

Analyse de comportements de la clientèle de particuliers et leur impact sur le risque actif-passif bancaire

*Cherif EL MSİYAH*¹⁻²

¹FSJES Ain Sebaâ, Université Hassan II Casablanca, Morocco

²Laboratoire d'Economie d'Orléans-LEO, Université d'Orléans, France

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: L'article analyse les comportements de clients particuliers des banques et leur impact en termes d'exercice des options cachées. Les risques subis par la banque sont ensuite illustrés par l'utilisation d'un modèle comportemental, qui dépend essentiellement de taux d'intérêt, appliqué à un portefeuille actif passif pour projeter les flux et mesurer la perte potentielle (VaR). Les résultats montrent que la VaR du portefeuille actif-passif baisse suite à la diminution d'arbitrage des dépôts à vue avec les autres produits du passif bancaire. On constate également, qu'en cas d'absence d'arbitrage des dépôts à vue, la VaR du portefeuille actif-passif est toujours nulle quelque soit le taux de remboursements anticipés.

KEYWORDS: comportements de clients, options cachées, option de remboursement anticipé, option d'arbitrage des dépôts à vue, projection de flux, risques actif-passif.

JET CLASSIFICATION: G17, G18, G21.

1 INTRODUCTION

L'un des rôles principaux des banques commerciales est la transformation de liquidité et de maturité. Ce rôle est entaché de plusieurs risques dont les plus importants, qui peuvent affecter l'équilibre actif-passif de la banque, sont liés aux comportements de la clientèle de particuliers.

Les comportements de clients se traduisent par l'exercice des options détenues par ces derniers dans des conditions différentes et suivant différents degrés de rationalité. En effet, les clients disposent de nombreuses options qui peuvent être exercées selon le degré de rationalité et de jugement de chaque client, lui-même fonction des différents facteurs. Cette diversité en termes de rationalité de la clientèle de particuliers fait qu'il n'existe pas de frontières optimales d'exercice au sens traditionnel du terme. L'exercice des options cachées peut être même très massif ou quasiment nul selon les comportements des clients souvent fonction de nombreux facteurs.

On distingue deux catégories d'options cachées dans le bilan d'une banque. Certaines de ces options sont intégrées dans les produits de l'actif du bilan comme l'option de remboursement anticipé ou de réduction des emprunts, d'autres sont liées aux produits de passif comme les options d'arbitrage des dépôts à vue avec d'autres produits de passif et l'option de retrait ou de transfert.

Plusieurs articles analysent les comportements de clients en termes d'exercice des options cachées. Pour la plupart de ces articles, l'objectif étant de valoriser les options cachées [Jarrow, R. A., D. R. van Deventer (1998)] et [Demey, P. et al (2000)] et d'étudier les limites de cette valorisation [Simon, A. (2005)], et [Entrop, O. et al (2009)]. D'autres articles, étudient la projection des flux, essentiellement en utilisant des modèles comportementaux, et la relation de ces derniers avec l'évolution de taux d'intérêt [Frachot, A. (2001)], [Demey, P. et al (2003)], [Quémar J. L., V. Golitin (2005)], [Al meriouh, y. et y. Regragui (2015)] et [Turpin, F., A. Adam (2004)].

Notre contribution s'inscrit plutôt dans le cadre de la dernière démarche, en proposant d'analyser et de tester l'impact de l'exercice des options cachées sur les flux et les risques actif-passif des banques. Nous utilisons pour cela un modèle comportemental, qui dépend essentiellement de taux d'intérêt, et nous appliquons ce modèle à un portefeuille actif-passif pour projeter les flux et mesurer la perte potentielle par la VaR. Ainsi, après avoir présenté une analyse de comportement de la clientèle de particuliers dans la section 1, nous étudions les modèles de projection de flux et d'évaluation de risque dans la section 2. L'application de ces modèles à un portefeuille actif-passif se fait dans la section 3.

2 ANALYSE ET IMPACT DE COMPORTEMENTS DE LA CLIENTELE DE PARTICULIERS

Nous analysons l'impact de comportements des clients sur l'écoulement des postes de l'actif et de passif du bilan bancaire. L'impact en termes de risque est ensuite illustré en cas de baisse et de hausse de taux d'intérêt.

2.1 IMPACT DE COMPORTEMENTS ET ECOULEMENT DES POSTES DE BILAN

2.1.1 L'ÉCOULEMENT DES POSTES DE BILAN

2.1.1.1 L'ÉCOULEMENT DU STOCK ET DE PRODUCTIONS NOUVELLES FUTURES

Le stock constitué pour un poste de bilan donné, contient des produits rentrés au bilan à différentes dates passées. Pour certains produits, l'écoulement du stock n'est pas représentatif de l'écoulement des différentes productions nouvelles passées qui composent ce stock, c'est le cas par exemple des prêts où l'incitation de remboursement anticipé diffère en fonction de l'ancienneté du contrat. En revanche, pour les différents produits de maturité non définie dans le passif de la banque comme les dépôts à vue (DAV), la date d'entrée dans le bilan n'influence pas la date de sortie.

La différence de l'écoulement entre le stock et les productions nouvelles passées vient également du fait que les rentrées de ces dernières ont été effectuées durant des périodes caractérisées par des environnements économiques et financiers et des politiques commerciales différentes.

Pour évaluer l'écoulement effectif des différents postes de bilan sur un horizon donné, il faut projeter non seulement les stocks inscrits au bilan, mais aussi estimer les productions nouvelles futures et leurs écoulements effectifs. Du côté de l'actif, les productions nouvelles futures sont en partie à la main de l'institution à travers le refinancement sur le marché. La politique commerciale de l'institution peut également déterminer en partie les productions nouvelles futures au niveau du passif (cf. l'arrivée de nouveaux clients). Néanmoins, ces dernières sont beaucoup plus subies que décidées en comparaison avec celles du côté de l'actif.

2.1.1.2 ECOULEMENT DE L'ACTIF

L'écoulement des placements (obligations, actions, immobiliers et autres produits financiers) est en quelque sorte à la main de l'institution. Les flux des obligations sont définis¹. Pour les actions, immobiliers et autres produits à flux variables ou indexés, l'écoulement peut être prévu de manière plus ou moins simple. Toutefois, étant donné que l'écoulement de ces postes dépend également de celui des postes du passif, l'écoulement effectif peut être différent de celui prévu en absence de cette interaction actif-passif.

L'écoulement effectif des prêts à la clientèle de particuliers, principalement les prêts de longue durée comme les prêts immobiliers, peut être très différent de l'écoulement contractuel qui est connu et identifié à partir de la fonction d'amortissement. L'écoulement effectif doit prendre, en plus de l'écoulement contractuel, l'impact de remboursements anticipés et autres facteurs explicatifs.

2.1.1.3 ECOULEMENT DU PASSIF

¹ Même pour les obligations à clause de remboursement anticipé, les flux futurs peuvent être adéquatement estimés du fait de la rationalité des agents sur le marché.

Dans les banques, l'incertitude de flux vient essentiellement du caractère non échéancé de la plus grande partie de produits du passif. Ces produits à maturité non définie, dits aussi "produits non échéancés", sont constitués en grande partie par les dépôts à vue et autres produits non échéancés comme les comptes à terme et les livrets d'épargne.

Les dépôts à vue qui sont exigibles à tout moment peuvent rester indéfiniment dans le bilan ou disparaître brusquement. Toutefois, il est plus réaliste de considérer qu'il existe des *core deposits* dont l'inertie est très forte et qui constitue une moyenne de liquidité à moyen terme [Demey, P. et al (2003)]. Les banques fixent ainsi des conventions d'écoulement qui reflètent les prévisions effectuées en fonction de leur stratégie et de variables explicatives de l'écoulement.

2.1.2 LES VARIABLES EXPLICATIVES DE L'ÉCOULEMENT

Comme souligné, l'écoulement des stocks et des productions nouvelles futures de la plupart des postes de bilan ne sont pas totalement à la main de la banque. L'écoulement effectif peut dépendre de multiples variables de différentes natures telles que la conjoncture économique (taux d'intérêt par exemple), les comportements des clients, le contexte concurrentiel, la politique commerciale de l'institution, la saisonnalité, etc.

Suivant Demey, P. et al (2003), la littérature distingue trois types de variables explicatives de l'écoulement que nous résumons comme suit :

- Les variables relatives au client comme l'âge, la situation familiale, la catégorie socioprofessionnelle. Dans les banques, pour des raisons historiques et de volume des données à entrer, ces variables ne remontent pas dans le système d'information de gestion actif-passif, bien que les tendances actuelles principalement aux Etats-Unis aillent de plus en plus dans le sens de prise en compte de ce type de variables pour l'estimation des flux futurs ;
- Les variables relatives au produit comme le taux client, la date de génération du produit, les caractéristiques fiscales et réglementaires du produit, le positionnement du produit dans l'offre commerciale de l'institution, etc. Ces variables sont bien prises en compte dans les systèmes d'information de gestion actif-passif des banques ;
- Les variables macroéconomiques comme le taux d'intérêt, le taux d'inflation, le taux de croissance du PIB, le marché immobilier, le marché des actions. Etant donné que le rôle du gestionnaire actif-passif est de mesurer le risque et de proposer des couvertures, seuls les risques assez importants qui peuvent être couverts, et pour lesquels l'institution dispose d'une expertise, peuvent être inclus de manière adéquate dans les modèles de gestion actif-passif. Dans les banques, le taux d'intérêt est pratiquement la seule variable prise en compte. Il faut souligner également que le taux d'intérêt capte une bonne part des fluctuations macro-économiques, croissance économique et inflation inclus.

2.1.3 ANALYSE DE COMPORTEMENT ET IMPACT SUR L'ÉCOULEMENT

Les variables explicatives de l'écoulement peuvent influencer différemment le comportement des clients et, par conséquent, l'écoulement effectifs des postes de bilan.

2.1.3.1 VARIABLES QUI IMPACTENT LE COMPORTEMENT

La clientèle de particuliers dispose de nombreuses options cachées (remboursement anticipés des crédits, arbitrage entre placements, transfert d'un produit à un autre, retrait des dépôts...) qui peuvent être exercées en cas d'évolution de certaines variables. Ainsi par exemple, l'évolution de taux d'intérêt peut avoir un impact important en termes d'exercice des options cachées.

Pour les prêts immobiliers par exemple, les remboursements anticipés dépendent de plusieurs variables dont les plus importantes sont:

- Le taux d'intérêt : la baisse de taux d'intérêt peut amener le client à refinancer son projet ou à renégocier le taux ;
- L'âge du prêt : Le gain obtenu (l'écart entre le *mark-to-market* du prêt et le capital restant dû) dans le cas de refinancement ou de renégociation du taux dépend non seulement de la baisse de taux d'intérêt mais également de la durée résiduelle du prêt. Plus l'écart de taux au moment de refinancement ou de renégociation du taux est élevé, et plus la maturité résiduelle est élevée, plus le gain obtenu est élevé..
- Le prix de marché, leur volatilité, la saisonnalité peuvent aussi amener le client à déménager ou à vendre le bien immobilier et rembourser le prêt par anticipation.

- D'autres causes de remboursement anticipé peuvent être la volonté de se désendetter, l'héritage, le décès, le divorce, la mutation professionnelle....

Pour les comptes de passif bancaire à maturité non définie, dit "produits non échancés", l'arbitrage des clients (arbitrage entre placements, transfert d'un produit à un autre plus rémunérateur, etc.) dépend principalement de taux d'intérêt qui impact directement la rémunération des différents postes du passif. Comme pour les remboursements anticipés, d'autres variables macroéconomiques, variables relatives au client et variables relatives au produit peuvent être prises en compte essentiellement en termes de comportement de gestion courante des comptes (dépôts et retrait)

2.1.3.2 IMPACT DE COMPORTEMENT SUR LES FLUX FUTURS

Le comportement de clients, impacté par différentes variables, se traduit par l'incertitude de flux futurs de différents postes du bilan. En plus des flux certains définis contractuellement pour différents produits de bilan, une grande partie des flux peut être incertaine et dépend des comportements des clients via différentes variables explicatives soulignées auparavant. L'écoulement des prêts immobiliers est conduit en grande partie par l'exercice des options de remboursements anticipés alors que l'écoulement effectif des produits non échancés du passif peut être très volatile en fonction de l'arbitrage des clients.

Toute fois cet impact des options cachées sur l'écoulement est difficilement mesurable car l'exercice des options cachées par la clientèle de particuliers n'est pas identiquement rationnel en comparaison avec l'exercice des options cachées par les contreparties financières qui est très prédictible (cf. les obligations avec clause de remboursement anticipé). Cette diversité en termes de rationalité [Frachot, A. (2001)] parfaite de la clientèle de particuliers, liées au manque d'informations suffisantes, fait qu'il n'existe pas de frontières optimales d'exercice au sens traditionnel du terme. L'exercice des options cachées peut être même très massif ou quasiment nul selon l'appréciation des clients souvent fonction de nombreux facteurs.

2.2 L'IMPACT DU COMPORTEMENT SUR LES RISQUES ACTIF-PASSIF

Le risque actif-passif dans les banques vient essentiellement de leur structure du bilan et des différentes options cachées détenues à la fois par la clientèle de particuliers et par la banque elle-même à travers sa stratégie commerciale et de financement. Le décalage résultant en termes de volume et d'échéance des flux entre l'actif et le passif peut se traduire par un risque important en fonction de l'évolution de taux d'intérêt et autres facteurs de risque.

En pratique, le risque actif-passif dans le bilan des banques vient essentiellement du taux d'intérêt. L'impact des autres facteurs n'est pas significatif en cas d'arbitrage ou de remboursement anticipé dans un contexte de taux constant.

En séparant l'impact direct des facteurs explicatifs de l'écoulement sur l'actif, le passif et les deux à la fois et l'impact indirect par l'intermédiaire des options cachées, nous proposons d'analyser l'impact de l'exercice de ces dernières en fonction, principalement², de l'évolution de taux d'intérêt.

2.2.1 RISQUES DE COMPORTEMENT EN CAS D'AUGMENTATION DE TAUX D'INTERET

L'augmentation de taux d'intérêt peut influencer fortement le comportement des clients en termes d'arbitrage entre les dépôts à vue et autres produits de faible rémunération avec d'autres produits du passif offrant un taux de rémunération plus élevé, ou même par le transfert des dépôts à vue à des produits plus rémunérateurs sur le marché (cf. contrats d'assurances vie). Ce comportement des déposants affecte non seulement les flux du passif mais également ceux de l'actif.

2.2.1.1 RISQUE DE LIQUIDATION

Si les taux d'intérêt augmentent, la banque doit emprunter à taux élevé ou céder des titres liquides pour faire face à ses besoins de liquidité. Or, durant les périodes de taux élevés, le risque de liquidité se traduit de deux manières :

² Il faut souligner néanmoins que le taux d'intérêt traduit plusieurs facteurs macro-économiques

- les titres de taux sont généralement en moins-value. Outre les obligations et autres titres de taux, la majorité des actifs dans le portefeuille d'investissement (les prêts) ne sont pas liquides³.
- L'augmentation du coût des sources de financement. A ce niveau, en plus de l'augmentation des coûts de sources de financement externe, l'accélération des exercices des options d'arbitrage et de transfert peuvent aggraver d'avantage le risque de liquidité. Ainsi, le risque de liquidité n'est pas propre aux options d'**arbitrage** et de transfert mais ces dernières peuvent aggraver ce risque en cas d'augmentation de taux d'intérêt.

2.2.1.2 RISQUE DE REPRICING

Un actif de maturité moyenne plus élevée que celle du passif dans les banques a également comme conséquence des révisions plus fréquentes des taux clients des produits de passif en comparaison avec ceux de l'actif. Dans ce cas, l'augmentation de taux d'intérêt peut se traduire par :

- un coût de financement élevé suite à une augmentation plus importante et plus rapide de coût du passif en comparaison avec le gain qui peut être obtenu au niveau de l'actif. Comme souligné auparavant, cette augmentation du coût de passif, vient non seulement du coût de financement à l'externe, mais en partie de l'**arbitrage** des clients pour des produits plus rémunérateur suite à l'augmentation de taux d'intérêt.
- En plus de l'incertitude sur les nouveaux taux client au moment de révision, l'incertitude porte également sur la durée avant la révision. Là aussi, si le taux d'intérêt augmente plus rapidement, l'**arbitrage** peut également être très massif

L'impact d'exercice des options d'arbitrage et de transfert aggrave encore plus le risque d'augmentation de taux d'intérêt qui est le risque actif-passif principal (en comparaison avec le risque de baisse de taux et les risques engendrés par les autres facteurs). Dans les banques, l'actif a une durée moyenne plus longue que celle du passif. L'augmentation de taux d'intérêt affecte ainsi davantage la valeur de marché de l'actif que celle du passif, ce qui diminue la valeur du bilan et augmente le capital requis pour la couverture de ce risque. L'augmentation de taux d'intérêt a également comme impact la baisse de la production nouvelle à court terme. Cela concerne les crédits (immobiliers) et dans certaines limites les dépôts à vue au profit des dépôts à terme et autres produits de passif plus rémunérateur.

2.2.2 RISQUES DE COMPORTEMENT EN CAS DE BAISSÉ DE TAUX D'INTERET

La baisse de taux d'intérêt peut conduire à des remboursements ou renégociations massives des prêts bancaires. Cela concerne beaucoup plus les prêts de long terme comme les prêts immobilier où le client peut être incité par le gain à réaliser par le remboursement ou la renégociation de son emprunt.

La baisse de taux peut ainsi se traduire par le risque de réinvestissement qui est en partie à cause de remboursements anticipés. En cas de baisse de taux d'intérêt, le réinvestissement des crédits remboursés se fait à des taux plus bas pour un niveau de risque, au niveau du passif, inchangé.

Ce risque de réinvestissement peut s'aggraver par l'investissement des flux du passif à un taux plus bas qui peuvent dans certains cas ne pas suffire à couvrir des dépenses et rémunérations garanties, d'autant plus que la baisse de taux peut se traduire par l'augmentation des versements et la diminution du nombre de clôtures pour certain compte du passif (dépôts à vue, certains produits d'épargne) mais aussi par l'augmentation de volume des prêts distribués.

Toutefois étant donné que les dépôts à vue, qui constitue la plus grande partie de productions nouvelles surtout durant les périodes de taux bas, sont faiblement ou non rémunérés, le risque de réinvestissement n'est pas trop significatif pour les banques. En outre, sachant que la durée de l'actif est plus élevée que celle du passif, la baisse de taux d'intérêt reste globalement positive pour les banques.

On peut dire que la baisse de taux se concrétise essentiellement par le manque à gagner suite à l'exercice des options de remboursement anticipé et non pas par des pertes potentielles comme dans le cas de l'augmentation de taux d'intérêt. Toutefois, si une phase baissière de taux est suivie par une tendance haussière de taux, le risque actif-passif peut augmenter de manière très importante et surtout s'il est accompagné par une vague potentielle d'arbitrage et de transfert.

³ Sauf titrisation des prêts, qui reste, toutefois, moins rentable dans le cas de hausse tendancielle de taux

3 MODELISATION DE COMPORTEMENTS ET EVALUATION DE RISQUE ACTIF-PASSIF

Un modèle de mesure du risque actif-passif commence en amont par la modélisation des flux futurs des différents postes du bilan. La mesure de la valeur économique du bilan, le calcul des indicateurs de risque comme la VaR sont faits ensuite par une évaluation en *Mark-to-Market*⁴ (*MtM*) de ces flux futurs.

3.1 PROJECTION DES FLUX FUTURS

En plus des flux certains définis contractuellement pour différents produits de bilan de la banque, une grande partie des flux peut être incertaine et dépend des comportements des clients via différentes variables explicatives dont le plus important est le taux d'intérêt.

3.1.1 MODÈLES D'ÉCOULEMENT

La méthode généralement utilisée dans le cadre de la gestion actif-passif consiste à utiliser un modèle d'écoulement comportemental et à projeter les flux de manière stochastique par la méthode de Monte Carlo.

Les modèles d'écoulement doivent prendre en compte la diversité de degré de rationalité de l'exercice des options cachées par la clientèle de particuliers. En effet, les clients disposent de nombreuses options qui peuvent être exercées selon le degré de rationalité et de jugement de chaque client en fonction des différents facteurs. Demey, P. et al (2003) distinguent deux formes de modèles comportementaux :

- Modèles à forme réduite : ces modèles relient l'exercice des options cachées à différents facteurs explicatifs. Pour les prêts immobiliers par exemple, le taux de remboursement anticipé peut être déterminé en fonction d'un nombre de variables comme l'âge du prêt, les caractéristiques fiscales et réglementaires du produit et le taux d'intérêt.
- Modèles semi-structurels : ce type de modèles s'inspire du modèle MKMV utilisé pour mesurer le risque de crédit. Suivant ce modèle, un client exerce par anticipation si le gain à réaliser a franchi un seuil donné. Ce seuil, qui est propre à chaque client, peut être déterminé en fonction de taux d'intérêt, de la maturité résiduelle et d'autres variables. Ceci permet de reprendre la logique de modèles à forme réduite en postulant une distribution des seuils, en fonction de ces variables, dans la population. Pour l'exemple des prêts immobiliers, un client rembourse par anticipation dès que le gain (l'écart entre le *MtM* de son prêt et le capital restant dû) passe en dessus d'un certain seuil qui lui est propre.

3.1.2 PROJECTION DES FLUX EN FONCTION DE TAUX D'INTERET

Le risque actif-passif dans le bilan des banques vient essentiellement du taux d'intérêt. En effet, l'impact des autres facteurs explicatifs de l'écoulement n'est pas significativement risqué en cas de flux durant un contexte de taux constants. En se limitant à l'impact du taux d'intérêt (qui lui-même traduit, en partie, l'impact d'autres variables macro-économiques et constitue le facteur le plus important de l'écoulement), le gestionnaire actif-passif doit projeter les flux futurs en fonction de son évolution.

Pour cela, un modèle de taux d'intérêt dit historique peut être utilisé. Ce type de modèle est calé sur des données historiques pour obtenir la distribution de taux d'intérêt à partir de laquelle le gestionnaire actif-passif peut estimer les flux futurs dépendant du taux d'intérêt.

La projection de flux futur ne concerne pas seulement l'écoulement des stocks, mais aussi celui productions nouvelles futures. Cette projection doit donc être intégrée et multidimensionnelle pour les différents postes du bilan.

3.2 ACTUALISATION ET VALORISATION DES FLUX FUTURS

L'évaluation en *MtM* d'un produit de bilan (actif ou passif) dépendant de taux d'intérêt consiste d'abord à projeter ses flux en fonction des taux futurs dans un univers historique. La valeur *MtM* est obtenue ensuite par l'actualisation dans un univers risque neutre de ces flux ou en utilisant la courbe des taux corrigés du risque. Il faut souligner toutefois que dans le

⁴Ou *Mark-to-Model* dans le cas où il n'y a pas de référence à une valeur de marché ou *Market Consistent Value* pour le passif.

cas de gestion actif-passif, seul le risque de taux d'intérêt doit être pris en considération pour la projection des flux. Les flux qui peuvent résulter des autres facteurs de risque notamment ceux de risque de crédit doivent être écartés.

3.2.1 LA COURBE DES TAUX DE MARCHÉ

La double utilisation de taux d'intérêt à la fois dans la projection et l'évaluation de flux requiert deux types de modèles de taux d'intérêt

- un modèle de taux d'intérêt dit historique calé sur des données historiques pour la projection des flux.
- un modèle de taux d'intérêt dit de marché⁵ calé sur des données de marché pour la l'actualisation des flux.

Pour le besoin de l'évaluation des flux futurs, la projection de l'évolution de taux d'intérêt permet de déduire la courbe de taux au comptant et à terme et le calcul de facteurs d'actualisation (prix des obligations zéro coupon). Le prix en t d'une obligation zéro coupon versant un flux unitaire certain en T est :

$$B(t, T - t) = \exp(-(T - t)R(t, T - t))$$

Où $R(t, T - t)$ est le taux au comptant à la date t sur une période de $(T - t)$

Le taux à terme implicite (ou taux forward) $F(t, s, T - s)$ déterminé en t commençant en s et de maturité $(T - s)$ peut être déduit à partir des taux au comptant par :

$$F(t, s, T - s) = \frac{(T - t)R(t, T - t) - (s - t)R(t, s - t)}{T - s}$$

$$\text{Donc : } F(t, s, T - s) = \frac{\text{Ln}B(t, s - t) - \text{Ln}B(t, T - t)}{T - s}$$

Le prix de zéro coupon à terme est : $B^f(t, s, T - s) = \frac{B(t, T - t)}{B(t, s - t)} = \exp[-(T - s) F(t, s, T - s)]$

Les deux types de modèles peuvent être de même forme mathématique (cf. modèle de Vasicek, de Heath-Jarrow-Merton ...). Toutefois, la calibration est différente. Dans le cas de modèle de marché, les paramètres sont calibrés sur des données de prix de marché alors que les modèles historiques les paramètres sont calés sur des données historiques et les anticipations des experts. La dynamique de taux, en revanche, peut être dans certains cas très proche.

3.2.2 EVALUATION DES FLUX CERTAINS

Dans le cas des flux certains la valeur MtM à la date t est donnée par :

$$MtM(t) = \sum_k c_k B(t, t_k - t)$$

Où c_k représente les flux futurs certains délivrés aux dates futures t_k

Cette formule d'évaluation est valable pour un actif de type emprunt d'État où les flux sont certains et indépendants du taux d'intérêt et du risque de défaut.

⁵ Ce type de modèle, appelés aussi modèles d'arbitrages, est utilisé par les salles de marché pour la valorisation et la couverture des produits dérivés, et permet également de calculer la valeur de tout produit de bilan et la couverture des options implicites. Ces modèles sont développés sous la probabilité risque-neutre et de ce fait ne traduisent pas la vraie dynamique de taux d'intérêt.

3.2.3 EVALUATION DES FLUX INCERTAINS

Pour la plupart des postes de bilan, les flux futurs dépendent du taux d'intérêt via l'exercice des différentes options cachées par la clientèle de particuliers. Dans ce cas, on distingue deux types de méthode d'évaluation ; la méthode dite *Option-Adjusted Spread* (OAS) et la méthode d'équivalent certain.

- **Méthode Option-Adjusted Spread (OAS)** : cette méthode consiste à actualiser les prévisions de flux avec la courbe des taux corrigée en rajoutant une prime de risque au taux sans risque. Cette prime de risque est appelée l'Option-Adjusted Spread (OAS). La valeur de marché des flux futurs est donnée par :

$$MtM(t) = \sum_k \tilde{c}_k \tilde{B}(t, t_k - t)$$

Où \tilde{c}_k sont les flux futurs prévus délivrés aux dates futures t_k et $\tilde{B}(t, t_k - t)$ les facteurs d'actualisation corrigés du risque (les taux zéro coupon risqués) :

$$\tilde{B}(t, T - t) = \exp[-(T - t)(R(t, T - t) + OAS)]$$

La principale difficulté de cette méthode réside dans l'estimation de l'OAS pour les produits à flux incertains. En absence d'un cadre conceptuel permettant de relier les primes de risque aux conditions de marché d'aujourd'hui (dépendance de prime en le taux d'intérêt ou en la volatilité), l'estimation est généralement faite sur la base de l'historique ou implicitement à partir des actifs ayant des flux similaires à ceux qu'on cherche à évaluer mais qui ont déjà une valorisation observable sur le marché.

- **Méthode d'équivalent certain** : Cette méthode consiste à actualiser avec la courbe des taux sans risque l'équivalent certain des flux futurs. Contrairement à la méthode l'OAS, la correction pour risque porte sur le calcul de l'équivalent certain des flux plutôt que sur la courbe des taux. Dans cette méthode, on distingue trois étapes :
 - La projection des flux futurs ;
 - Le calcul de l'espérance des flux projetés sous la probabilité risque neutre ;
 - L'actualisation de l'espérance des flux avec le taux sans risque.

La formule d'évaluation s'écrit alors :

$$MtM(t) = \sum_k E_t^{t_k}(\tilde{c}_k) B(t, t_k - t)$$

Où $E_t^{t_k}(\tilde{c}_k)$ l'équivalent certain (l'espérance sous la probabilité risque neutre) des flux futurs.

L'utilisation de l'hypothèse d'absence d'opportunité d'arbitrage (AOA) par cette formule permet une valorisation relativement simple des flux incertains dépendants de taux d'intérêt. Cela est essentiellement vrai pour les instruments négociés sur un marché proposant un grand nombre d'instruments de couverture et dont l'exercice des options cachées par les contreparties financières est très prédictible (cf. les obligations avec clause de remboursement anticipé). Néanmoins, pour la plupart des produits de bilan d'une banque où les contreparties sont des clientèles de particuliers (prêt, dépôts...), la fiabilité de cette méthode demeure relativement limitée dans le contexte de la gestion actif-passif, même si elle est de plus en plus utilisée et encouragée par les textes réglementaires (Bâle II et Solvabilité II).

3.3 MESURE DE RISQUE ACTIF-PASSIF

Le risque actif-passif du bilan est généralement déterminé par la mesure VaR. Cette mesure suppose par construction l'estimation MtM des différents produits du bilan. La VaR est ainsi calculée conjointement sur l'actif et le passif.

Le portefeuille bancaire est caractérisé par un long horizon⁶. La mesure VaR doit donc être adaptée à un horizon comparable à celui de la projection au niveau de l'actif et du passif. La longueur de l'horizon utilisé doit être suffisante pour

⁶ Contrairement au portefeuille de négociation

déceler les problèmes d'inadéquation actif-passif. Pour des raisons de faisabilité, un horizon de 8 à 15 ans est généralement utilisé. Au-delà de l'horizon utilisé, la variation est supposée constante.

La mesure du capital économique par la VaR au niveau du bilan est généralement effectuée sur une année (suivant Bale II). En se positionnant à la date initiale de mesure, le bilan doit être projeté sur un horizon d'environ 10 ans. La valeur économique du bilan à la date initiale est calculée par la différence entre la valeur du marché de l'actif et le *market consistent value* du passif. Le bilan est ensuite projeté dans un an sur l'horizon restant, en prenant en compte les déformations du bilan sur la première année, entre la date initiale et la date de l'estimation de la distribution de valeurs du bilan. Ainsi, pour un grand nombre de scénarios où chaque scénario mesure la valeur économique du bilan dans un an, la simulation de Monte Carlo permet d'estimer la distribution de pertes/gains et la VaR à cette date. Le capital économique est enfin déterminé en déduisant la VaR de la valeur économique du bilan à la date initiale.

La projection et l'évaluation des flux de bilan reposent sur des hypothèses détaillées de l'évolution future des taux, de comportements de la clientèle, de la production nouvelle future ainsi que sur la stratégie adoptée par l'institution concernant la révision des taux appliqués, l'allocation des actifs et les couvertures.

En plus d'une projection stochastique⁷ du bilan pour l'évaluation de sa valeur économique, l'institution doit également procéder à une analyse complémentaire en testant la valeur du bilan sous différents scénarios extrêmes. Cette dernière méthode est également utilisée comme substitut de la simulation de Monte Carlo pour la mesure du capital économique dans les situations où la réévaluation de l'actif ou du passif a besoin de trop de temps d'exécution ou dans le cas de non disponibilité d'un modèle stochastique adéquat. Dans ce cas, le capital économique est calculé pour un ensemble de *worst case scenarios*. Ces derniers doivent être représentatifs de ceux qui sont censés déterminer la queue de la distribution des pertes.

Aux résultats futurs de l'évaluation stochastique et d'analyse du bilan par le *stress testing*, il faut également rajouter les résultats futurs de la couverture et prendre en compte l'impact de décisions de gestionnaires. L'intervalle d'un an entre la date initiale et la date d'évaluation de la valeur économique du bilan laisse un laps de temps suffisant pour que ces derniers réagissent par la couverture des risques et autres mesures correctives.

4 APPLICATION A UN PORTEFEUILLE ACTIF-PASSIF

L'objectif est de tester l'impact des comportements des clients sur l'exercice des options cachés et par conséquent l'impact cet exercice sur le niveau de risque actif-passif (mesuré par la VaR). On se limite dans notre application à l'impact de taux d'intérêt sur le comportement des clients en termes d'exercice des options cachés⁸

4.1 PRÉSENTATION DU PORTEFEUILLE

Pour analyser l'impact des comportements de la clientèle de particuliers en termes de risque actif-passif, nous nous limitons à un modèle simplifié de projection et de valorisation de flux futurs. Le portefeuille actif-passif est représentatif d'un bilan fermé où les flux futurs sont limités à ceux générés par le portefeuille lui-même.

- L'actif est constitué par des crédits immobiliers
- Le passif est constitué de dépôts à vue (DAV)

On considère ainsi un portefeuille actif-passif où les dépôts à vue (DAV) au niveau du passif finance des prêts immobiliers au niveau de l'actif.

⁷En pratique, les modèles actif-passif sont un mélange de variables stochastiques et déterministes.

⁸Comme souligné auparavant, l'impact des autres facteurs n'est pas significativement risqué en cas de flux durant un contexte de taux constants

CREDIT IMMOBILIER AVEC REMBOURSEMENT ANTICIPE

- Nous considérons un crédit donnant droit à des mensualités constantes durant $T = 10$ ans .
- puisqu'on teste que le risque de taux d'intérêt, on ignore les causes de rachats anticipés liés aux déménagements, vente du bien immobilier et autres (volonté de se désendetter, héritage, décès,...)
- l'évaluation en *MtM* consiste à évaluer les flux futurs d'un prêt immobilier en utilisant la courbe des taux sans risque corrigé de risque (on rajoute une prime de risque à tous les taux sans risque). La prime de risque est déterminée à la date initiale par la méthode OAS en supposant que les flux du prêt sont certains.

DÉPÔTS À VUE (DAV)

- Les banques font la distinction entre une composante statique et une composante dite optionnelle. La première décrit le comportement du client en termes de gestion de ses encaisses et ne dépend pas de taux d'intérêt. Elle contient une partie d'échéance longue dite stable, ou structurelle, et une partie dite volatile, fluctuante ou conjoncturelle. La deuxième composante, en revanche, représente les arbitrages des clients avec d'autres produits financiers et dépend de taux d'intérêt. Ainsi, pour mesurer uniquement l'impact de taux d'intérêt, seule la partie stable et optionnelle des DAV est considérée. Ce qui permet de supposer que les DAV sont investis entièrement au niveau de l'actif.
- on suppose également que l'attrition et la conquête se compensent ou sont nulles ; on projette la valeur d'un portefeuille fermé sur l'horizon.
- sous ces deux hypothèses, l'encours futur n'est influencé que par l'arbitrage de clients avec d'autres produits du passif. Suite à une hausse de taux d'intérêt (et donc de la rémunération de ces derniers), les clients peuvent retirer leurs DAV pour les placer dans d'autres produits financiers. Cela permet également d'écarter l'encours du aux comportements de clients en termes de gestion de ses encaisses et de prendre en compte seulement le comportement en terme de taux d'intérêt.
- on suppose que l'arbitrage des DAV peut intervenir à n'importe quelle date en fonction de l'évolution de taux d'intérêt. On utilise ainsi une convention déterministe *in fine* qui permet de supposer qu'en dehors d'un arbitrage des clients en cas d'évolution de taux d'intérêt, les DAV restent constants jusqu'à une certaine maturité (T=10 ans dans notre modèle) puis disparaissent entièrement.

4.2 LA VALORISATION DE L'ACTIF ET DU PASSIF

Les modèles utilisés ci-dessous pour la valorisation de l'actif et du passif sont inespérés de Demey, P. et al (2000) et (2003) et Frachot, A. (2001). Toutefois, la formulation reste spécifique au contexte dans lequel nous travaillons.

4.2.1 PROJECTION DE TAUX D'INTERET PAR LE MODELE DE VASICEK

Dans le modèle de Vasicek, le taux court r_t est supposé suivre un processus de diffusion de type Ornstein-Uhlenbeck :

$$dr_t = a(b - r_t) dt + \sigma_r dW_t^1$$

- ✓ r_t taux court à l'instant t
- ✓ b représente la moyenne à long terme autour de laquelle évolue le taux court r_t ;
- ✓ a force de rappel vers b
- ✓ σ_r volatilité de taux
- ✓ W_t^1 un mouvement brownien standard

Pour b , a et σ_r fixés, la courbe de taux zéro-coupon (ZC) est donnée par :

$$R(t, T) = R_\infty - (R_\infty - r_t) \left[\frac{1 - \exp(-a(T-t))}{a(T-t)} \right] + \frac{\sigma_r^2}{a^2} \left[\frac{[1 - \exp(-a(T-t))]^2}{4a(T-t)} \right]$$

Avec $R_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} R(0, t) = b + \frac{\lambda\sigma}{a} - \frac{\sigma^2}{2a^2}$ où λ est la prime de risque supposée constante.

Le prix en t d'une obligation zéro-coupon versant un flux unitaire certain en T est :

$$B(t, T - t) = \exp(-(T - t)R(t, T - t))$$

Ainsi, l'évolution de taux d'intérêt est simulée en utilisant le modèle de Vasicek avec les paramètres suivants $r_0 = 0,04; b = 0,07; a = 0,25; \sigma_r = 0,02; \lambda = 0,2$

4.2.2 VALORISATION DE L'ACTIF

En supposant que les mensualités sont réinvesties au taux sans risque en vigueur jusqu'au l'échéance du prêt, la distribution de la valeur de l'actif en $t = 1$ de 1€ investi dans un prêt immobilier avec réinvestissement des mensualités est :

$$\left[\int_0^{T^p} m \exp[(T - s)R(s, T - s)] ds + CRD(T^p) \exp[(T - T^p)R(T^p, T - T^p)] \right] B(t, T - t)$$

- ✓ T^p la date de remboursement anticipé.
- ✓ m la mensualité constante établie initialement dans le contrat du prêt.
- ✓ $CRD(T^p)$ le capital restant dû en T^p .

A une date T^p , le client demande à être remboursé par anticipation lorsque l'écart entre le *MtM* de son prêt et le capital restant dû à cette date, est suffisamment important, soit :

$$\int_{T^p+dt}^T m \tilde{B}(T^p, s - T^p) ds > v CRD(T^p)$$

$v > 1$ est propre à chaque client. On peut tester ainsi différentes valeurs de v . Par exemple, on peut dire que le client rembourse par anticipation dès que v devient supérieur à 1,05, 1,10

$\tilde{B}(t, T - t) = \exp(-(T - t)\tilde{R}(t, T - t))$ est le prix de ZC risquée dont les taux risqué $\tilde{R}(t, T - t)$ est de $\tilde{R}(t, T - t) = R(t, T - t) + OAS$

4.2.3 VALORISATION DU PASSIF

En supposant les DAV sont rémérés au taux constant c et qu'en cas d'arbitrage le client opte pour l'investissement de ses DAV dans un actif qui rapporte le taux sans risque, la distribution de la valeur de l'engagement (DAV) à la date $t = 1$ est donnée par :

$$\exp(cT^d) \exp((T - T^d)R(T^d, T - T^d))B(t, T - t)$$

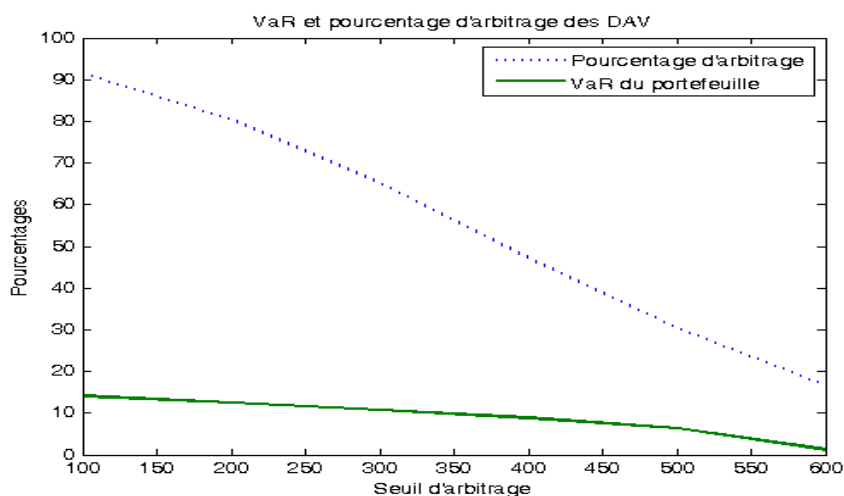
Où T^d est la date d'arbitrage du client

On peut dire que les clients retirent leurs DAV pour les placer dans d'autres produits financiers ou de manière équivalente procèdent à l'arbitrage entre les DAV et les autres produits dès que le taux de marché augmente de manière prolongée. Dans le modèle, l'arbitrage intervient quand les taux courts à 1 mois, 2 mois ...12 mois augmentent simultanément avec au moins p points de base.

4.3 RÉSULTATS

Nous avons testé l'évolution de l'exercice des options cachées et de mesures de risque (par la VaR) en fonctions des seuils fixés. La VaR actif-passif est obtenue à partir de la distribution de la valeur nette du portefeuille actif-passif en $t = 1$, et déterminée en pourcentage de la valeur initiale de l'actif du portefeuille.

L'évolution de la VaR et du taux d'arbitrage des DAV en fonction de l'augmentation du seuil d'arbitrage est donnée dans le graphique suivant, pour un taux de remboursements anticipés nul.

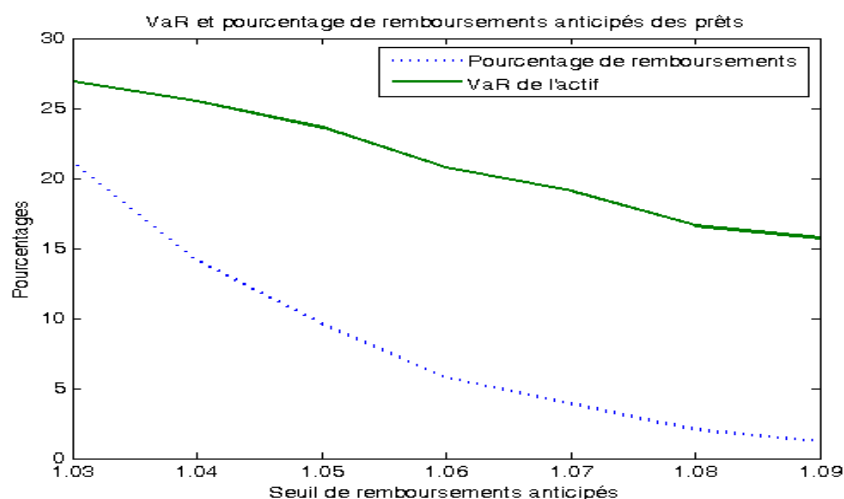


En absence de remboursements anticipés des prêts, ce graphique nous permet d'isoler l'impact d'arbitrage des DAV sur la VaR. Cette dernière baisse avec la diminution d'arbitrage des clients qui est lui-même est fonction de l'évolution de taux d'intérêt. Ainsi, dès que le taux d'arbitrage passe la barre de 20%, le risque (mesuré par la VaR) devient significatif et peut menacer la solvabilité et l'équilibre actif-passif du portefeuille représentatif. Il faut souligné que cette application ne traite que le risque lié au comportement d'arbitrage à l'interne de la banque (arbitrage pour un actif qui rapporte le taux sans risque) sans pour autant traiter le problème de transfert à l'externe et le problème de liquidité qui peut en résulter.

On a constaté également qu'en cas d'absence d'arbitrage de DAV avec un produit qui rapporte le taux sans risque, la VaR est toujours nulle quelque soit le taux de remboursements anticipés. Cela peut être expliqué par la faible rémunération des DAV (considéré égale à 0,5% dans le modèle), ce qui peut correspondre à ce qui est pratiqué en moyenne.

Dans notre modèle où le prêt au niveau de l'actif est supposé être financé entièrement par les DAV, la banque réalise un gain même dans le cas de remboursements anticipés massifs des prêts. Intuitivement, on peut conclure que les remboursements anticipés des prêts ne constituent un risque pour les banques que dans le cas où le passif devient onéreux par l'augmentation de la part des produits rémunérés. Cela correspond à l'idée théorique, qu'on a soulignée dans le corps du texte, où les banques ne sont que faiblement exposées au risque de baisse de taux. Cependant, une inversion rapide et importante de la courbe de taux suite à la phase de baisse de taux pourrait être très risquée pour la banque.

Cela se confirme en se focalisant sur les prêts au niveau de l'actif du portefeuille bancaire, on constate que la VaR de l'actif est assez importante pour les différents scénarios de seuil de remboursements anticipés.



L'exercice des options cachées dans les banques apparaît relativement moins risqué au niveau global du portefeuille. Cela peut être expliqué par la compensation actif-passif de taux en termes d'exercice des options (arbitrages de DAV en cas d'augmentation de taux et de remboursements anticipés en cas de baisse de taux). La deuxième explication vient d'un passif (DAV) moins onéreux pour les banques, d'autant plus que les remboursements anticipés interviennent durant les périodes de baisse de taux, conditions généralement favorables pour les banques.

5 CONCLUSION

Ce papier se base sur un modèle comportemental dépendant essentiellement de taux d'intérêt pour illustrer le risque de comportement des clients bancaires. L'application se fait sur un simple portefeuille actif-passif constitué d'un prêt immobilier et des dépôts à vue. Cela nous a permis de projeter et d'évaluer les flux d'actif et de passif du portefeuille en utilisant le modèle de Vasicek de taux d'intérêt et des formules stochastiques d'évaluation d'actif et de passif dans le cadre d'une simulation Monte Carlo.

Les résultats apparaissent intuitivement corrects. Toutefois, il faut souligner les limites de cette modélisation liées tout d'abord à la composition du portefeuille considéré et ses hypothèses sous-jacentes ainsi qu'aux facteurs pris en compte par le modèle comportemental. Ce dernier doit se baser sur des données réelles et prendre en compte non seulement le taux d'intérêt, comme facteur principal de risque, pour construire la distribution des seuils d'exercice à un an.

La méthode peut donc être généralisée dans le cadre d'un travail de simulation actif-passif globale et intégrée. L'impact de comportements des clients en termes d'exercices des options cachées peut ainsi être valorisé, tarifié et couvert dans ce cadre global.

REFERENCES

- [1] Al meriouh, y., y. Regragui (2015), Gestion du risque de liquidités : problématique du comportement de la clientèle bancaire marocaine, international journal of innovation and scientific research issn 2351-8014 vol. 18 no. 2 oct. 2015, pp. 285-296
- [2] Bossy, M., N. Pistre, D. Talay (1997), Etude numérique de sensibilité d'un bilan de société d'assurance dans le cadre de contrats avec option de sortie, revue Banque & Marchés, No.28, Mai-Juin 1997.
- [3] Demey, P., A. Frachot, G. Riboulet (2000), Note sur l'évaluation de l'option de remboursement anticipé, Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais
- [4] Demey, P., A. Frachot, G. Riboulet (2003), L'introduction de la gestion actif-passif bancaire, *Economica*
- [5] Entrop, O., A. Krombach, C. Memmel, M. Wilkens (2009), Non-maturing Assets and Liabilities of Banks : Valuation and Risk Measurement, Paper conducted as part of a research visit to the Deutsche Bundesbank
- [6] Frachot, A. (2001), A note of behavioral models for managing optionality in banking book, Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais
- [7] Jarrow, R. A., D. R. van Deventer (1998), The arbitrage-free valuation and hedging of demand deposits and credit card loans, *Journal of Banking and Finance* 22 (3), 249_272.

- [8] Kumar, P. (2004), Learning about investment risk: The effects of structural uncertainty on dynamic investment, *Journal of Economic Behavior & Organization* Vol. 60 (2006) 205–229
- [9] Mittler, G. (2002), Fortis Capital Needs and Financing, Presentation Fortis Day, 18 April 2002
- [10] Quémard J. L., V. Golitin (2005), Le risque de taux d'intérêt dans le système bancaire français, *Revue de la Stabilité Financière*, N° 6 - Juin 2005
- [11] Simon, A. (2005), Les modèles d'évaluation financière s'appliquent-ils à l'immobilier ?, *Réflexions immobilières 2005*, pp. Novembre 2005, HAL Sciences de l'Homme et de la Société, <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00163741>
- [12] Turpin, F., A. Adam (2004), Capital Économique et Gestion Actif Passif dans la Banque de Détail et l'Assurance-vie, Présentation à l'AFGAP le 08/01/2004.