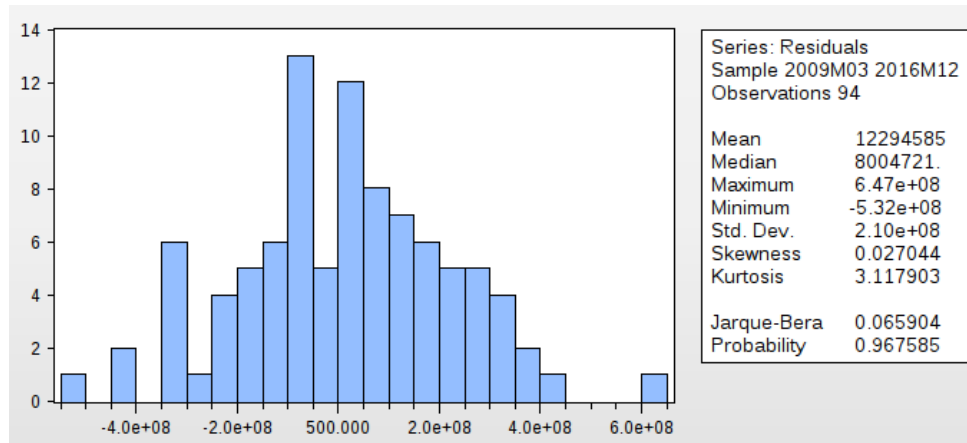


FIGURE 4.20: Histogramme des résidus du modèle ARMA(1,2)

Pour le modèle ARMA (1,1) on a la statistique $JB = 0.0060 \leq \chi_{5\%}^2 = 5,99$ Et pour le modèle ARMA(1,2) on a $JB = 0.065 \leq \chi_{5\%}^2 = 5,99$.

Ainsi on peut conclure que les processus des résidus de nos deux modèles retenues sont des bruits blanc Gaussiens.

Après avoir validé nos modèles, nous pouvons conclure que notre série de DAV peut être ajustée par un modèle ARMA(1,1) et un modèle ARMA(1,2), reste choisir le meilleur.

Critère de choix entre modèles validés

Dans cette section nous allons trancher entre quel modèle choisir.

Une approche intuitive consiste à comparer les AIC et/o R^2 des deux modèles.

ARMA(p,q)	R^2	AIC
ARMA(1,1)	-0.058	41.37
ARMA(1,2)	0.109	41.22

TABLE 4.1: Récapitulatif des R^2 des modèles

Le choix tombe sur le modèle ayant le plus grand R^2 et/ou le plus petit critère AIC. Le modèle que nous allons donc retenir pour la prévision est ARMA(1,2).

4.2.3.3 Estimation

Le modèle estimé selon la méthode Box and Jenkins s'écrit comme suit :

$$x_t = \epsilon_t - 1.190358\epsilon_{t-1} + 0.250019\epsilon_{t-2} - 0.961514x_{t-1}$$

Après avoir modélisé notre série temporelle, nous pouvons passer à l'étape suivante et finale.

L'étape qui va suivre, la dernière de la méthodologie de Box and Jenkins va s'intéresser à la prévision sur un horizon restreint sur la base du modèle estimé ci-haut.

4.2.3.4 Prévision

Le graphique suivant représente les données (encours des DAV) estimées et les prévisions à partir de janvier 2017 jusqu'à décembre 2020 :

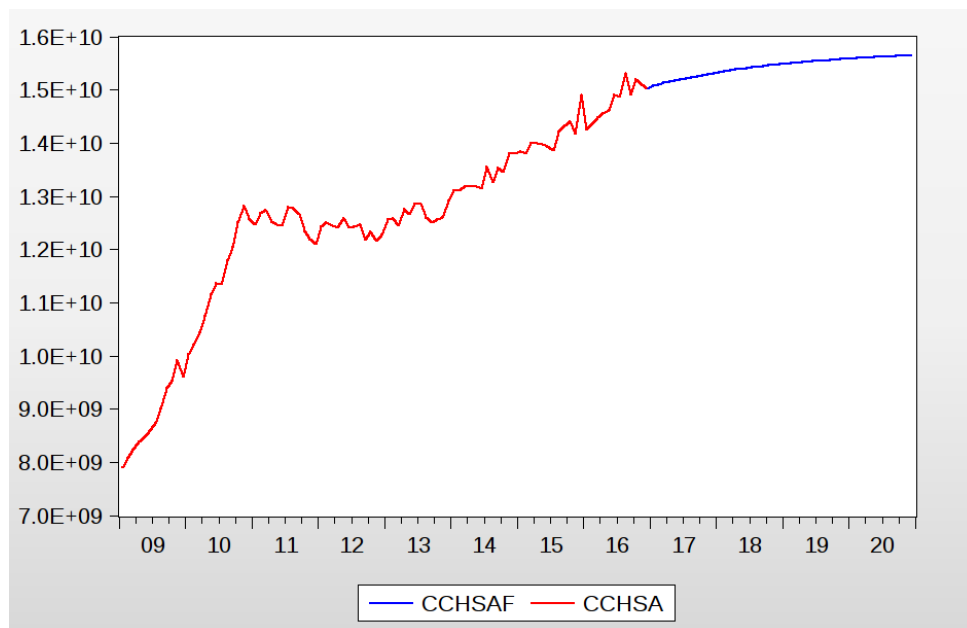


FIGURE 4.21: Données estimées et les prévisions à partir de janvier 2017 sur une durée de 4 ans

D'après le graphique, nous pouvons dire que les encours des comptes chèques connaissent une tendance légèrement haussière sur les mois, voir les années, qui suivent

4.3 Application de la méthode des modèles prédéfinis pour les comptes chèques du Crédit Agricole du Maroc

4.3.1 Estimation des modèles

4.3.1.1 Modèle de Selvaggio

Nous rappelons que l'équation du modèle de Selvaggio s'écrit comme suit :

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

Avec

R_k : taux d'intérêt (tmp) ,

D_k : l'encours du compte à l'instant k ;

t_k : la variable temps.

L'estimation des paramètres de ce modèle sous Eviews donne les résultats suivant :

Dependent Variable: LOG(CCHSA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/17/18 Time: 12:21
 Sample (adjusted): 2009M02 2016M12
 Included observations: 95 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.263502	0.631344	2.001291	0.0483
LOG(CCHSA(-1))	0.940692	0.025441	36.97478	0.0000
LOG(TMP)	-0.034854	0.029282	-1.190279	0.2370
T	-2.91E-05	0.000222	-0.130844	0.8962

R-squared	0.987921	Mean dependent var	23.24316
Adjusted R-squared	0.987523	S.D. dependent var	0.149826
S.E. of regression	0.016736	Akaike info criterion	-5.301347
Sum squared resid	0.025488	Schwarz criterion	-5.193815
Log likelihood	255.8140	Hannan-Quinn criter.	-5.257896
F-statistic	2480.939	Durbin-Watson stat	2.481496
Prob(F-statistic)	0.000000		

FIGURE 4.22: Estimation par le modèle de SELVAGGIO

Nous remarquons à travers cette sortie sur Eviews que la variable $\log(tmp)$ et la variable t qui incorpore le temps sont non significatives, ayant des P-values de 0,237 et 0,8962 respectivement, et donc supérieures à 5%.

Mais puisque nous nous intéressons à faire des prévisions, et que la probabilité du modèle et son R^2 ont des valeurs intéressantes, nous laisserons ces deux variables dans notre modèle.

Notre modèle estimé s'écrira donc comme suit :

$$\log(D_k) = 1,263502 + 0,940692\log(D_{k-1}) - 0,034854\log(R_k) - 2,91 \cdot 10^{-5}t_k$$

4.3.1.2 Modèle de Jarrow et Van Deventer

Nous rappelons que l'équation du modèle JVD est la suivante :

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

L'estimation des paramètres de ce modèle sous Eviews donne les résultats suivant :

Dependent Variable: LOG(CCHSA)-LOG(CCHSA(-1))
Method: Least Squares
Date: 06/17/18 Time: 12:21
Sample (adjusted): 2009M02 2016M12
Included observations: 95 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.101595	0.038606	2.631565	0.0100
TMP	-2.429472	1.076517	-2.256789	0.0264
T	-0.000471	0.000146	-3.221539	0.0018
TMP-TMP(-1)	-1.251676	2.876620	-0.435121	0.6645

R-squared	0.124593	Mean dependent var	0.006766
Adjusted R-squared	0.095733	S.D. dependent var	0.018059
S.E. of regression	0.017173	Akaike info criterion	-5.249739
Sum squared resid	0.026838	Schwarz criterion	-5.142208
Log likelihood	253.3626	Hannan-Quinn criter.	-5.206289
F-statistic	4.317218	Durbin-Watson stat	2.497618
Prob(F-statistic)	0.006809		

FIGURE 4.23: Estimation par le modèle de JVD

4.3.1.3 Modèle d'OTS

Nous rappelons que l'équation du modèle OST est définie comme suit

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

L'estimation des paramètres de ce modèle sous Eviews donne les résultats suivant :

Dependent Variable: CCHSA				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/18 Time: 12:23				
Sample (adjusted): 2009M02 2016M12				
Included observations: 95 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CCHSA(-1)	1.005234	0.001834	548.2441	0.0000
R-squared	0.982871	Mean dependent var		1.26E+10
Adjusted R-squared	0.982871	S.D. dependent var		1.72E+09
S.E. of regression	2.25E+08	Akaike info criterion		41.31409
Sum squared resid	4.77E+18	Schwarz criterion		41.34097
Log likelihood	-1961.419	Hannan-Quinn criter.		41.32495
Durbin-Watson stat	2.379302			

FIGURE 4.24: Estimation par le modèle OST

Ce modèle comporte une seule variable explicative dont la statistique $t_{student}$ est largement supérieur à 1,96 (548,2441).

L'équation estimée s'écrit donc :

$$D_k = 1,005234D_{k-1}$$

4.3.1.4 Modèle de Dupré

Nous rappelons que le modèle de Dupré défini par :

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

L'estimation des paramètres de ce modèle sous Eviews donne les résultats suivant :

Dependent Variable: LOG(CCHSA(1))-LOG(CCHSA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/17/18 Time: 12:24
 Sample (adjusted): 2009M01 2016M11
 Included observations: 95 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.013884	0.014952	-0.928529	0.3555
TMP	0.690228	0.495985	1.391631	0.1674
R-squared	0.020399	Mean dependent var		0.006766
Adjusted R-squared	0.009866	S.D. dependent var		0.018059
S.E. of regression	0.017970	Akaike info criterion		-5.179388
Sum squared resid	0.030032	Schwarz criterion		-5.125623
Log likelihood	248.0210	Hannan-Quinn criter.		-5.157663
F-statistic	1.936636	Durbin-Watson stat		2.236307
Prob(F-statistic)	0.167354			

FIGURE 4.25: Estimation par le modèle de DUPRE

On remarque que les probabilités des variables explicatives (0,355 et 0,1674) sont inférieurs à 5%

Cette remarque conduit au rejet de ce modèle pour parce qu'il est non significatif.

4.3.2 Comparaison des différents modèles

Après avoir estimés nos modèles, il est temps de choisir le meilleur d'entre eux. Notre choix se basera sur l'indicateur R^2 et le critère AIC.

Le tableaux suivant est un tableau comparatif des modèles estimés en haut,

Modèle	R^2	AIC
SELVAGGIO	0.987	-5.30
JVD	0.124	-5.24
OST	0.982	41.31
DUPRE	0.02	-5.17

TABLE 4.2: Tableau comparatif des modèles estimés

Notre choix se tourne tout naturellement vers le modèle de SELVAGGIO puisqu'il maximise la valeur de R^2 avec 98.7% et minimise celle de AIC avec -5.30 .

Le modèle de SELVAGGIO est le meilleurs modèle d'estimation des encours des DAV (comptes chèques)

4.3.3 Prévision

Dans le modèle de Selvaggio nous avons la composante taux d'intérêt, nous devons donc faire la prévision des taux d'intérêts pour pouvoir effectuer la prévision des encours des comptes chèque avec notre modèle.

4.3.3.1 Prévision des tmp

Nous commencerons cette partie par la modélisation des TMP avec le modèle de Vasicek.

Modèle de Vasicek

Dans ce modèle, le taux suit l'EDS suivante :

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

Ou :

b : MOyenne a long term du taux (court)

a : Représente la vitesse d'ajustement du taux vers b.

L'estimation des paramètres s'effectue à travers la méthode des MCO.

$$r_t = r_{t-1}e^{-a} + b(1 - e^{-a}) + \epsilon_t$$

ou ϵ_t est le résidu de la régression.

Nos TMP mensuels entre 1/31/2009 et 12/31/2016 se présentent comme suit :

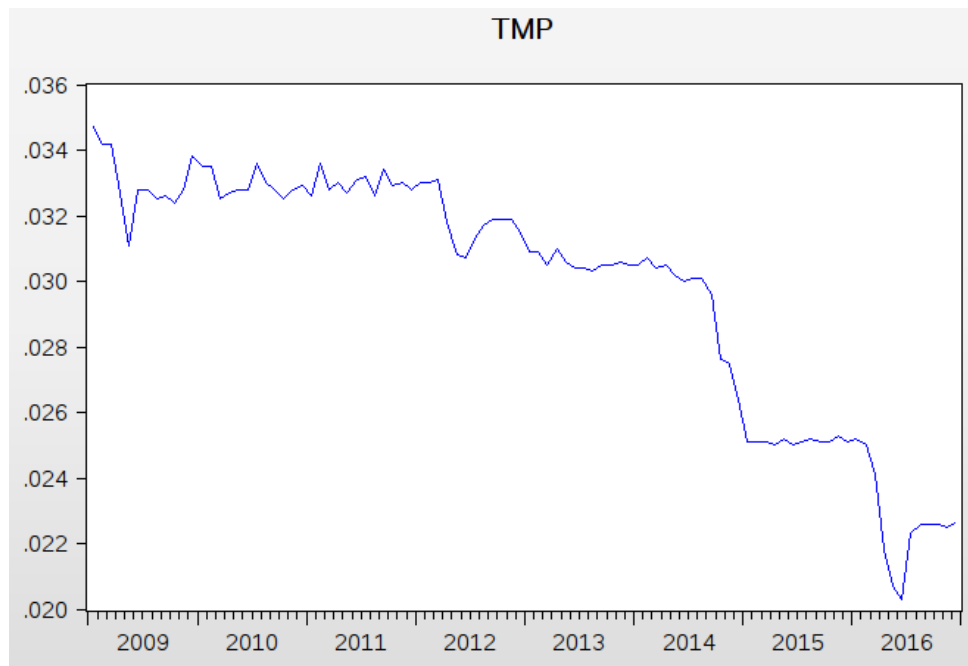


FIGURE 4.26: Evolution des tmp mensuels

Après avoir modélisé les tmp suivant l'approche par séries chronologique, nous élaborons les prévisions suivantes :

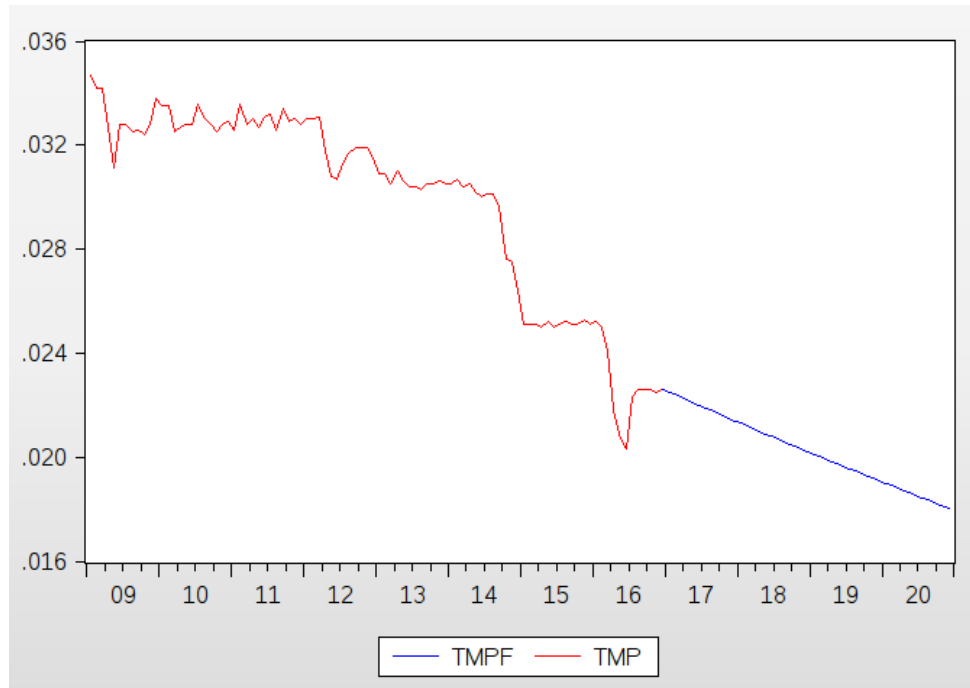


FIGURE 4.27: Valeurs observées et prévues des tmp

4.3.3.2 Prédiction des encours

Après avoir ressorti les prévision des taux d'interêt, nous pouvons maintenant présenter nos prévisions des encours de nos DAV sur la période entre 01/31/2017 et 12/31/2020.

D'après le graphique ci après, nous remarquons que les prévision selon ce modèle projette une hausse de *3 Milliards* de dirhams du niveau d'encours sur les 4 années à venir à partir de 2017. La valeur des encours des comptes chèque passera alors de *15 Milliards* de dirham en 2017 à environ *18 Milliards* en 2020.

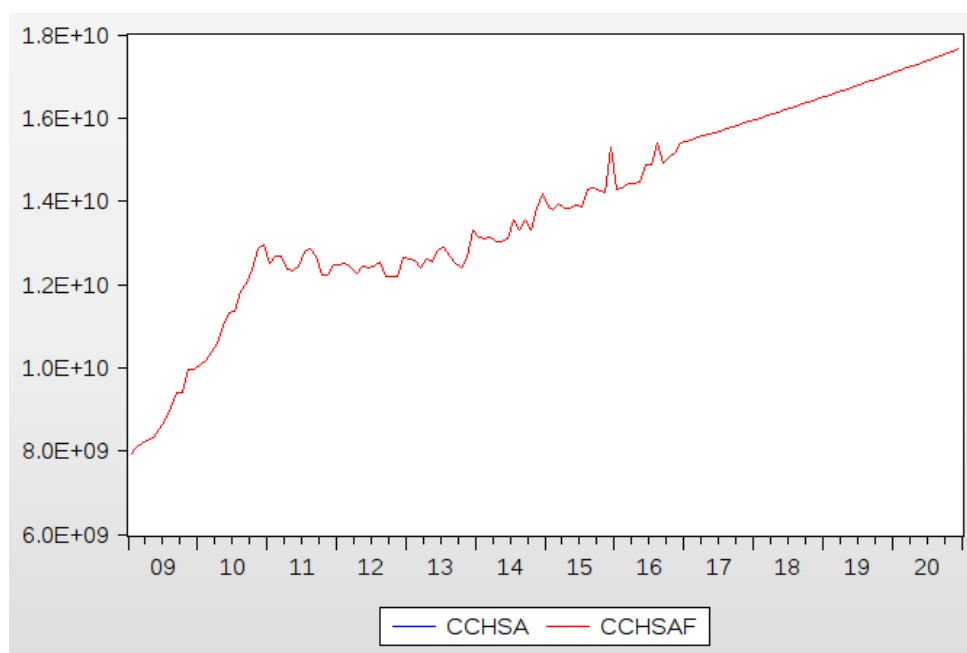


FIGURE 4.28: Valeurs estimées et prévues des encours par le modèle de SEL-VAGGIO

Chapitre 5

Élaboration des conventions d'écoulement

Les conventions d'écoulement permettent d'évaluer l'écoulement des actifs et passifs au cours du temps, mais elles sont aussi complémentaires à la mesure des impasses.

5.1 Les fonctions d'écoulement

On s'intéresse maintenant à l'écoulement des encours existants dans le bilan (l'écoulement du stock), et de ceux entrants dans le bilan (l'écoulement de la production) sans tenir compte d'éventuelles productions nouvelles futures.

5.1.1 Ecoulement de la production

S'agissant de la production, la fonction d'écoulement correspondante donne la probabilité que la production nouvelle entrante dans le bilan à la date t soit encore présente à une date T ultérieure. On suppose ainsi que les montants de production nouvelle ne s'écoulent pas de la même façon que les montants déjà en stock.

Si on note $PN(t)$ la production nouvelle apparue à la date t , $PN(t,T)$ le montant de cette production encore présent à la date T , alors la fonction d'écoulement de la production nouvelle est définie par la relation suivante :

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

Pour définir correctement la convention en liquidité du produit, cette relation doit satisfaire les propriétés suivantes :

$-S(t; t) = 1$: Un dirham entrant dans le bilan à la date t se trouve toujours dans le bilan à la date t .

$-S(t; +\infty) = 0$: La production disparaît tôt ou tard du bilan. Cette propriété suppose de définir une date arbitraire de sortie du bilan pour certains produits tels que les dépôts à vue.

L'écoulement paraît dans ce cas, assez simple, mais seulement pour les produits échancés où la convention d'écoulement théorique correspond à l'écoulement tel qu'il est impliqué par les termes du contrat, rien qu'en réalité le client dispose de diverses options (par exemple l'option de remboursement anticipé) qui viendront modifier la convention d'écoulement.

Ainsi, l'établissement pourra choisir d'intégrer ces facteurs non contractuels, mais bien réels, dans l'écoulement conventionnel du produit.

Parallèlement aux produits ayant une échéance déterminée, il existe d'autres, pour lesquels aucune date fin contractuelle n'est spécifiée et qui font principalement partie du passif de l'établissement, tel que les dépôts à vue, il n'existe donc pas d'écoulement contractuel pour ces produits et la définition d'un écoulement effectif reste elle-même assez problématique.

Dans un cadre global, on peut supposer que les fonctions d'écoulement de la production dépendent :

- de la date d'entrée dans le bilan de la production t ;
- du temps écoulé entre la date d'entrée dans le bilan t et la date considérée T ;
- d'autres variables telles que les taux de marché entre ces deux dates.

Cependant, la fonction d'écoulement peut dépendre de l'évolution des taux d'intérêt puisqu'un client peut tirer un avantage financier à exercer les diverses options dont il dispose selon l'évolution des taux d'intérêt.

$$S(t, T) = S(t, T, r_t)$$

La pratique la plus courante fait 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 . Cela signifie qu'on considère alors que les productions nouvelles passées et futures, s'écoulent de la même façon et que leur date d'entrée dans le bilan importe peu.

5.1.2 Ecoulement de stock

L'écoulement en stock est lié à la situation où l'encours d'un poste du bilan marque la possibilité d'être envisagé comme l'accumulation des différentes strates de production nouvelle apparues dans le passé et non encore écoulées. En effet, le stock de crédits, par exemple, 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. Ainsi, le stock de la date d'aujourd'hui est constitué de la somme des productions nouvelles passées, auxquelles on aurait appliqué pour coefficient d'amortissement, la fonction d'écoulement de la production nouvelle. Et donc :

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

Avec B_t l'encours de la date t . La notion d'écoulement du stock cherche à traduire, dans ce contexte, le phénomène de disparition de l'encours $B(t)$ du bilan, sous l'hypothèse que les productions nouvelles futures soient nulles. Il en ressort de cette analogie que 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. Ainsi :

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

ou $B_T = \int_{-\infty}^t PN(s)S(s, T)ds$ la projection de l'encours actuel sous l'hypothèse de production nouvelle future nulle. La fonction d'écoulement du stock serait donc par définition comme étant le pourcentage de l'encours encore présent dans le bilan aux dates futures. Donc :

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

Soit :

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

Il est important de voir que la notion d'écoulement du stock est certes très utile mais n'est pas le concept adéquat pour une discussion saine. En effet, la fonction d'écoulement d'une strate de production, S , reflète le comportement des clients alors que la fonction d'écoulement du stock S_{stock} , combine le comportement des clients et les productions nouvelles passées.

5.2 Modélisation des conventions d'écoulement :

Comme dit auparavant, les dépôts à vue relèvent de ce qu'on appelle les produits non échancés que nous avons caractérisés comme les produits fongibles : tous les dirhams présents sur un dépôt à vue aujourd'hui ont la même probabilité de sortie, indépendamment de leur date d'entrée. Ainsi, le taux de sortie ne dépend pas de la date d'entrée. En effet, dans le cas particulier d'une fonction d'écoulement sur la production égale à :

$$S(t, T) = exp - \int \lambda(u)du$$

IL est facile de voir que l'écoulement du stock vaut :

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

Il y a alors une identité entre écoulement du stock et écoulement de la production. En outre, cette propriété est vraie quelque soit le profil de la production. On voit que cela correspond au cas où le taux d'écoulement ne dépend pas de la génération. En revanche, dès que la vitesse d'écoulement $\lambda(\cdot)$ dépend aussi de la date de génération de la production nouvelle :

$$S(t, T) = \exp - \int \lambda(t, u) du$$

Alors on ne peut plus considérer que les fonctions d'écoulement sur le stock et sur la production sont identiques. La réciproque est vraie, à savoir : l'écoulement du type :

$$S(t, T) = \exp - \int \lambda(u) du$$

OU $\lambda(\cdot)$ ne dépend pas de la date de génération, est la seule qui conduise à l'égalité entre fonction d'écoulement du stock et fonction d'écoulement de la production. D'où :

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

IMplique que

$$\lambda(t, T) = \dots = \lambda(T)$$

Ce qui implique que le taux d'écoulement dépend de la date courante mais pas de la date de génération. L'encours des DAV s'écrit donc :

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

Soit une dynamique :

$$D_t = (PN(t) - \lambda(t)D(t))$$

Qui s'interprète de la façon suivante : les variations d'encours sont égales aux flux créditeurs (i-e. la production nouvelle) moins les flux débiteurs, exprimés comme un pourcentage de l'encours disponible. Pour simplifier, on considère le taux de sortie constant, $\lambda(t) = \lambda$ et les flux créditeurs comme une constante

PN. En intégrant l'équation précédente, on obtient :

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

Qui s'interprète en disant que le client vise un niveau d'encaisse « normal » égal à $D^* = PN/\lambda$ et modifie son profil de dépenses dès qu'il s'écarte de cette cible

5.3 Écoulement des comptes du Crédit Agricole

5.3.1 Écoulement exponentiel du stock total

Le taux d'écoulement représente un taux de sortie du bilan à un instant donné. IL est défini par :

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

Pour spécifier le modèle d'écoulement, on définit la forme fonctionnelle suivante par la fonction d'écoulement

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

Le taux d'écoulement est considéré comme constant, la fonction d'écoulement devient donc :

$$S(t, T) = exp(-\lambda(T - t))$$

Où $\lambda > 0$ La vitesse d'écoulement peut être estimée sur la base de la série des encours des comptes chèques pour ainsi calculer le taux de croissance des encours ;

$$\lambda_h = \frac{D_{h+1} - D_h}{D_h}$$

Avec D_t la valeur de l'encours à t.

La vitesse d'écoulement peut être calculée comme suit :

$$\lambda = \sqrt[N]{\prod_{i=1}^N (1 + |\lambda_h|)} - 1$$

Toutefois, il ne faut pas oublier qu'une hypothèse implicite est faite ; *La banque arrête son activité de collecte de DAV*

Sur la base de notre historique ainsi que les prévisions que nous avons élaboré à travers le modèle ARMA(1,2), nous trouvons $\lambda = 0.0100926793$

écheancier	Encours	pourcentage d'écoulement
12/2016	15399329283.4432	0.00%
1 mois	15244690463.6996	1.00%
3mois	14940055841.9915	2.98%
6 mois	14494479886.329	5.88%
1ans	13642798547.147	11.41%
2ans	12086627201.2348	21.51%
5ans	8404465699.28862	45.42%
10ans	4586890921.70159	70.21%
15ans	2503379641.29823	83.74%
20ans	1366265240.53937	91.13%
25ans	745664251.922274	95.16%
30ans	406959908.000955	97.36%
35ans	222105815.443342	98.56%
40ans	121218312.378909	99.21%

TABLE 5.1: Écoulement exponentiel des comptes chèque du CAM

Nous remarquons à travers ce tableau que 45.2% des DAV s'écoulent dans les cinq années à venir, et au bout de 20 ans, les DAV deviennent très stables.

5.3.2 Écoulement de la partie volatile des comptes chèques

Nous allons présenter dans cette section l'écoulement des encours de décembre 2016. La fonction d'écoulement est donnée par le modèle de SELVAGGIO, le modèle que nous avons utilisé et fini par choisir pour la modélisation de nos encours.

Le modèle :

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

Rappelons que nous avons estimé le modèle comme suit :

$$\log(D_k) = 1,263502 + 0,940692\log(D_{k-1}) - 0,034854\log(R_k) - 2,91.10^{-5}t_k$$

et donc

$$\lambda\log(D^*) = 1,263502 \quad \text{et} \quad 1 - \lambda = 0,940692$$

ce qui implique

$$D^* = 1\,940\,651\,884.6616 \quad \text{et} \quad \lambda = 0,05908$$

écheancier	Encours	pourcentage d'écoulement
12/2016	15399329283.4432	0.00%
1 mois	15364120067.6267	0.23%
3mois	15295379422.5451	0.68%
6 mois	15196330378.7449	1.32%
1ans	15012021420.5748	2.52%
2ans	14692748699.9724	4.59%
5ans	14033757762.2261	8.87%
10ans	13513950973.7829	12.24%
15ans	13316085762.6874	13.53%
20ans	13240768081.9024	14.02%
25ans	13212098297.0148	14.20%
30ans	13201185101.6412	14.27%
35ans	13197030977.9276	14.30%
40ans	13195449704.6857	14.31%

TABLE 5.2: Écoulement de la partie volatile des DAV(comptes chèques)

On remarque la partie stable de ces comptes représente presque 85% de l'ensemble des comptes chèque du CAM, et la partie volatile de ces comptes s'écoule sur 10 ans.

Les comptes chèques du CAM pourraient globalement, être considérés comme des ressources stables pour la banque.

Troisième partie

Gestion du risque de liquidité à court terme : OPTimisation du bilan sous contrainte LCR

Chapitre 6

Ratio de liquidité court terme (LCR)

6.1 Objectif du ratio LCR

Le ratio de liquidité à court terme LCR (Liquidity Coverage Ratio) est une norme introduite par Bâle III dans le but de garantir et renforcer la capacité de la banque à couvrir ses besoins et ses engagements en cas de crise de liquidité sur une période de trente jours , et ceci par la mobilisation des actifs liquides de haute qualité.

L'encours des actifs liquides devrait permettre à la banque de faire face à tout scénario de crise durant au moins trente jours. Entre temps, les responsables de l'établissement doivent décider des actions correctives appropriées et prendre les mesures nécessaires pour faire face aux situations de crises.

6.2 Définition du ratio LCR

Pour déterminer le ratio LCR, nous avons recours aux méthodes de ratio de couverture utilisées au sein des banques dans le but d'évaluer leur degré d'exposition à des événements déclenchant des appels de liquidité. Nous

calculons le total des sorties nettes de trésorerie sur une période de trente jours.

Le ratio LCR comporte deux éléments, la valeur de l'encours des actifs liquides de haute qualité au numérateur et le total des sorties nettes de trésorerie au dénominateur calculé à partir de certains paramètres :

$$LCR = \frac{\text{Encours des actifs de haute qualité (HQLA)}}{\text{Total des sorties nettes de trésorerie sur les 30 jours calendaires suivants}}$$

La norme exige que, hors situations de tensions financières, ce ratio ne soit pas inférieur à 100% (autrement dit, l'encours des actifs liquides de haute qualité devrait être au moins égal au total des sorties nettes de trésorerie).

Les banques devraient remplir cette condition en permanence et détenir un volant d'actifs liquides de haute qualité non grevés pour faire face à un éventuel épisode de fortes tensions sur la liquidité. En périodes de tensions financières, les banques auront la possibilité d'utiliser leur encours d'actifs liquides de haute qualité, et donc de passer sous le seuil des 100

6.3 Actifs (HQLA)

L'encours d'actifs liquides de haute qualité se compose d'actifs ayant les caractéristiques suivantes :

- Des risques de marché et de crédit faibles ;
- Une valorisation aisée et sûre ;
- Une faible corrélation avec les actifs à risque ;
- Une cotation reconnue et bien établie.

Nous distinguons entre deux catégories d'actifs éligibles, les actifs de niveau 1 et ceux de niveau 2 :

-Les actifs de niveau 1 : sont de la plus haute qualité et sont les plus liquides, et 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

Ces actifs de niveau 1 peuvent être :

- • L'encaisse ;
 - • Des réserves à la Banque Centrale (qui peuvent être retirées en cas de crise) ;
 - • Des titres négociables ;
 - • Des titres de dette émis en monnaie locale par l'entité souveraine ou la banque centrale pour les entités souveraines ayant une pondération autre que 0% aux termes de l'approche standard Bâle II ;
- Les actifs de niveau 2** : sont eux-mêmes divisés en deux niveaux : 2A et 2B. Les actifs de niveau 2 ne peuvent représenter, au total, plus de 40 % de l'encours d'une banque en HQLA, les actifs de niveau 2B, ne pouvant en représenter plus de 15 %.

Les actifs de niveau 2 peuvent être :

- • Des titres négociables ;
- • Des obligations d'entreprises et des obligations sécurisées.

6.4 Total des sorties nettes de la trésorerie

Rappelons que le dénominateur du LCR est le total des sorties nettes de trésorerie, ceci dit les sorties totales attendues moins les entrées totales attendues durant les 30 jours calendaires suivants, selon le scénario de tensions spécifié.

Le total des sorties attendues est calculé en multipliant les soldes de différents types ou catégories de passifs et d'engagements hors bilan par leurs taux attendus d'échéance ou de décaissement. Le total des entrées attendues est calculé en multipliant les soldes de différentes catégories de créances contractuelles par leurs taux attendus d'encaissement. Le total des entrées de trésorerie est soumis à un plafond global de 75 % des sorties de trésorerie attendues, ce qui permet d'assurer la disponibilité permanente d'un minimum d'actifs liquides de haute qualité.

$$\text{Sorties nettes de trsorerie} = \text{sorties de trsorerie} - \text{entres de trsorerie}$$

Après avoir défini le LCR, la question qui se pose est la suivante :

Comment optimiser la performance du bilan tout en gardant un niveau de LCR convenable sachant que n'importe quelle mesure de performance du bilan et le LCR progressent dans des sens opposés.

Dans ce qui suit nous allons essayer de faire un travail d'optimisation voulant la maximisation de la performance du bilan sous plusieurs contraintes dont une sur le niveau du LCR.

Nous avons opté pour une optimisation avec un modèle de programmation stochastique multipériodique (Multistage stochastic programming).

Chapitre 7

Un modèle de décision basé sur la programmation stochastique multipériodique

Avant de traiter ce problème d'optimisation du bilan sous contrainte du LCR, nous présentons les éléments théoriques de la prise de décision à travers un programme d'optimisation stochastique.

7.1 Les éléments théoriques du modèle de décision

Les variables aléatoires représentent l'incertitude dans le problème de décision, et leurs réalisations possibles (représentées par le support de la mesure \mathbb{P}) sont les observations possibles face auxquelles le décideur réagira.

La mesure de probabilité \mathbb{P} permet de quantifier les informations qu'on possède sur l'incertitude. Il n'y a pas de restriction sur la structure des variables aléatoires ; en particulier, les variables aléatoires peuvent être dépendantes. Lorsqu'on connaît la réalisation des variables aléatoires $(\xi_1, \dots, \xi_{t-1})$ une incertitude résiduelle représentée par les variables aléatoires (ξ_1, \dots, ξ_T) , entre en jeu, des variables dont la distribution devient conditionnée par la réalisation de $(\xi_1, \dots, \xi_{t-1})$.

Période	Décisions antérieures	Réalisation de la VA	Incertitude résiduelle	Décision
1	aucune	aucune	$P(\xi_1, \dots, \xi_T)$	u_1
2	u_1	ξ_1	$P(\xi_2, \dots, \xi_T \xi_1)$	u_2
3	u_1, u_2	ξ_1, ξ_2	$P(\xi_3, \dots, \xi_T \xi_1, \xi_2)$	u_3
.				.
.				.
.				.
T	u_1, \dots, u_{T-1}	ξ_1, \dots, ξ_{T-1}	$P(\xi_T \xi_1, \dots, \xi_{T-1})$	u_T

TABLE 7.1: Tableau schématisant la relation entre décisions inter-périodiques et les réalisations de la variable aléatoire

Par exemple, l'évolution du prix des ressources sur un horizon de temps T peut être représentée, dans un modèle à temps discret, par un processus aléatoire (ξ_1, \dots, ξ_T) , dont la dynamique devra être déduite des données historiques.

Le processus de décision du problème est défini comme une suite de décisions (u_1, \dots, u_{t-1}) . Nous supposons que u_t appartient à \mathbb{R}^m (m, correspondant à un nombre de décisions scalaires, pourrait varier avec l'indice t). Par exemple, une décision u_t pourrait représenter des quantités de ressources achetées à l'instant t.

Quand la variable ξ_{t-1} se réalise, la décision u_t est prise de manière à être adaptée à cette réalisation. Nous identifions les étapes de décision : voir le tableau ci-dessus.

Sur le tableau en haut, les lignes sont lues comme suit : à l'étape de décision $t \geq 2$, les décisions (u_1, \dots, u_{t-1}) sont déjà prises et implémentées (aucune modification possible), la réalisation des variables aléatoires (ξ_1, \dots, ξ_T) est encore inconnue mais une probabilité $P(\xi_1, \dots, \xi_T | \xi_1, \dots, \xi_{t-1})$ conditionnée par la valeur réalisée de ξ_1, \dots, ξ_{t-1} est disponible, et la décision à prendre concerne la valeur de u_t .

L'adaptation d'une décision u_t à des observations antérieures ξ_1, \dots, ξ_{t-1} sera toujours faite de façon déterministe, en ce sens que u_t est uniquement déterminée par la valeur de ξ_1, \dots, ξ_{t-1} .

Soit $\mathcal{U}_1, \dots, \mathcal{U}_T$ une suite d'ensembles de faisabilité de u_1, \dots, u_T . Quand $u_t \in \mathcal{U}_t$, on dit que u_t est faisable.

Les ensembles de faisabilité $\mathcal{U}_2, \dots, \mathcal{U}_T$ peuvent dépendre, de façon déterministe, des observations disponibles et des décisions prises antérieurement. Un rôle important des ensembles de faisabilité est de modéliser la façon dont les décisions sont affectées par les décisions antérieures et les événements antérieurs. En particulier, une situation sans décision de recours possible (\mathcal{U}_t vide à l'étape t , signifiant qu'il n'existe aucune décision possible $u_t \in \mathcal{U}_t$) est interprétée comme une situation catastrophique à éviter.

Nous supposons que les ensembles de faisabilité sont tels qu'une suite possible de décisions $u_1 \in \mathcal{U}_1, \dots, u_T \in \mathcal{U}_T$ existe pour toutes les réalisations conjointes possibles de ξ_1, \dots, ξ_T . En particulier, l'ensemble fixe \mathcal{U}_1 doit être non vide. Un ensemble de faisabilité \mathcal{U}_t paramétré uniquement par des variables dans un sous-ensemble de $\{\xi_1, \dots, \xi_{t-1}\}$ doit être non vide pour toute réalisation conjointe possible de ces variables.

Un ensemble de faisabilité \mathcal{U}_t paramétré aussi par des variables dans un sous-ensemble de $\{u_1, \dots, u_{t-1}\}$ doit être implicitement pris en compte dans la définition des ensembles de faisabilité antérieurs, afin d'empêcher immédiatement un décideur de prendre une décision à un stade plus précoce qui pourrait conduire à une situation à un stade t sans décision de recours possible (\mathcal{U}_t vide), que ce soit pour toutes les réalisations conjointes possibles du sous-ensemble de $\{\xi_1, \dots, \xi_{t-1}\}$ sur lequel \mathcal{U}_t dépend, ou pour une possible réalisation conjointe seulement. Ces exigences implicites affecteront en particulier la définition de \mathcal{U}_1 .

Le problème consiste à optimiser une mesure de la performance, résumant les objectifs du décideur. On suppose que le décideur connaît cette mesure de performance.

La mesure de performance peut être représentée par l'espérance d'une fonction f qui donne une valeur scalaire à chaque réalisation de ξ_1, \dots, ξ_T et u_1, \dots, u_T , supposant l'intégrabilité de f par rapport à la distribution conjointe de ξ_1, \dots, ξ_T .

Notre problème est ensuite formalisé en tant que problème de programmation mathématique. La formulation repose sur une représentation particulière du processus aléatoire ξ_1, \dots, ξ_T en relation avec les étapes de décision, nous appelons cette formulation l'arbre de scénarios.

7.2 La notion d'arbre de décision

Nous appellerons scénario un résultat du processus aléatoire ξ_1, \dots, ξ_T .

Un arbre de scénarios est une représentation du processus de branchement induit par l'observation progressive de ξ_1, \dots, ξ_T , sous l'hypothèse que les variables aléatoires sont discrètes. Il est construit comme suit :

Un nœud racine est associé à la première étape de décision et à l'absence d'observations à t_0 . Au nœud racine sont connectés les nœuds enfants associés à l'étape 2, chaque résultat possible de la variable aléatoire est représenté par un nœud enfant ξ_1 . Ensuite, à chaque nœud de l'étape 2 sont connectés les nœuds enfants associés à l'étape 3, un pour chaque résultat de ξ_2 étant donné l'observation de ξ_1 par rapport au nœud parent. La construction du processus de branchement se poursuit jusqu'à ce que la dernière étape soit atteinte ; À ce stade, Le chemin unique défini par les résultats associés aux nœuds partant de la racine définit un scénario particulier.

La distribution de probabilité des variables aléatoires est également prise en compte. Les masses de probabilité sont associées aux nœuds de l'arbre de scénarios. Le nœud racine a une probabilité égale à 1, alors que les nœuds enfants sont pondérés suivant la valeur à laquelle ils sont associés, conditionnée par la valeur associée à leur nœud ancêtre. La multiplication des probabilités des nœuds du chemin de la racine à une feuille donne la probabilité d'un scénario.

Normalement, une construction exacte de l'arbre des scénarios nécessiterait un nombre infini de nœuds . Un processus aléatoire impliquant des variables aléatoires continues ne peut pas être représenté comme un arbre de scénarios ; néanmoins, la construction de l'arbre des scénarios s'avère être déterminante dans la construction des approximations des distributions conditionnelles continues imbriquées.

Limitation Idéalement, un arbre de scénarios devrait couvrir la totalité des résultats possibles d'un processus aléatoire. Comme déjà mentionné, à moins que le support de la distribution des variables aléatoires soit fini, aucun arbre de scénarios avec un nombre fini de nœuds ne peut représenter exactement le processus aléatoire et la mesure de probabilité.

Chapitre 8

Optimisation du bilan

8.1 Approche stochastique

Pour des raisons évidentes, les modèles d'optimisation stochastique semblent être une approche naturelle afin de répondre aux exigences d'un grand nombre de problèmes de planification financière (Par exemple pour la gestion globale de la performance formulations de modèles ou pour les problèmes de revenu fixe).

D'une part, les modèles ont tendance à refléter l'incertitude des prix futurs, des rendements et les taux de change, les volatilités etc.

En générant des scénarios de leur futur possible résultats, Ces scénarios quantifient l'impact des variations du risque des facteurs sous-jacent sur le retour des stratégies d'investissement ou l'écart d'une certaine cible position comme un indice, un portefeuille de référence, un passif, etc.

D'autre part, un programme stochastique reflète non seulement la dynamique des données, mais il reflète aussi des décisions prises de manière plus appropriée.

Pour tout scénarios à l'étude, une décision doit être prise à chaque étape sur la base de données aléatoires et des actions antérieures. Ceci permet la correction d'une politique initiale, par exemple, si elle n'atteint pas l'objectif d'investissement pour certains scénarios.

En général, un modèle d'optimisation stochastique donne un programme à grande échelle puisqu'il doit inclure un grand nombre de scénarios pour refléter l'ensemble de l'univers.

8.1.1 La problématique

La banque détient des actifs et des passifs, tous les deux constituent son bilan social. Elle part ainsi d'un ensemble de dépôts de sa clientèle et lui accorde des crédits ce qui assure à la banque la fonction d'intermédiaire financier.

Au delà du travail consistant en l'optimisation du bilan et de sa rentabilité, il est question ici d'incorporer parmi les contraintes de notre problème, une contrainte sur le niveau du ratio LCR.

Nous commencerons alors par modéliser notre bilan à travers la modélisation des rubriques/comptes qui apparaissent dans la formule de calcul du ratio LCR.

-Le passif (Sorties de trésorerie) à modéliser est présenté dans le tableau suivant :

Passif
Comptes chèques
Comptes d'épargne
Comptes courant
Dépôts à terme
Emprunts de trésorerie
Certificats de dépôts
Dettes subordonnées
Autres dépôts
dettes en instance
Engagement de financement

TABLE 8.1: Le passif de la banque

-L'actif (HQLA, et entrées de trésorerie) est présenté dans le tableaux suivant.

Actif
Valeur en caisse en cours
Excédent des avoirs auprès de BC
BDT disponible
OPCVM
Actions
Crédits clientèle
Prêt de trésorerie

TABLE 8.2: L'actif de la banque

L'ALM se trouve au centre des préoccupations d'équilibrage de l'activité de la banque, aussi bien par la maîtrise des taux que par la surveillance des performances et de la rentabilité de ses fonds.

Dans la mesure où cette rentabilité est la principale occupation des gestionnaires, cette partie de notre travail se consacrera à l'élaboration d'un modèle stochastique de la répartition d'actifs.

Ce modèle aidera le gestionnaire dans la prise de décision d'allocation compte tenu de la limite réglementaire du ratio LCR et de l'incertitude du marché. La partie suivante enchaînera sur la méthodologie adoptée pour la mise en oeuvre de ce modèle.

8.2 Méthodologie

Initialement l'idée était de modéliser les taux de rendement des différents comptes du bilan à travers un historique des taux de rendement, leur attribuer un modèle stochastique. Or par manque de donnée, je me suis tourné vers la programmation dynamique stochastique.

8.2.1 Demarche methodologie adoptée

La première étape du travail consiste en l'extraction des contraintes qui incorporent de l'incertitude. Il faut donc commencer par préciser les contraintes qui génèrent les problèmes d'incertitude.

L'étape suivante consiste à préciser et à traduire la fonction objectif, à maximiser, à savoir la rentabilité du bilan.

Après il sera question dans la programmation stochastique de procéder à la génération de scénarios économiques.

Ainsi deux points particuliers sont mis en évidence à travers cette méthodologie ;

-D'une part la génération de scénarios utilisés pour la modélisation des fluctuations des taux dans le temps,

-Et d'une autre part, le modèle proposé pour l'allocation mettant en valeur l'incertitude des rendements futurs.

1. Modélisation :

- Définir les variables et les paramètres du modèle
- Déterminer les contraintes et la fonction objectif
- Elaborer le modèle de gestion

2. Scénarios :

- Générer les scénarios économiques

3. Résolution :

- Résoudre le modèle via établi

4. Analyse :

- Analyse de la solution
- Analyse de sensibilité du modèle établi.

8.2.2 Présentation du modèle

Dans cette partie il s'agira de présenter le modèle dynamique stochastique que nous allons appliquer à la gestion d'actifs qui utilise des scénarios de variation de taux compte tenu des états futurs de l'actif. Cette modélisation a l'avantage de considérer avec plus de justesse et de précision la distribution des probabilités de l'occurrence des scénarios. Pour ce faire, nous allons commencer par introduire les notations et définir nos variables. Par la suite, nous élaborons les scénarios économiques appropriés.

8.2.2.1 Définition des variables et des paramètres

Nous introduisons maintenant les paramètres déterministes, les paramètres stochastiques et les variables de décision.

Pratiquement, à l'étape initiale, le modèle part d'un ensemble initial d'actifs, et de passifs et de la rentabilité du bilan. Sachant que ce modèle utilise des scénarios économiques, il faut définir pour chaque noeud les variations de taux, leur probabilité de réalisation et le retour des actifs et ce pour dégager la politique d'allocation affectée aux variables de décision.

8.2.2.2 Déclaration des paramètres déterministes

Classe	Indice	déscription
T	t	Période de temps, Étape
I	i	classe d'actifs
K	k	classe de passif
N_t	j	Ensemble de noeuds affectés à l'étape "t"

TABLE 8.3: Dimension du problème

Nom	Notation	déscription
prédécesseur	a[j]	Le noeud père de "j"
Actif initial	XIN_i	La valeur initiale de l'actif "i"
Passif initial	YIN_k	La valeur initiale du passif "k"
Richesse initial	WIN	La valeur initiale de la rentabilité du bilan
Probabilité	p_j^t	La probabilité d'occurrence du noeud "j"
Limite de l'actif	la_i	Le seuil maximal de l'actif "i"
Limite du passif	lp_k	Le seuil maximal du passif "k"

TABLE 8.4: Paramètres déterministes

8.2.2.3 Déclaration des paramètres stochastiques

Ce sont les rendements des actifs et des passifs de la banques, qui puisqu'ils changent en fonction du taux d'intérêt du marché, se verront changé de manière stochastique.

Nom	Notation	déscription
Rendement de l'actif	Rx_{ij}^t	Le retour de l'actif "i" au noeud "j" à l'étape "t"
Rendement du passif	Ry_{kj}^t	Le retour du passif "k" au noeud "j" à l'étape "t"

TABLE 8.5: Paramètres stochastiques

8.2.2.4 Déclaration des variables

Le tableau suivant introduit les variables de notre modèles, les variables d'état et les variables de décision.

Nom	Notation	déscription
Actif	x_{ij}^t	La valeur de l'actif "i" détenu au noeud "j" à l'étape "t"
Passif	y_{kj}^t	La valeur du passif "k" détenu au noeud "j" à l'étape "t"
Actif	u_{ij}^t	La décision prise sur l'actif "i" au noeud "j" à l'étape "t"
Passif	v_{kj}^t	La décision prise sur le passif "k" au noeud "j" à l'étape "t"

TABLE 8.6: Variables de décision

8.2.3 Contraintes et fonction objectif

8.2.3.1 Conservation de flux

A travers les variables de décision u_{ij}^t et v_{kj}^t , le gestionnaire achète ou vend des actifs et des passifs au fur et à mesure de la succession des périodes. La composition initiale de chaque période est conditionnée par la décision prise d'acheter ou vendre à la période précédente.

$$x_{ij}^{t+1} = x_{ia[j]}^t + u_{ij}^t \quad \forall t \in T, \forall j \in N_t, \forall i \in I$$

$$y_{kj}^{t+1} = y_{ka[j]}^t + v_{kj}^t \quad \forall t \in T, \forall j \in N_t, \forall k \in K$$

8.2.3.2 Équilibre du bilan

Cette contrainte vient du fait qu'à chaque instant le bilan de la banque doit être équilibré. Les décisions prise sur les actifs et le passifs à chaque instant doivent être égales pour l'ensemble des actifs et des passifs.

$$\sum_{i \in I} u_{ij}^t = \sum_{k \in K} v_{kj}^t \quad \forall t \in T, \forall j \in N_t, \forall i \in I, \forall k \in K$$

8.2.3.3 Contraintes sur limites

Dans le programme d'optimisation, une contrainte stipe le fait que les comptes du bilan ne dépassent pas, ou ne peuvent pas dépasser un certain seuil.

Ce seuil est soit défini par la réglementation, soit il est donné par le gestionnaire sur la base de l'historique de l'actif en question.

$$x_{ij}^t \leq XIN_i + la_i \quad \forall t \in T, \forall j \in N_t, \forall i \in I$$

$$y_{kj}^t \leq YIN_k + lp_k \quad \forall t \in T, \forall j \in N_t, \forall k \in K$$

8.2.3.4 Contraintes sur le LCR

Cette contrainte décrit le niveau réglementaire du LCR que la banque doit garder à chaque instant pour se couvrir contre le risque de liquidité à court terme.

$$LCR_t = 100\% \quad \forall t \in T$$

Cette formule équivaut à écrire :

$$HQLA_t = SNT_t \quad \forall t \in T$$

8.2.3.5 Calcul de la marge d'intermediation

Le rendement du bilan (La performance à optimiser) est prise dans notre cas comme la marge d'intermédiation de la banque.

$$W_j^t = \sum_{i \in I} R x_{ij}^t x_{ia[j]}^{t-1} - \sum_{k \in K} R y_{kj}^t y_{ka[j]}^{t-1} \quad \forall t \in T, \forall j \in N_t$$

8.2.3.6 fonction objectif

La fonction objectif à maximiser est la somme des richesses de tous les noeud pondérés par leur probabilité de réalisation.

Cette fonction est formulée comme suit :

$$\sum_{j \in N_t} p_j^t W_j^t$$

8.2.4 formulation

Maximizer	$\sum_{j \in N_t} p_j^t W_j^t$		
Sous contraintes	$x_{ij}^{t+1} = x_{ia[j]}^t + u_{ij}^t,$	$\forall t \in T; \forall j \in N_t;$	$\forall i \in I,$
	$y_{kj}^{t+1} = y_{ka[j]}^t + v_{kj}^t,$	$\forall t \in T; \forall j \in N_t,$	$\forall k \in K$
	$\sum_{i \in I} u_{ij}^t = \sum_{k \in K} v_{kj}^t,$	$\forall t \in T; \forall j \in N_t,$	$\forall (i, k) \in (I, K)$
	$W_j^t = \sum_{i \in I} R x_{ij}^t x_{ia[j]}^{t-1} - \sum_{k \in K} R y_{kj}^t y_{ka[j]}^{t-1},$	$\forall t \in T; \forall j \in N_t,$	
	$x_{ij}^t \leq XIN_i + la_i,$	$\forall t \in T; \forall j \in N_t,$	$\forall i \in I$
	$y_{kj}^t \leq YIN_k + lp_k,$	$\forall t \in T; \forall j \in N_t,$	$\forall k \in K$
	$0 \leq x_{ij}^t,$	$\forall t \in T; \forall j \in N_t,$	$\forall i \in I$
	$0 \leq y_{kj}^t,$	$\forall t \in T; \forall j \in N_t,$	$\forall k \in K$
	$HQLA_t = SNT_t,$	$\forall t \in T,$	

8.2.5 Génération des scénarios

Les différents scénarios seront guidés par des variations du taux d'intérêt.

Pour simplifier, nous allons émettre deux hypothèses ;

-Nous allons considérer que le taux d'intérêt (taux court) a l'instant t a la même probabilité d'augmenter ou de diminuer à l'instant $t+1$;

-Et qu'il n'y a que deux changements possibles à $t+1$ pour un taux observé en t , soit une augmentation de 0.5% soit une diminution de 1%.

Notre programme sera modélisé sur une durée de trois ans.

L'arbre de scénario est donc comme suit :

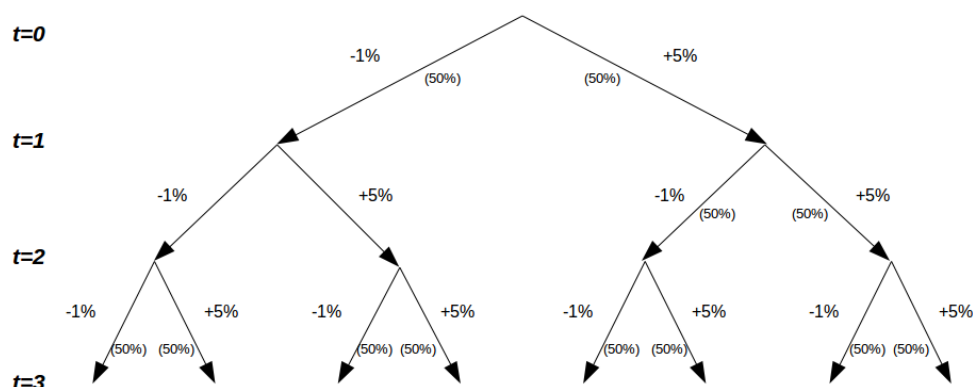


FIGURE 8.1: Arbre des états futur sur une durée de trois ans

La question maintenant est de savoir comment sera affecté chaque actif et chaque passif par ces variations de taux. Autrement dit, on doit étudier l'effet de la volatilité des taux sur les rendements des comptes de notre modèle.

A défaut d'avoir des données pouvant nous aider à mener cette étude, on émettra l'hypothèse sur la sensibilité des taux de rendements par rapport à la variation du taux d'intérêt. nous considérons cette sensibilité est égale à 100% pour l'ensemble des comptes.

Cette hypothèse est très discutable.

8.3 Résolution du modèle

Le tableau suivant nous renseigne sur les actifs utilisés dans notre modèle, leur valeurs initiales, leurs seuils maximaux et leurs taux de rendements initiaux.

Ordre	Actif	Nom de la rubrique	Valeur t_0	Seuil maximal	R en t_0
i= 1	A	Valeur en caisse en cours	900	900	0.00%
i= 2	B	Excédent des avoirs	753	753	0.00%
i= 3	C	BDT disponible	1928	2528	2.25%
i= 4	D	OPCVM	10488	11188	2.90%
i= 5	E	Actions	1165	1665.3686	4.00%
i= 6	F	Crédits clientèle	65503	70703	5.50%
i= 7	G	Prêt de trésorerie	510	809.632	2.40%

TABLE 8.7: Données sur l'actif de la banque

Ordre	Passif	Nom de la rubrique	Valeur t_0	Seuil maximal	R en t_0
k= 1	H	Comptes chèque	17823	19323	0.00%
k= 2	I	Comptes d'épargne	10762	12062	1.82%
k= 3	J	Comptes courant	14583	16083	0.00%
k= 4	K	DAT	21406	21606	3.10%
k= 5	L	Emprunt de trésorerie	5979	6179	2.33%
k= 6	M	Certificats de dépôts	6076	7076	3.18%
k= 7	N	Dettes subordonnées	1831	1831	3.99%
k= 8	O	Autres dépôts	111	111	0.00%
k= 9	P	Dettes en instance	400	400	0.00%
k= 10	Q	Engagement de financement	7546	7546	0.00%

TABLE 8.8: Données sur le passif de la banque

Le tableau ci-dessus nous renseigne sur les passifs utilisés dans notre modèle, leurs seuils maximaux et leurs taux de rendements initiaux.

Le code a été exécuté mais n'a trouvé aucune décision faisable. Le problème doit venir du fait que les valeurs initiales sont seulement des valeurs simulées et approchées, à savoir les niveaux d'encours initiaux et les taux de rendement des actifs, mais aussi et surtout les paramètres décrivant les seuils, que les comptes de l'actif ou du passif ne devraient pas dépasser.

Conclusion

A travers ce projet, nous avons essayé de répondre aux problèmes relatifs à la gestion du risque de liquidité au sein du CAM.

Dans un premier temps, il était question de modéliser les dépôts à vue et l'élaboration de leur conventions d'écoulement, puisque ces types de compte n'ont par définition pas d'échéance contractuelle.

Cette modélisation est passée par deux types d'approches, série temporelle, et suivant les modèles utilisés dans la littérature pour modéliser ces types de comptes. Il es est sorti que le modèle SELVAGGIO est le meilleur modèle estimant les dépôts à vue du CAM.

Dans une seconde partie nous avons élaboré un modèle stochastique, modélisant le bilan de la banque, un modèle basé sur la génération de scénarios économiques.

Ce modèle à été élaboré de manière a inclure les rubriques du bilan se retrouvant dans le calcul du LCR, l'objectif étant d'optimiser le bilan (sa rentabilité à travers la marge d'intermediation) sous la contrainte du LCR > 100%.

Bibliographie / Webographie

- Jitka Dupačová, Giorgio Consigliand Stein W. Wallace., "Scenarios for multistage stochastic programs", (2000)
- Karl Frauendorfer, Michael Schurle., "Management of non-maturing deposits by multistage stochastic programming", (2003)
- Jean OULHEN., "Modélisation de l'écoulement des dépôts à vue dans le cadre d'une gestion actif-passif bancaire", (2012)
- Y. REGRAGUI and Y. AL MERIOUH., "Gestion du risque de liquidité : Problématique du comportement de la clientèle bancaire marocaine", (2015)
- Boris Defourny, Damien Ernst, and Louis Wehenkel., "Multistage Stochastic Programming : A Scenario Tree Based Approach to Planning under Uncertainty"
- Pravin Varaiya, Roger J-B Wets., "STOCHASTIC DYNAMIC OPTIMIZATION APPROACHES AND COMPUTATION " (1988)
- "COMMUNICATION FINANCIÈRE ACTIVITÉ RÉSULTATS", Crédit Agricole du Maroc (2016)
- www.creditagricole.ma/
- www.lafinancepourtous.com/
- www.investopedia.com/
- www.neos-server.org/
- www.bkam.ma/

