PROMOTION 2011

Mémoire présenté devant

INSTITUT DE STATISTIQUES DE L'UNIVERSITE DE PARIS
23, Avenue d'Italie – 75013 Paris

Pour l'obtention du

Diplôme de Statisticien

Mention Actuariat

Assurance ☐ ***Finance*** ■

Par Mlle Marion POUZET

Sujet : Couverture de l'arbitrage clientèle entre produits d'épargne

Lieu du stage : BNP Paribas

Responsables du stage : Vincent Gueguen, Thibaut de Roquemaurel, Régis Waksman

Encadrant I.S.U.P : Jacques Chevalier

<u>CONFIDENTIEL</u>

Remerciements

Je tiens tout d'abord à adresser mes remerciements à M. Jean-Louis Godard, responsable de l'ALM Groupe de BNP Paribas pour m'avoir accueilli au sein de ses équipes.

Je souhaite aussi remercier M. Jacques Chevalier, superviseur de mon stage à l'ISUP pour ses conseils et ses corrections avisées.

Je remercie également M. Vincent Gueguen, responsable adjoint de l'ALM Groupe pour ses suggestions constructives au cours de l'élaboration de ce mémoire.

De plus je voudrais exprimer ma reconnaissance envers M. Thibaut de Roquemaurel, responsable de l'équipe ALM Models pour ses idées et ses conseils et envers M. Régis Waksman pour sa disponibilité et ses explications.

Je remercie enfin l'équipe ALM BDDF de m'avoir accueilli dans leur bureau pendant les six mois de mon stage et d'avoir pris le temps de répondre à mes questions.

Table des matières

Résumé

La Banque de Détail en France (BDDF) est l'entité de BNP Paribas qui commercialise les produits destinés aux particuliers et aux professionnels. L'objet de ce mémoire est d'étudier le risque lié à l'arbitrage entre produits d'épargne au sein du portefeuille de clients « particuliers » de BDDF.

L'arbitrage sur les produits d'épargne consiste pour un client, à gérer ses dépôts de manière dynamique afin d'optimiser son capital en terme de rendement, de fiscalité ou de disponibilité.

Ce type de comportement modifie le résultat de BDDF car la marge réalisée sur l'ensemble des dépôts repose sur la répartition de l'encours total entre les produits. De plus les transferts de capitaux peuvent mettre en défaut les décisions de gestion prises à partir des prévisions d'encours qui ignorent l'arbitrage.

Parmi les produits de dépôt proposés par BDDF, seuls les dépôts à vue ne sont pas rémunérés, ils sont donc intrinsèquement moins intéressants pour le client. Néanmoins il s'avère que le contexte de taux bas a rendu les produits rémunérés moins attractifs, minimisant l'écart de rendement avec les dépôts non rémunérés. Ainsi ce contexte a incité les clients à conserver davantage de liquidité sur leur compte à vue.

À l'inverse si les banques proposaient à l'avenir des taux de rémunération élevés sur les autres produits, les clients risqueraient de limiter l'encours de leur compte courant au minimum. Or les dépôts à vue sont plus margés que les autres produits du fait de l'absence de rémunération et de la durée de vie moyenne d'un compte qui permet un investissement relativement long. De plus ils sont très importants en termes d'encours dans le portefeuille de BDDF et une fuite massive d'encours vers un produit rémunéré représenterait une perte.

Ainsi une hausse des taux devrait relancer la compétitivité des produits rémunérés néanmoins la hausse ne sera pas répercutée au même rythme dans tous les taux client et suscitera un arbitrage clientèle. Nous observons, une fois les comptes réglementés saturés, que l'arbitrage entre les produits destinés à l'épargne à moyen terme s'effectue essentiellement entre les comptes sur livret et les dépôts à terme inférieurs à deux ans.

Le contexte actuel est fortement favorable aux comptes sur livret qui sont plus rémunérateurs que les dépôts à terme du fait des taux courts très bas comparés aux taux longs et à l'inflation. Le risque est qu'une hausse des taux soit répercutée plus rapidement dans le taux client des dépôts à terme et entraîne un transfert d'encours vers ce produit. La banque réalisant une marge plus importante sur les livrets, ces transferts réduiraient la marge globale.

L'application de la méthode du delta équivalent permet de mesurer le risque en cas de hausse des taux et de le prendre en compte dans l'impasse de taux.

La nécessité de mesurer ce « nouveau risque de taux » lié à ces deux arbitrages clientèle s'explique par un contexte d'anticipation du marché à la hausse. Cette mesure permettra ainsi une évaluation plus juste de la position.

Abstract

French retail banking (BDDF) is the entity of BNP Paribas which markets in France the products to private individuals and to professionals. The aim of this study is to examine the risk related to the arbitrage between savings products within the portfolio of "private individuals" BDDF customers.

The arbitrage on the savings products consists for a customer, to handle his deposits in a dynamic way in order to optimize its capital in term of return, taxation or availability.

This kind of behaviour modifies the income of BDDF because the margin realised on the whole of the deposits relies on the distribution of the aggregate amount between the savings products. Moreover capital transfers can fault the decisions of managements made from the forecasts of outstanding ignoring the arbitrage.

Among the products of deposit offered by BDDF, only current accounts are not remunerated so they are less worthwhile for customers. Nevertheless, context of low rate has proved to make paid products less attractive, minimizing the dismissal of return with the not paid deposits. Thus this context encouraged the customers to preserve more liquidity on their checking account. On the opposite, in the future, if the banks proposed high rates of remuneration on the other products, the customers will be likely to limit the outstanding of their current account at least. But the current account is more profitable for BNP Paribas than other products as it's not paid and its average lifetime allows a relatively long investment. Moreover the outstanding of these deposits are very important in the BDDF portfolio and a massive escape of cash towards remunerated products would represent a strong loss.

Thus a rise of the rates would revive the competitiveness of the remunerated products. Nevertheless the rise will not be reflected at the same rhythm in every rates customer and will cause an arbitrage from customers. We observe, once the regulated accounts have been saturated, that the arbitrage between medium-term savings occurs primarily between the saving books and the term deposits lower than two years. The current context is in favour of saving books because short term rates are very low compared to inflation and long term rates. But savings book are more lucrative for BNP Paribas than the term deposits. The risk is that a rise of the rates was reflected more quickly in the customer interest rate of the term deposits. It would involve a transfer of outstanding towards a less lucrative product and would reduce the global margin.

The method of the equivalent delta enables to measure the interest rate risk in case of raise of rates and to take it into account in the interest rate gap.

The need for measurement of this "new risk of rate" related to these two arbitrages is explained by a context of upward market timing. Thus this measurement should provide a righter evaluation of the position.

Introduction

La Banque de Détail en France (BDDF) commercialise les produits de BNP Paribas destinés aux particuliers et aux professionnels.

L'arbitrage entre produits d'épargne consiste à transférer son épargne d'un produit à un autre et éventuellement d'une banque à une autre au gré des mouvements de taux et du contexte fiscal. Ces transferts de capitaux représentent un risque majeur pour BNP Paribas puisqu'ils mettent en défaut les décisions de gestion prises pour optimiser l'encours prévu sans prendre en compte cet effet volume. L'objectif de notre étude est de mesurer ce risque de taux qui n'est pour le moment pas comptabilisé dans l'impasse de taux.

Deux arbitrages préoccupent le département ALM de BNP Paribas quant à leur impact sur le résultat des prochaines années. En effet le contexte de taux bas implique des anticipations à la hausse qui pourraient modifier brusquement la compétitivité des produits d'épargne.

D'une part, la situation récente n'a pas permis aux banques de proposer un taux d'intérêt très élevé donc de nombreux clients ont privilégié leur épargne non rémunérée plutôt que de gérer dynamiquement leur capital pour gagner très peu. Ceci explique une forte croissance ces deux dernières années de l'encours global de dépôt à vue au sein de BDDF et laisse supposer qu'une hausse des taux pourrait freiner cette progression. Or les dépôts à vue n'étant pas rémunérés et leur encours étant relativement stable dans le temps, l'ALM de BNP Paribas peut profiter du taux de rendement d'actifs à moyen voire long terme sans reverser d'intérêts aux clients. Le risque en cas de hausse des taux, est ainsi un ralentissement de la croissance des dépôts à vue et donc une perte de résultat sur ces dépôts fortement margés.

D'autre part si une hausse des taux de marché rendrait effectivement les produits d'épargne rémunérés plus attractifs, l'effet « hausse des taux » ne se répercuterait pas aussi rapidement sur tous les taux client. Ces écarts entre les différents taux de rémunération proposés aux clients déterminent en partie le comportement clientèle. Les clients particuliers adoptent pour la première partie de leur épargne un comportement systématique. Celui-ci consiste à conserver un minimum d'encours sur leur compte courant et à saturer si possible leur dépôts réglementés (en partie défiscalisée). Ensuite ils répartissent leur épargne suivant leurs projets entre diverses catégories: épargne logement, assurance vie, épargne moyen terme…

L'arbitrage financier ne s'effectue pas entre les catégories mais au sein d'un type d'épargne entre différents produits. L'épargne logement et l'assurance vie sont des placements relativement long et repose sur l'ancienneté du compte. De ce fait les clients n'effectuent que peu de transferts sur ces comptes. Par contre sur l'épargne à moyen terme, les clients arbitrent régulièrement entre les deux produits non réglementés suivant : les dépôts à terme et les comptes sur livret. Les taux client de ces deux produits se comportent différemment face à une hausse de taux.

Le premier produit a une échéance connue, son taux client est indexé sur des taux de marché de même maturité, donc une hausse des taux de marché sera rapidement reproduite dans le taux client. Au contraire pour le compte sur livret, le taux client repose sur le Taux de Cession Interne (TCI) qui est une moyenne pondérée de taux longs, d'inflation et de taux courts. Le taux client mettra donc un certain temps à absorber une hausse des taux de marché et ne l'absorbera éventuellement qu'en partie.

Aujourd'hui les taux courts étant très bas comparés au niveau de l'inflation et des taux longs, les livrets sont plus rémunérés, donc les clients investissent massivement sur ce produit. Les prévisions à la hausse avantageront le taux des dépôts à terme au détriment de celui des comptes sur livret. Si les DAT venaient à proposer un rendement supérieur, les clients transfèreront leur épargne des livrets aux DAT. Or les DAT sont historiquement moins margés que les livrets. Un transfert d'encours d'un produit fortement rémunérateur pour BNP Paribas à un autre moins rentable représenterait une perte de résultat pour la banque.

Nous cherchons à mesurer le risque de taux lié à ces deux types d'arbitrage sur les ressources. Pour cela nous nous proposons d'appliquer une méthode de calcul d'équivalent delta qui permet de mesurer le risque de taux liés aux éléments optionnels des livres de l'ALM.

Cette méthode est à l'origine destinée à évaluer le delta d'une option de marché c'est-à-dire la sensibilité de son prix aux variations du cours du sous-jacent. Les gestionnaires Actif-Passif ont adapté cette méthode pour mesurer la sensibilité du résultat liée à une optionalité en cas de translation de la courbe des taux. Elle est appliquée aux options de marché imbriquées dans des produits de BNP Paribas mais s'étend désormais aux options comportementales comme le remboursement anticipé de prêts à taux fixe qui est considéré comme l'arbitrage clientèle sur les produits de crédit. Nous souhaitons élargir son application à l'opportunité d'arbitrer entre les produits d'épargne dont dispose le client et qui est assimilée à une option et ainsi ajouter la mesure du risque de taux lié à cette option à l'impasse de taux.

Pour appliquer cette méthode à un portefeuille fermé de comptes de dépôt à vue, il nous faut calculer les résultats commerciaux dans différents scénarios. Le calcul du résultat implique de connaître les encours et les marges effectuées. L'arbitrage est un effet volume qui perturbe l'écoulement de l'encours attendu. Ainsi nous modélisons l'arbitrage comme une déformation de l'échéancier de liquidité du stock de BDDF. La prise en compte de la marge met en avant un effet contraire à celui de l'arbitrage: l'augmentation de la marge avec l'augmentation des taux.

Nous concluons enfin à une stratégie de couverture globale à partir d'une étude comparative des mesures du risque de taux effectuées en utilisant différents modèles d'arbitrage mais nous soulignons la sensibilité de nos résultats au choix du modèle et de la métrique.

La mesure du risque de taux lié à l'arbitrage entre les dépôts à terme et les comptes sur livret repose sur le constat d'un encours total de l'agrégat insensible au contexte de taux. L'application de l'effet volume sur ces produits consiste à faire évoluer la répartition de l'encours entre les deux produits. Modéliser l'effet volume revient donc à modéliser par exemple la proportion de livrets dans l'agrégat. Dans ce cas, la modification des marges commerciales a un effet comparable à l'effet volume. L'observation d'un panel de deltas nous permet de conclure à une mesure moyenne du risque de taux lié à l'arbitrage entre dépôts à terme et livrets. Cette mesure permet désormais de comptabiliser ce risque dans l'impasse de taux.

Ainsi nous mesurons le risque de taux lié à deux problématiques d'arbitrage qui n'était pas pris en compte dans l'impasse de taux d'intérêt. Les deux arbitrages représentent un risque en cas de hausse des taux et représente donc un enjeu majeur pour les gestionnaires ALM dans le contexte actuel de taux très bas.

1. Les enjeux de l'ALM de BNP Paribas

La gestion Actif-Passif de BNP Paribas joue un rôle majeur au niveau du groupe dans l'évaluation de la position et dans la prise de décisions de gestion pour réguler cette position.

1.1. La gestion Actif Passif au sein de BNP Paribas

Il existe au sein de BNP Paribas, plusieurs pôles, qui intègrent chacun divers métiers et de nombreuses interactions. La trésorerie actif passif est intégrée dans cette structure complexe.

1.1.1. Organisation du groupe

Le groupe BNP couvre trois grands domaines d'activité complémentaires (pôles) :

- La banque de détail
- La banque de financement et d'investissement (CIB)
- Investment solutions (IS)

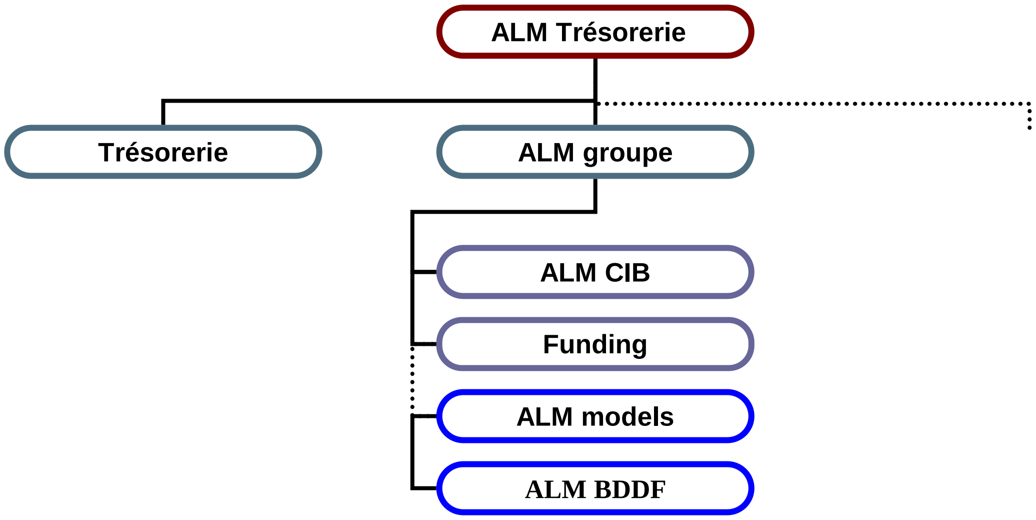
La banque de détail propose des produits de placement et de crédit aux clientèles individuelles (particuliers, entreprises de petite taille ou de taille moyenne, collectivités locales et associations) et de financement d'équipement aux entreprises. Elle comporte sept entités opérationnelles:

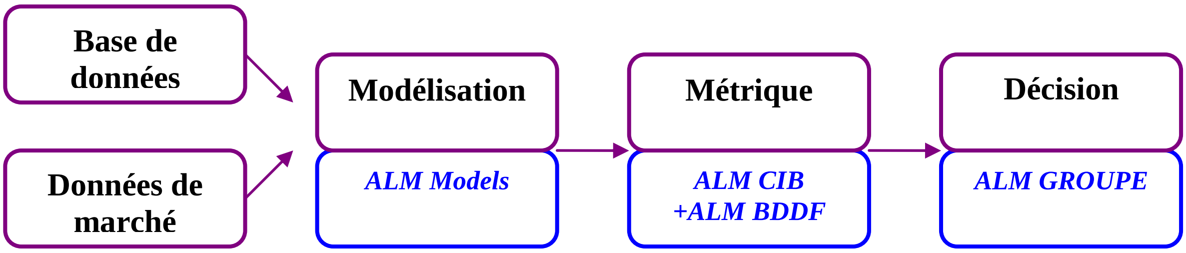
  - BDDF : Banque de détail de France
  - BNL bc : Italie
  - BeLux Retail Banking : Belgique et Luxembourg
  - Europe méditerranée : Afrique du nord, Egypte, Turquie et Europe centrale
  - BancWest : Ouest des Etats-Unis et Hawai
  - …

Investment solutions fournit des solutions aux investisseurs et aux partenaires distributeurs. Son domaine de compétence est la collecte, la valorisation, la gestion, la protection et l'administration de l'épargne et du patrimoine. Ce pôle regroupe 6 métiers : la banque privée, la gestion d'actifs, l'épargne et le courtage en ligne, le métier Titre, l'immobilier et l'assurance.

Corporate & Investment Banking intervient auprès des institutions bancaires, des grandes entreprises ou des fonds d'investissement. Son rôle est le conseil, l'intermédiation et l'exécution des opérations de « haut bilan » (introduction en bourse, émission de dette, fusion acquisition…).

CIB comprends parmi ses métiers l'ALM trésorerie qui gère le risque de liquidité, le risque de taux et le risque de change au niveau du groupe. Nous ne présenterons qu'en partie son organisation pour justifier l'objectif du stage.





J'ai travaillé pendant mon stage au sein de l'équipe ALM models afin d'établir un ensemble de modèles pouvant reproduire l'effet de l'arbitrage clientèle.

Le second objectif de mon étude était de rendre opérationnelle cette modélisation sur le portefeuille BDDF en proposant une couverture de ce risque au sein de l'équipe ALM BDDF.

1.1.2. Le bilan comptable

Un bilan répertorie à un moment donné les emplois (actif) et les ressources (passif) d'une entreprise. Un bilan doit impérativement être équilibré, c'est-à-dire que le passif et l'actif doivent être égaux.

Actif	Passif
Actif immobilisé Immobilisations incorporelles Immobilisations corporelles Immobilisations financières	**Capitaux propres** Capital Réserves Résultat Provisions réglementées
Actif circulant Crédits clients Valeur mobilière de placement **Disponibilité** (trésorerie)	**Dettes** Emprunts Dépôts

Une convention ALM de signe impose de comptabiliser les actifs en négatifs et les passifs en positif.

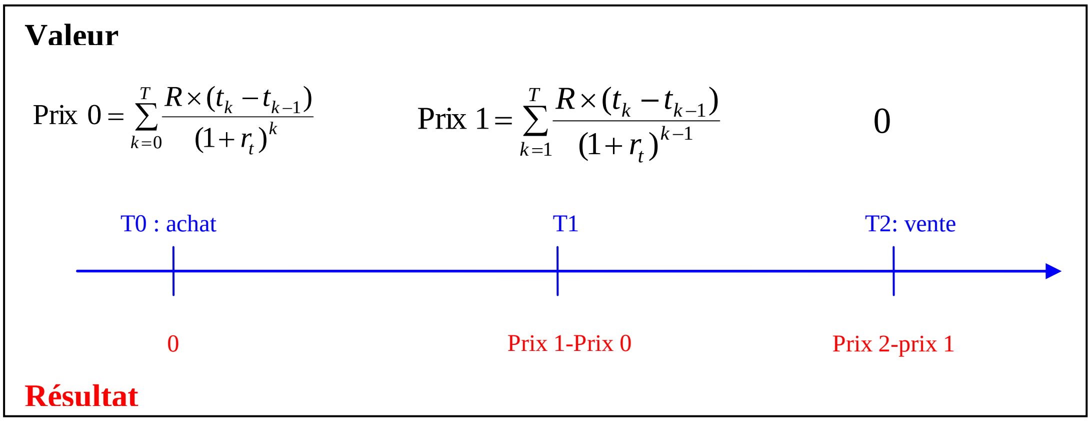
1.1.2.1. Comptabilisation

Il existe plusieurs types de comptabilisation qui s'appliquent aux différents postes du bilan:

- La comptabilisation en valeur de marché (mark to market)

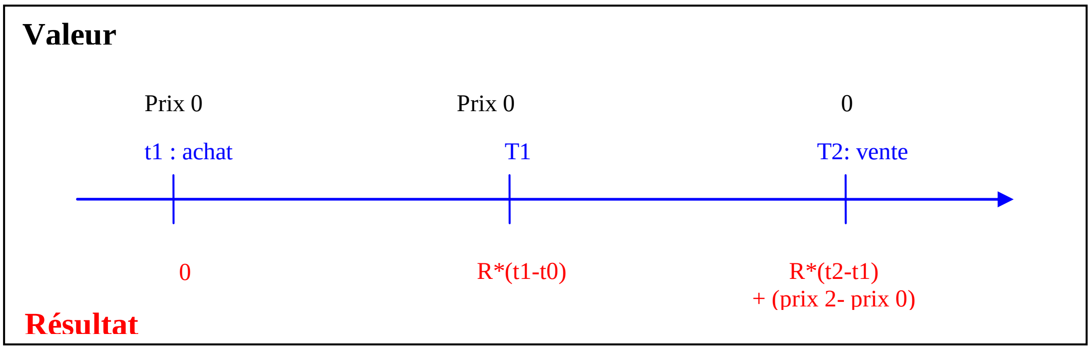
Ce mode de comptabilisation se rapporte à une évaluation de la « juste valeur » des produits. Il consiste à comptabiliser à chaque date les actifs à leur valeur de marché c'est-à-dire à leur valeur actuelle nette.

Prenons l'exemple d'une obligation à taux fixe R et de maturité T :



- La comptabilisation en couru (accrued)

Cette méthode aussi appelée comptabilisation au coût historique consiste à considérer que la valeur d'un titre est sa valeur d'achat et à chaque date le résultat comptabilisé est le montant des intérêts touchés et éventuellement le résultat de la vente du titre.



Les deux types de comptabilisation sont à l'origine de deux types de couverture :

- soit il s'agit de couvrir les variations éventuelles au niveau de la juste valeur des postes,
- Soit il s'agit de couvrir les variations éventuelles au niveau des flux versés ou reçus par la banque.

1.1.2.2. Banking Book et Trading Book

Un bilan bancaire peut être séparé en deux parties : le trading book (portefeuille de négociation) et le banking book (portefeuille d'investissement ou bancaire).

Le trading book regroupe toutes les opérations comptabilisées en valeur de marché. Il comprend les dérivés vendus aux clients et les stratégies de couverture correspondantes.

Le contrôle du risque sur le trading book repose sur des mesures techniques telles que lzzza Value at Risk qui permet d'ordonner les dérivés du plus complexe (marge plus importante) au plus classique.

Le banking book est l'ensemble des opérations enregistrées en couru : les opérations de dépôt ou de crédit, les investissements et les emprunts comptabilisés en AFS (détenus en vue de la vente) ou en HTM (détenu jusqu'à maturité).

Pour des raisons règlementaires et comptables la gestion du risque pour le portefeuille bancaire diffère de celle du portefeuille d'investissement.

Un des rôles de l'ALM consiste à gérer et couvrir les positions financières détenues dans le banking book.

1.1.3. Les risques

Afin de pouvoir donner une définition à la gestion Actif-Passif, présentons les principaux risques auxquels doit faire face un organisme financier :

- le risque de liquidité

Ce risque est issu du rôle de transformation d'une banque dont le terme des emplois (crédits accordés aux clients) est en général supérieur au terme des ressources (dépôts des clients), transformation inhérente à l'activité bancaire. Cette transformation génère un risque, celui que la banque ne soit pas en mesure d'honorer ses engagements à échéance. En pratique cela correspond au risque qu'à échéance, la banque ne parvienne pas à vendre ses actifs ou au contraire à se refinancer.

- le risque de défaut ou risque de crédit

Ce risque correspond à la défaillance de la solvabilité d'une contrepartie de l'organisme financier. Il peut s'agir aussi bien d'un autre organisme financier que d'un particulier ou d'une entreprise

- le risque de taux et de change

Les crédits long terme (dont le taux est souvent fixe) sont en partie financés par les ressources court terme. La banque rémunère les dépôts et reçoit des intérêts sur les crédits ; il y a un risque que la banque rémunère plus d'intérêts qu'elle n'en reçoit. De plus c'est une problématique lors du refinancement, le nouveau taux peut être plus élevé que celui que rémunèrent les actifs.

Le risque de change intervient lorsque l'opération et sa couverture ne sont pas dans la même devise. L'évolution du taux de change peut ne plus permettre à la banque d'honorer avec ses placements dans la devise A, ses engagements dans la devise B.

- les risques de marché

Ces risques sont liés aux mouvements de marchés auxquels est soumis l'organisme financier sur ses positions.

- les risques opérationnels

Ces risques sont du type fraude, non-respect de la législation ou dysfonctionnement interne.

Nous nous concentrerons par la suite sur le risque de liquidité et le risque de taux qui sont les plus important en terme de ressources.

1.1.4. Rôle de l'ALM de BNP Paribas

Parmi les missions de l'ALM figure :

- Le développement d'outils informatiques en terme de modélisation ou de production d'indicateurs.
- L'analyse des risques de liquidité, de taux et de change qui consiste à :
    - modéliser l'évolution du bilan,
    - définir les transferts de risques d'un pôle vers l'ALM trésorerie,
    - construire des indicateurs de risque et les interpréter,
    - s'assurer de la cohérence de la gestion avec la réglementation
    - fournir des rapports aux auditeurs externes, aux régulateurs et aux agences de notation.
- La gestion du risque de taux et de change dans le banking book c'est à dire :
    - optimiser des stratégies de couverture sur les marchés,
    - justifier la comptabilisation de la couverture sous les normes locales et IFRS.
- L'implémentation des stratégies de financement à moyen et à long terme pour :
    - optimiser les stratégies en terme de diversification, de maturité, de spread et d'échéance,
    - optimiser l'utilisation des portefeuilles d'actifs clients en tant que garantie pour la titrisation et la couverture des bons obligataires.

De plus une particularité de l'ALM de BNP Paribas est qu'elle est un centre de profit

1.2. Mesure du risque

La mesure du risque est la première étape dans la gestion de la position et constitue une part importante de la gestion Actif-Passif.

1.2.1. Indicateurs de gestion

Les deux indicateurs d'une société en général sont sa valeur et son résultat.

Pour une banque, la valeur correspond à la valeur actuelle nette des flux financiers futurs à laquelle s'ajoute la valorisation d'options implicites.

La Marge Nette d'Intérêt (MNI) désigne le résultat sur un principe d'amortissement de la marge de transformation que nous expliciterons par la suite.

L'objectif de l'ALM peut être de stabiliser les marges de la banque (méthode des impasses) ou bien sa valeur (méthode de la duration). Nous nous intéressons à l'impact de l'arbitrage sur le résultat donc nous utiliserons la méthode des impasses.

Lorsque nous étudions les marges de la banque, il ne s'agit pas tant de connaître le stock d'actifs et de dépôts chaque année mais bien les écarts entre l'un et l'autre en terme d'encours et de rémunération. La marge nette correspond à la différence entre les intérêts touchés sur les crédits et les intérêts rémunérés aux dépôts à laquelle s'ajoutent les intérêts du surplus de liquidité (ou se soustraient les coûts du manque de liquidité).

La mesure de l'exposition du résultat repose sur l'évaluation du risque de liquidité et du risque de taux sur le résultat.

1.2.2. Impasse de liquidité

Le bilan est équilibré par nature à chaque date présente mais cet équilibre n'est pas assuré dans le futur, il existe ainsi un risque de liquidité c'est-à-dire de décalage entre l'actif et le passif. L'impasse de liquidité mesure la différence entre les emplois et les ressources du bilan à une date ultérieure et constitue le principal indicateur du risque de liquidité.

Au sein de BNP Paribas, compte tenu du grand nombre d'opérations, l'impasse est calculée sur des agrégats en regroupant les opérations par type de produit, nature du taux d'intérêt, maturité ou devise.

L'impasse peut être considérée en « stock » en calculant la différence entre les actifs et les passifs à une date. Ou bien elle peut être calculée en « flux » comme la différence entre les variations d'encours à l'actif et au passif sur une période. Dans la suite nous préfèrerons l'impasse en stock puisque le résultat est calculé sur le stock.

L'objet de l'ALM est de gérer la position en statique c'est-à-dire sans production nouvelle.

	Mois 1	**Mois 2**	**Mois 3**	**Mois 4**	**Mois 5**	**Mois 6**
Actif	-1000	-900	-700	-650	-500	-300
Passif	1000	800	500	400	350	100
Impasse en stock	**0**	**-100**	**-200**	**-250**	**-150**	**-200**
Tombées d'actif		100	200	50	150	200
Tombées de passif		-200	-300	-100	-50	-250
Impasse en flux		**-100**	**-100**	**-50**	**100**	**-50**
Impasse en flux cumulée		-100	-200	-250	-150	-200

La prévision des encours à l'actif et au passif implique de connaître leur amortissement au cours du temps c'est-à-dire leur échéancier de liquidité.

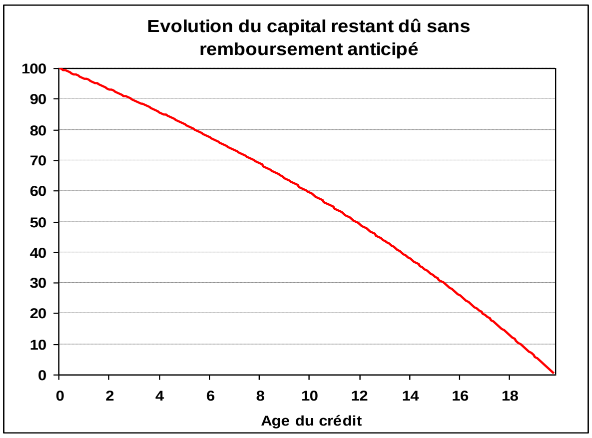
L'échéancier de liquidité d'un produit répertorie l'évolution du capital restant dû dans le cas d'un crédit et l'évolution de l'encours sur un compte dans le cas d'un dépôt.

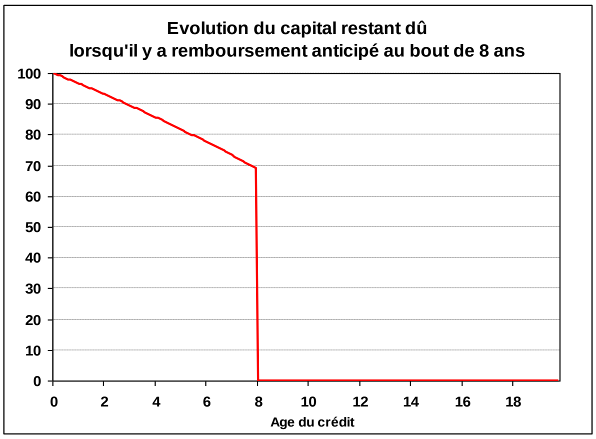
Si les dates et les montants des flux futurs générés par un produit sont connus contractuellement, son échéancier de liquidité est également connu ; il s'agit d'un échéancier contractuel. Par opposition il existe des échéanciers optionnels, des échéanciers conventionnels construits à partir d'une décision de gestion et des échéanciers modélisés à partir de l'historique.

En pratique, à l'actif les échéanciers sont généralement contractuels car les annuités sont connues à l'avance. Par contre au passif les échéanciers sont modélisés car l'encours sur un compte d'épargne n'est pas contractuel.

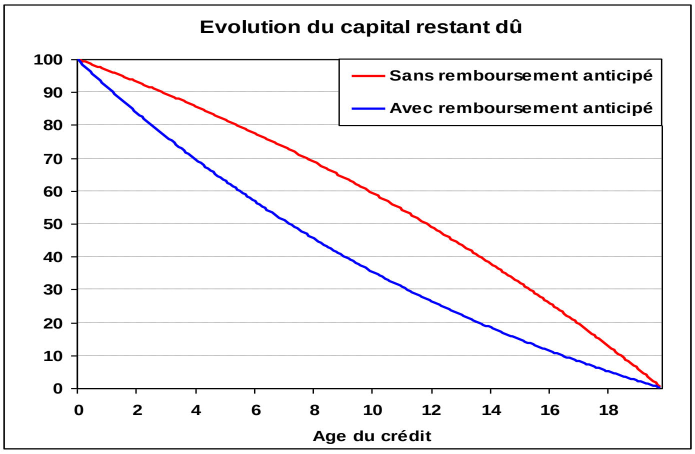
1.2.3. Exemple d'un échéancier de liquidité contractuel avec une option

Les crédits à taux fixe et à annuité constante ont notamment un échéancier connu à l'avance et donc contractuel. Néanmoins la possibilité pour le client de rembourser son prêt modifie nettement l'allure de l'échéancier.





Un échéancier moyen avec remboursements anticipés est obtenu en faisant une moyenne des échéanciers pondérés par la probabilité de remboursement anticipé. Cet échéancier est la synthèse d'un échéancier ferme et contractuel et de la modélisation d'un échéancier optionnel.

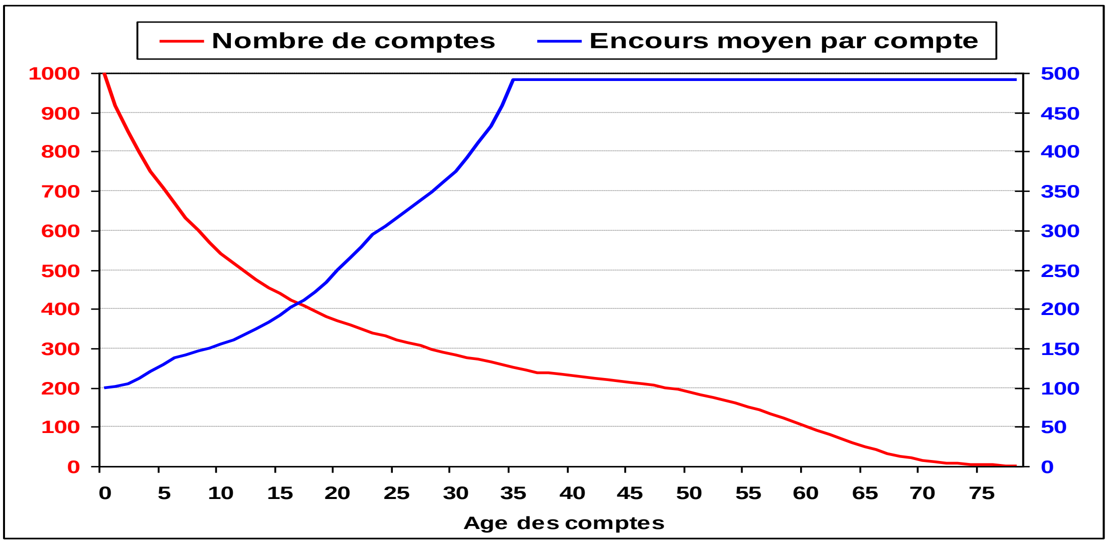


Par ailleurs certains actifs ou passifs n'ont pas d'échéancier contractuel et leur représentation dans l'impasse nécessite de construire un échéancier. Dans ce cas l'obtention de l'échéancier repose sur la modélisation du comportement clientèle.

1.2.4. Exemple d'un échéancier de liquidité construit à partir de l'historique

C'est le cas des comptes courants dont le schéma d'amortissement n'est pas connu. La prévision de l'évolution d'une part du nombre de compte et d'autre part de l'encours moyen par compte permet de déterminer l'évolution de l'encours total.

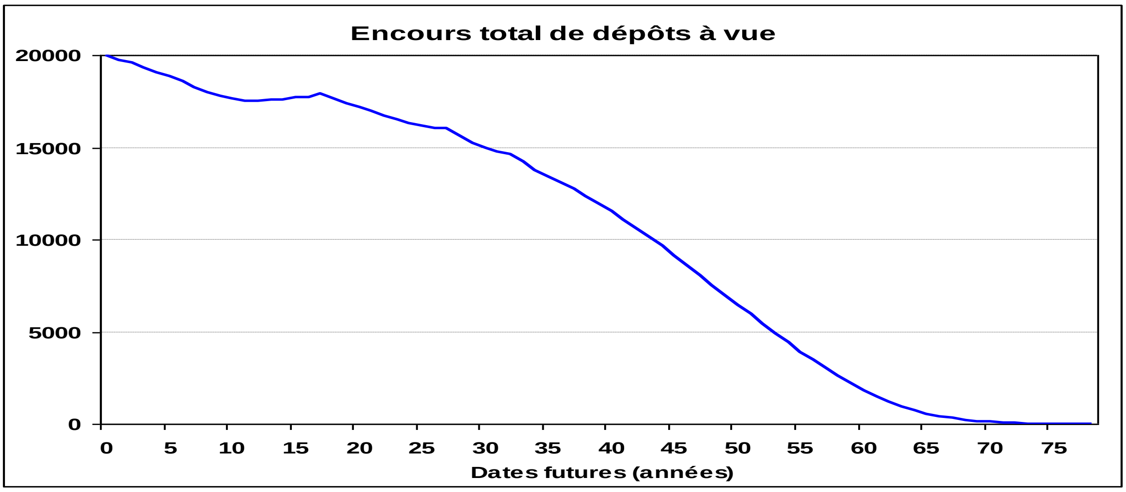
- La première étape est d'obtenir sur l'historique :
    - L'évolution de l'encours moyen par compte en fonction de l'âge du compte. C'est-à-dire un vecteur de taux de croissance d'encours par âge.
    - L'évolution de la probabilité de fermeture du compte en fonction de l'âge. C'est-à-dire un vecteur de taux de clôture par âge. Les motifs de clôture sont multiples, elles peuvent être dues à un transfert de compte vers la concurrence, au décès du client ou encore à un divorce dans le cadre d'un compte partagé.



- Ensuite il suffit de segmenter le pool de comptes existants en agrégat de comptes du même âge. Par exemple si la composition actuelle du stock de clients est:

5 comptes de 60 ans d'encours total 2000 soit en moyenne 400 par compte
15 comptes de 40 ans d'encours total 6000 soit en moyenne 400 par compte
20 comptes de 20 ans d'encours total 4000 soit en moyenne 200 par compte
30 comptes de 10 ans d'encours total 4500 soit en moyenne 150 par compte
30 comptes de 5 ans d'encours total 3000 soit en moyenne 100 par compte

On prévoit alors l'écoulement suivant si les clients se comportent comme les clients se sont comportés dans le passé.



L'impasse de liquidité permet de connaître l'exposition au risque de liquidité. Notre objectif est de couvrir le risque de taux, pour cela nous devons disposer d'une mesure de l'exposition du résultat à ce risque : l'impasse de taux d'intérêt.

1.2.5. Impasse de taux d'intérêt

L'impasse de taux d'intérêt est l'indicateur du risque de taux et détermine par type de taux, le montant (à l'actif ou au passif) sensible au risque de taux c'est-à-dire l'exposition. L'impasse correspond plus exactement à la sensibilité du résultat à une translation de la courbe des taux.

Le calcul de l'impasse de taux se fait par agrégat d'opérations sensibles en intérêt à une même variable, il existe donc plusieurs impasses :

- Impasse taux fixe : opérations dont le taux est connu pendant une période (contrats à taux fixe, contrats à taux révisable avant le prochain fixing, contrats plafonnés sur la période où le plafond est appliqué)
- Impasse à taux révisable : produits dont le taux est révisé au plus tous les mois.

Le calcul de l'impasse de taux repose sur la connaissance de l'échéancier de liquidité et de l'échéancier de taux.

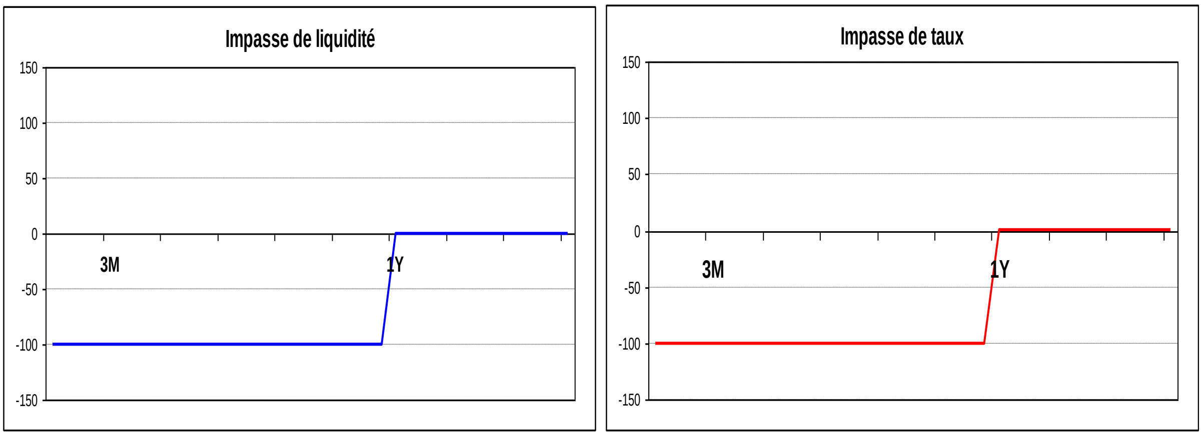
Nous distinguerons des échéanciers de taux contractuels et des échéanciers conventionnels.

Les crédits à taux fixe ou bien indexés sur un taux de marché ont un taux connu à la signature du contrat, leur échéancier de taux est donc contractuel. Par contre les produits d'épargne comme le livret rémunèrent un taux qui est issu d'une décision de gestion suivant le contexte de taux et le comportement de la concurrence. La construction de l'échéancier de taux de tels produits repose donc sur le calcul d'un échéancier TCI dont nous expliquerons le principe par la suite.

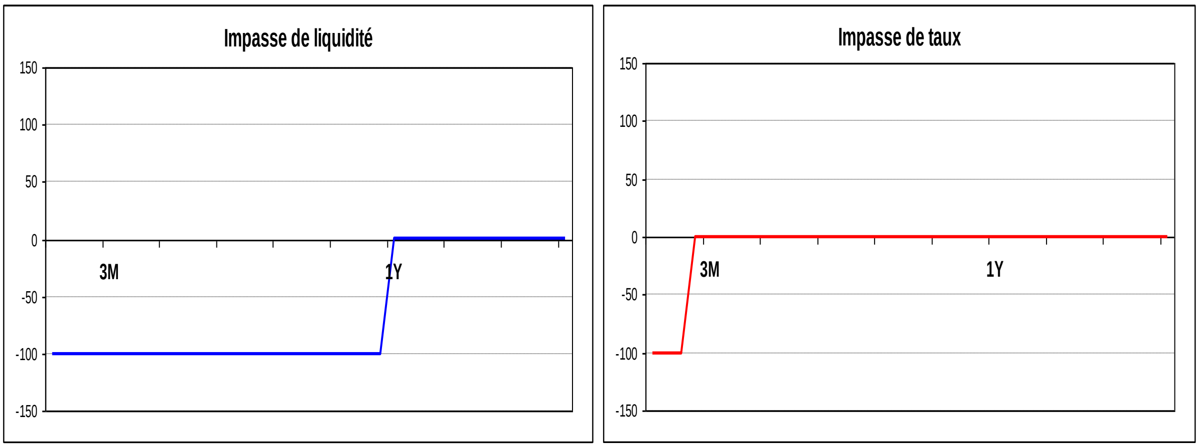
Dans un premier temps nous présentons quelques exemples d'échéanciers contractuels avant d'expliquer l'obtention d'un échéancier conventionnel.

1.2.6. Exemple d'impasses de taux contractuelles

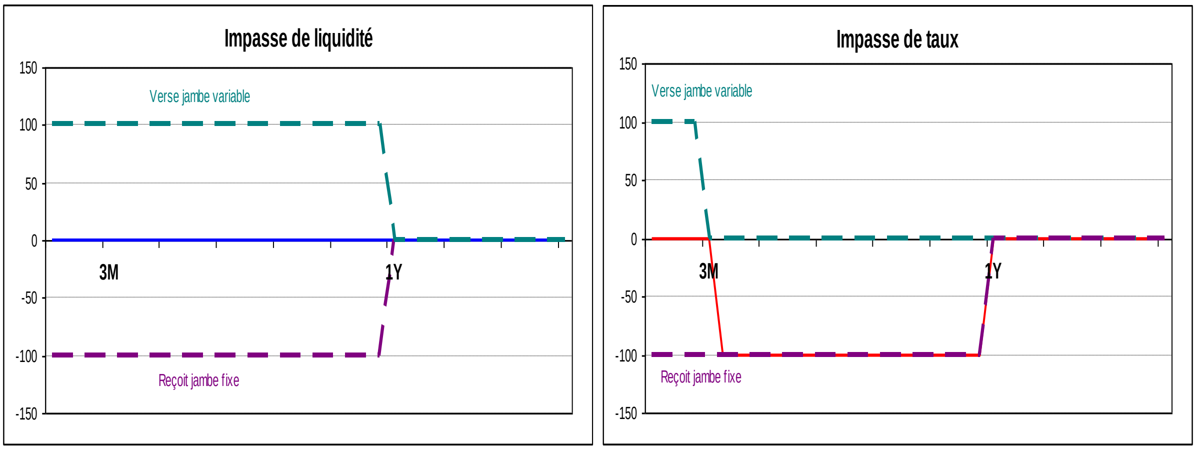
- Prêt de 100M à taux fixe à 4% à 1 an sans amortissement



- Prêt de 100M à taux variable qui refixe dans trois mois à 1 an sans amortissement



- Swap de 100M sur 1 an dont on reçoit la jambe fixe contre une jambe variable eur3m qui refixe dans 3 mois.



Ces impasses de taux illustrent le fait que le portage au jour le jour génère un risque uniquement en cas de taux fixe ou avant le refixing.

Lorsque les taux ne sont pas connus nous devons construire un échéancier conventionnel qui repose sur l'échéancier de TCI.

1.3. Taux de Cession Interne (TCI)

L'échéancier de taux est calculé à partir des prévisions de TCI mais le TCI est avant tout calculé pour tarifer en interne les produits que commercialise le réseau.

Pour comprendre l'utilité du TCI il convient de revenir sur les échanges internes de flux et de trésorerie au sein de BNP Paribas.

Lorsqu'un produit de dépôt (ou de crédit) de taux d'intérêt TC est vendu par une agence locale BNP Paribas, celle-ci doit investir (respectivement se refinancer) au près de la maison mère à un taux interne TCI. L'agence réalise une marge commerciale sur ce refinancement qui vaut TCI-TC (respectivement TC-TCI).

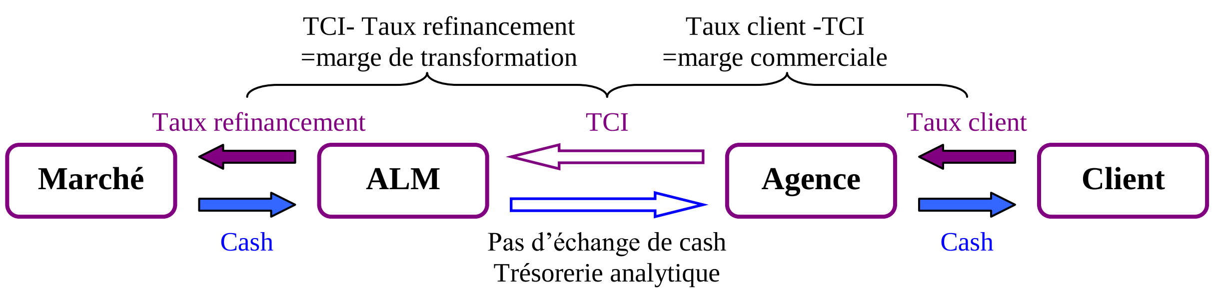
Par ailleurs la maison mère se refinance elle-même sur le marché à un taux TM et réalise une marge de transformation TM-TCI (respectivement TCI –TM).

La marge d'intérêt est la somme de la marge commerciale et de la marge de transformation.

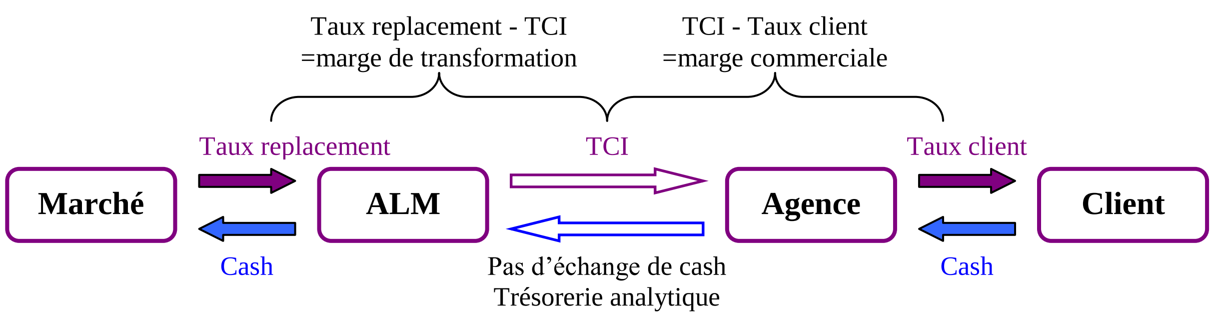
Le FTP (« Funds Transfer Pricing ») ou TCI (taux de cession interne) consiste à trouver un prix fictif (interne) à chaque produit vendu par les différentes branches d'activité.

Le TCI relie le département commercial au département financier (ALM).

Vente d'un crédit



Dépôt rémunéré



1.3.1. L'objectif du TCI

Le rôle du département commercial concerne :

- La vente des produits
- L'optimisation de l'éventail de produits
- Le pilotage des parts de marché
- La mise en place d'une politique de marge

Le département commercial ne prend donc pas en charge le risque financier qui doit être entièrement transféré vers l'ALM.

Le TCI doit rendre compte du coût financier du risque en valeur de marché. En somme, le TCI doit être le prix fictif de la couverture fictive de ce produit sur le marché.

Le TCI doit impérativement être juste pour éviter notamment de fournir à la branche commerciale une opportunité d'arbitrage aux dépends de la compagnie.

Le but du TCI est de gommer l'impact des mouvements de taux sur la marge commerciale

1.3.2. Les risques transférés

Le transfert du risque de liquidité et de taux doit se faire en répliquant au plus près le profil de liquidité du produit.

Les taux de référence sont ceux de la courbe des taux swap (interbancaires pour les maturités inférieures à 1 an, CMS au delà).

La devise utilisée dans le TCI doit être celle de l'opération afin de ne pas générer un risque de change.

Le TCI comprend :

- Le coût de couverture du risque de taux. Il consiste à vendre ou acheter un produit (par exemple un swap avec amortissement du nominal ou non) en répliquant la nature du taux de l'opération.

- Le coût du délai de décaissement ou coût de routage. Dans le cas d'un crédit immobilier, il existe souvent un délai entre la signature du contrat et le versement du montant emprunté au vendeur du bien immobilier. Il convient donc de choisir un produit différé. Celui-ci permet de fixer le taux du crédit aujourd'hui mais l'échange de flux n'est pas immédiat. Le coût de cette clause est inclus dans le prix du produit de couverture.

- Le coût des options. Il s'agit de prendre en compte les coûts additionnels dus aux options vendues au client explicitement ou implicitement. Par exemple pour un crédit immobilier la possibilité de se rétracter tant que le paiement du bien immobilier n'a pas été effectué ou celle de rembourser par anticipation son emprunt.

- Le coût du risque de défaut. En vendant un crédit la banque s'expose au risque que l'emprunteur ne rembourse pas son prêt. La banque a la possibilité de titriser ce risque, de le conserver au bilan ou d'ajouter une clause de nantissement du bien immobilier. Dans les deux premiers cas il faut déterminer le coût associé à ce risque (le prix du titre ou le montant à inscrire au banking book).

- Un coût de portage du capital. Le capital en question correspond au capital réglementaire requis ou au capital économique. Le coût de portage de ce capital est égal au produit du montant de capital par le taux de portage du marché.

- Le coût d'exploitation et les péréquations. Les directives de gestion peuvent impliquer un contrôle du coût des opérations par le département commercial ce qui entraîne la constitution de péréquations.

1.3.3. Méthodes de calcul

Le TCI est une mesure théorique et ne prescrit pas une unique mise en pratique. Le calcul du TCI repose donc sur une transposition des principes évoqués ci-dessus à un portefeuille particulier.

1.3.3.1. Un calcul contrat par contrat

Le calcul du TCI contrat par contrat est idéal, mais le manque d'historiques ou d'informations contrat par contrat dans les bases de données empêche parfois de le calculer. Pour les crédits cette méthode est appliquée et correspond au calcul actuariel du taux d'actualisation. Le département ALM préfèrera un traitement par pool de contrats pour les ressources.

1.3.3.2. Un calcul sur le stock

Pour les produits dont la maturité est connue et dont le taux est parfaitement corrélé à un indice de marché (par exemple OATi 10 ans), le calcul du TCI peut se faire sur le stock en moyennant le niveau de l'indice sur une période (10 ans). Puisque la règle d'investissement doit imiter le TCI on peut imaginer un placement linéaire corrélé à l'indice (un dixième de l'encours investi chaque année en OATi 10ans). Dans ces conditions la marge ALM et la marge commerciale sont figées, le résultat commercial et ALM ne dépendent plus que de l'évolution de l'encours et non des taux de marchés.

1.3.3.3. Un calcul sur les flux

Lorsque les taux futurs d'une opération ne sont pas connus ou que la corrélation du taux à un indice de marché n'est pas évidente, une autre approche doit être adoptée : le calcul par flux.

Les TCI obtenus sur ces opérations seront utilisés pour constituer leur échéancier de taux conventionnel, nécessaire pour calculer l'impasse de taux.

Le principe de ce calcul est de considérer non seulement le stock mais aussi les flux et donc les flux à réinvestir. Le TCI est le rendement de la règle d'adossement qui est fixée par une décision de gestion.

Une règle d'adossement est une règle qui détermine la pondération de chaque indice de marché dans le calcul du taux client. Pour garantir une marge commerciale constante, le TCI doit refléter le taux client. La règle d'adossement est donc utilisée pour calculer le TCI.

En effet le calcul du TCI consiste ensuite à répartir l'encours entre les différents produits et à calculer chaque mois le rendement de cette répartition.

Puisque nous traitons le TCI des dépôts, les produits d'investissement sont des crédits, c'est-à-dire des obligations.

La règle d'adossement peut évoluer au cours du temps mais sera supposée constante dans la suite.

Un exemple de règle d'adossement pourrait être :
X% bloc 3 mois
(1-X)% bloc linéaire 5 ans

Dans le cas d'un bloc « bullet » à 3 mois, tous les réinvestissements (mensuels) se font à trois mois. Chaque mois il suffit d'emprunter ou de prêter à 3 mois afin que la proportion d'encours investie dans ce bloc respecte la règle d'adossement.

	Bloc A: X% de l'encours total						
	Stock	Flux de capitaux		Nouveaux investissements		Flux d'intérêt	Rendement
Etot	**Encours bloc A**	**Variation encours (passif)**	**Tombées (actif)**	**Encours réinvesti**	**Taux de réinvestissement (eur3m)**	**PCE: Coupons (versés ou touchés)**	**TCI bloc A**
Etot(-2)				ER(-2)	TR(-2)		
Etot(-1)				ER(-1)	TR (-1)		
Etot(0)	E(0)			ER(0)	TR(0)		**TCI A (0)**
Etot(1)	E(1)= Etot(1)*X%	D(1)= E(1)-E(0)	T(1)= ER(-2)	ER(1)= D(1)+T(1)	TR(1)	PCE(1) =ER(1)*TR(1) +ER(0)*TR(0) +ER(-1)*TR(-1)	**TCI A (1)= PCE1/E1**
Etot(2)	E(2)	D(2)	T(2)	ER(2)	TR(2)	PCE(2)	**TCI A (2)**
Etot(3)	E(3)	D(3)	T(3)	ER(3)	TR(3)	PCE(3)	**TCI A (3)**
Etot(4)	E(4)	D(4)	T(4)	ER(4)	TR(4)	PCE(4)	**TCI A (4)**
Etot(5)	E(5)	D(5)	T(5)	ER(5)	TR(5)	PCE(5)	**TCI A (5)**

PCE : Produit Charge d'Exploitation

Dans le cas d'un bloc « linéaire », chaque mois le montant à emprunter ou à prêter au sein du bloc est à répartir équitablement entre des titres de 1, 2, 3, 4 et 5 ans, l'application au bloc linéaire 5 ans est donné en annexe.

Le TCI du bloc est obtenu en calculant chaque mois le rendement de la période c'est-à-dire le ratio des intérêts (touchés ou versés) sur l'encours du bloc.
Le TCI global est obtenu en faisant une moyenne pondérée des TCI de chacun des blocs, le poids des blocs étant leur encours.

L'échéancier de TCI sera utilisé brut ou après lui avoir appliqué un spread en tant qu'échéancier de taux conventionnels de certains dépôts comme les livrets.

Une fois les échéanciers de liquidité et de taux connus nous pouvons calculer l'impasse à taux variable et l'impasse à taux fixe qui sont une mesure du risque de taux.

Dans cette méthode la prise en compte d'une optionalité dans l'impasse de taux repose sur une décision de gestion d'ajouter un échéancier de taux et de liquidité pour refléter cette option et fait l'objet d'un calcul séparé. BNP Paribas propose un certain nombre de produits qui contiennent une option « cachée ». Certaines sont déjà comptabilisées dans l'impasse mais ce n'est pas le cas de l'effet volume du à l'arbitrage.

2. Le risque optionnel de BDDF

L'entité BDDF est sujette à un certain nombre de risques optionnels du fait des options imbriquées dans les produits qu'elle propose aux clients particuliers. Les gestionnaires Actif-Passif s'attachent à mesurer ce risque pour l'intégrer à l'impasse de taux.

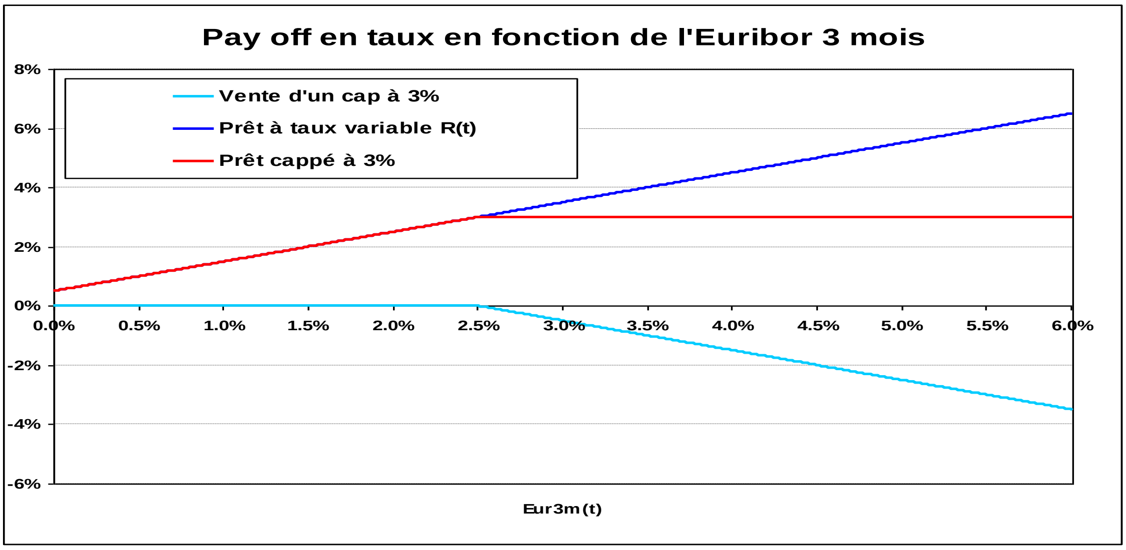
2.1. Risques optionnels gérés au sein de l'ALM de BDDF

Parmi les options imbriquées dans des produits proposés aux particuliers, le crédit capé représente historiquement l'option la plus vendue. En effet l'ajout d'une clause de cap sur les prêts à taux révisables est extrêmement fréquent.

2.1.1. Une option de marché : le crédit à taux variable plafonné

Les prêts capés sont des crédits à taux révisables auxquels s'ajoute une clause qui garanti au client un taux d'intérêt maximal. Ils représentent un risque majeur pour la banque en cas de hausse des taux courts sur lesquels sont généralement indexés les prêts capés.

Ce type de crédit peut être décomposé en un crédit classique à taux révisable et en une vente d'une option de CAP.



Le pay off de l'option est le pay off d'un cap classique :

$$\boxed{Pay\,off\,(t,t+\Delta) = -\Delta \times \max(R_t - 3\%,0) \times CRD(t)}$$

Ce type d'option imbriquée dans un produit se déclenche de manière systématique en fonction du niveau d'un taux. Un autre type d'option est exercée a différents instants suivant les clients, ce sont des options comportementales qui perturbe également le résultat de la banque.

Ces dernières années, l'optionalité des remboursements anticipés de crédit est apparue comme un risque majeur que l'ALM de BNP Paribas a su mesurer et anticiper.

2.1.2. Une option comportementale : le remboursement anticipé de crédit

Le procédé qui consiste à rembourser son crédit avant l'échéance pour en contracter un autre de même encours avec un taux plus faible s'est multiplié ces dernières années.

Les banques sont en partie responsables de cet engouement. En effet de nombreuses banques en diffusant des campagnes promotionnelles encourageant le remboursement anticipé de crédit dans les banques concurrentes pour attirer de nouveaux clients et vont jusqu 'à proposer un assistanat lors des démarches. Néanmoins c'est le contexte des taux très bas qui offre cette opportunité aux banques de proposer des taux bas à la production nouvelle.

Les clients sont ainsi plus susceptibles de rembourser leur crédit par anticipation. Or le remboursement anticipé (ou la renégociation) de ses crédits représente une perte majeure pour BNP Paribas en cas de baisse des taux longs.

Il s'agit de distinguer deux types de remboursements :

- Les remboursements anticipés sociologiques ou statistiques

Ces remboursements sont indépendants du marché et s'expliquent par des évolutions dans la situation du client (mobilité géographique, maladie, décès, divorce, héritage…). Ce remboursement ne peut pas être anticipé par contrat mais il est possible de modéliser ce phénomène sur l'ensemble du portefeuille et ainsi d'anticiper l'impact de ces rachats structurels.

- Les remboursements anticipés financiers

L'arbitrage des clients entre le taux de leur crédit et celui proposé pour les nouveaux crédits explique ces remboursements. Dans ce cas la banque peut réclamer des pénalités (ce n'est pas autorisé si la raison du remboursement est sociale). Ces pénalités sont destinées à compenser la perte due au refinancement du crédit remboursé

La décision du client de rembourser ou non son crédit repose sur le gain que représente l'opération et dépend donc du capital restant dû, du taux d'intérêt initial, de la maturité du crédit et éventuellement de sa date de création.

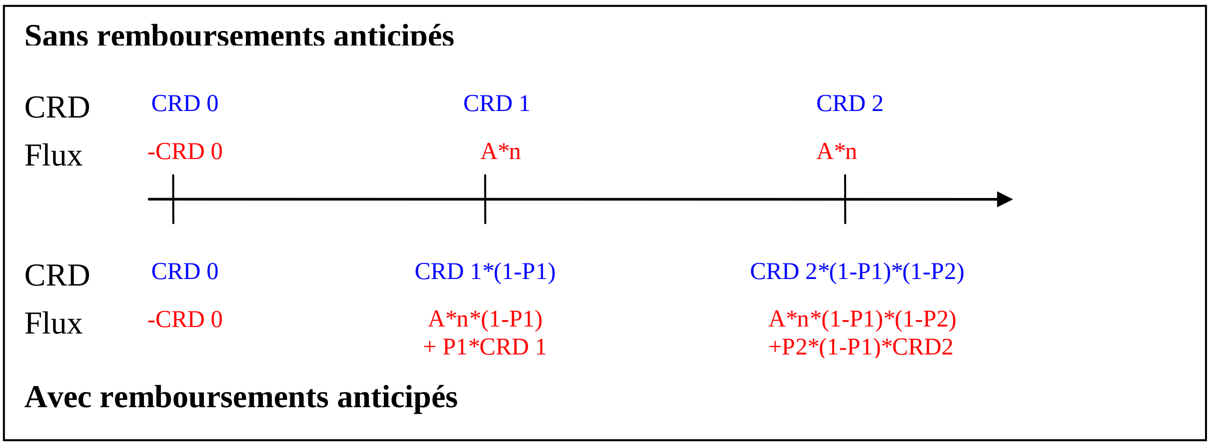
Suivant le modèle, ce taux peux dépendre également de différents paramètres: taux fixe ou variable, les renégociations ou remboursements antérieurs, la devise, le type de pénalité …

Prenons l'exemple de n crédits à annuités constantes qui ont tous un même taux client et une même maturité.

$$\begin{cases} \textit{Annuité : } A \\ \textit{Maturité : } T \\ \text{Capital restant du en t : } CRD_t \end{cases}$$

Nous supposerons que la probabilité qu'un client de ce portefeuille rachète son crédit entre t-1 et t est Pt.

Chaque mois, la perte pour la banque est la suivante:



Si le calcul de la pénalité repose sur un calcul actuariel, cela annule le coût de l'option de remboursement. Par contre si c'est un pourcentage p de l'encours le seul effet est la translation du gain relatif de p.

Par ailleurs cet arbitrage peut également se traduire par une renégociation du taux d'intérêt (il n'y a alors pas de pénalités donc le taux reste généralement supérieur à ceux proposés par les autres banques).

A l'image de cet arbitrage qu'effectue le client entre les taux proposés sur les crédits, les particuliers sont également attentifs aux taux de rémunération de leur épargne. Nous souhaitons étudier cet arbitrage et mesurer son impact sur la rentabilité des ressources de BNP Paribas.

2.2. Arbitrage entre dépôts : effet volume

La Banque De Détail en France (BDDF) de BNP Paribas propose à ses clients « particuliers » divers produits d'épargne. Les clients peuvent « à tout moment » transférer leur épargne d'un type de compte à un autre; ils sont en mesure d'arbitrer entre les produits, en fonction de leurs caractéristiques.

2.2.1. Les produits d'épargne destinés aux particuliers

Le panel des produits de passif proposés aux clients « particuliers » peut être segmenté en quatre catégories : les Dépôts à Vue, les Comptes Sur Livrets, les Dépôts à Terme et les Plans d'Épargne logement.

- Les dépôts à vue

Les dépôts à vue ont la particularité de permettre aux clients de retirer à tout instant tout ou une partie des fonds. Ils correspondent en pratique aux comptes courants et servent ainsi de pivot aux encaissements et décaissements quotidiens. En France ces dépôts ne sont pas rémunérés mais ce n'est pas le cas partout en Europe.

Ces comptes ont une durée de vie moyenne extrêmement élevée puisque les clients ont tendance à conserver leur compte de DAV tout au long de leur vie en se contentant d'en moduler le volume.

- Les comptes sur livrets (ou comptes d'épargne)

Ce sont des comptes qui doivent obligatoirement être créditeur. Ils sont également à vue mais uniquement sous forme de retrait d'espèce et donc sans mode de paiement. Parmi les comptes sur livret, le type de rémunération permet de distinguer deux catégories de produits:

Les comptes d'épargne ordinaire : le taux de rémunération est fixé par la banque et les intérêts touchés sont fiscalisés.

Les comptes règlementés : Le taux de rémunération est fixé par l'Etat et les intérêts touchés sont défiscalisés (Livret A, Livret de développement durable LDD …).

- Les dépôts à terme

Les dépôts à terme ont une durée fixée prédéfinie pendant laquelle la banque garanti au client une rémunération fixée par contrat (indexée sur l'Euribor 3 mois : Eur3m – marge de la banque) à condition que le titulaire du compte ne retire pas son capital avant l'échéance. Néanmoins le client peut choisir de retirer son épargne à tout moment, mais en acceptant de perdre une partie de ses intérêts. Il existe parfois une clause de préavis qui permet au client de conserver ses intérêts acquis à condition d'annoncer à l'avance son retrait.

Le taux d'intérêt peut être fixe ou progressif.

- Les plans d'épargne logement

La durée et les modalités de sortie sont réglementées en contrepartie d'avantages fiscaux particuliers.

Les PEL et CEL associent une phase d'épargne rémunérée à la possibilité d'obtenir ensuite un prêt immobilier à un taux préférentiel ou préétabli et de bénéficier d'une majoration du taux d'épargne en cas de souscription d'un crédit.

2.2.2. Le phénomène d’arbitrage

Pour un client, l’arbitrage consiste à gérer son épargne de manière dynamique afin d’optimiser ses dépôts en terme de fiscalité, de rémunération ou de disponibilité. En pratique cela signifie que le client modifie la répartition de son épargne entre les différents produits en fonction du niveau des taux brut de rémunération, de l’évolution des taux de marché, des réformes règlementaires et fiscales…

Les changements règlementaires ou fiscaux ne peuvent être ni prévus ni couverts et ne pourront donc pas intervenir dans le modèle d’arbitrage.

Parmi les dépôts nous décidons :

- De ne pas retenir les comptes réglementés puisqu’ils sont extrêmement sensibles à la réglementation.
- D’exclure également les Dépôts à terme supérieur à 2 ans puisque l’arbitrage ne s’effectue pas entre produits d’épargne d’horizons d’investissement différents. De plus pendant la durée du dépôt le client ne peut pas transférer ses fonds sans perdre une partie de ses intérêts ce qui l’empêche en quelque sorte d’arbitrer.

Dorénavant, la catégorie « comptes sur livrets (CSL) » désignera les livrets non règlementés et les DAT ne comprendront que les DAT de moins de 2 ans.

L’historique présenté dans cette partie est obtenu à partir des données de la banque de détail de France que nous détaillerons par la suite. Observons l’évolution de l’encours des trois types de produits retenus.

- Singularité des DAV

Le DAV étant le seul dépôt non rémunéré, il ne peut pas être considéré comme pouvant être plus avantageux que les autres produits. Néanmoins dans un contexte de taux très bas, les DAV peuvent être privilégiés au nom du « non arbitrage » : les clients considèrent le gain dû à l’arbitrage négligeable tant les taux clients proposés sont bas. A l’inverse si les taux sont élevés les clients limiteront leur épargne non rémunérée au strict minimum.

- Dépôts règlementés : Dépôt à terme et comptes sur livret ordinaires

Ces deux types de dépôts sont fiscalisés et proposent des taux de rémunération libres. De plus bien que le client ait plus facilement accès à son épargne lorsque celle-ci est sur un compte sur livret, cet effet est atténué lorsqu’on ne compare les CSL qu’aux DAT de moins de deux ans. Nous observerons au sein de l’agrégat CSL+DAT(<2ans), l’évolution du ratio :

$$\boxed{X_t = \frac{E_t^{CSL}}{E_t^{CSL} + E_t^{DAT}}}$$

Cette possibilité dont dispose le client de transférer son épargne d’un produit à un autre peut être assimilée à une option qu’il détient et qu’il exercerait ou non suivant le contexte de taux. Cette option n’est pas comptabilisée dans l’impasse de taux pour le moment.

Par contre le risque que représentent les remboursements anticipés et les caps imbriqués dans les prêts est déjà mesuré et comptabilisé dans l’impasse. La méthode du delta équivalent étant utilisée sur ces options, l’objectif est de l’appliquer à l’arbitrage clientèle.

3. Méthode du Delta équivalent

La méthode du delta équivalent a été d'abord élaborée pour mesurer l'exposition au risque de taux des options avant d'être transposée aux options de marché et aux options comportementales gérées en ALM.

3.1. Couverture en Delta en Front Office

La couverture en delta en front office consiste à calculer la sensibilité du prix de l'option vis-à-vis du cours du sous-jacent et à investir dans un produit de sensibilité opposée.

3.1.1. Principe de la couverture en delta

La couverture delta est utilisée par les traders du front office dans le trading book pour gérer les produits dérivés comptabilisés en valeur de marché.

En effet la valeur d'une option dans le trading book est extrêmement volatile puisque c'est l'espérance sous la probabilité risque neutre de son pay off. L'objectif est d'insensibiliser la valeur de cet actif vis-à-vis du prix du sous-jacent. Le delta d'une option est une dérivée du prix de l'option par rapport à une variation du cours :

$$\boxed{\begin{aligned}\Delta_t &= \frac{\partial E[\text{Prix de l'option actualisé en t}]}{\partial S_t}\\ &= \frac{\partial E[\text{pay off de l'option en t}]}{\partial S_t}\\ &= \frac{\partial E[\text{Somme des flux de l'option actualisés en t}]}{\partial S_t}\end{aligned}}$$

La stratégie de couverture consiste à établir une position en sous-jacent pour compenser les variations de la valeur de l'option liées à une variation du cours du sous-jacent. Celle-ci permet de stabiliser la valeur de l'actif et les résultats futurs quels que soient le prix du sous-jacent.

La couverture se fait sur le delta global à dire la somme des deltas actualisés :

$\boxed{\Delta = \sum_k \Delta_k \times DF_{t+k}}$ DF est le facteur d'actualisation

3.1.2. Exemple sur la couverture de la vente d'un call

Par exemple en t un trader vend 10 options de call avec les caractéristiques suivantes :

$$\begin{cases} \textit{Prix du call=pay off du call} \\ \textit{Prix du sous-jacent : } S_0 = 5 \\ \textit{Prix d'exercice : } 6 \\ \textit{Date d'exercice : t} \end{cases}$$

L'acheteur du call dispose du droit d'acheter à la date d'exercice le titre sous-jacent au prix d'exercice. L'acheteur n'exerce ce droit que si le cours à la date d'exercice est supérieur au prix d'exercice.

Ici il n'y a qu'un flux, le versement du pay off en t: $10 \times \max(S_t - 6{,}0)$

$$\Delta eq = \begin{cases} 10 \times \dfrac{\partial(S_t \text{ - } 6)}{\partial \mathrm{S_t}} \times DF(t_0, t) = 10 \times DF(t_0, t) & \text{Si } \mathrm{S_t} - \partial S_t > 6 \\ 10 \times \dfrac{\partial(0)}{\partial \mathrm{S_t}} \times DF(t_0, t) = 0 & \text{Si } \mathrm{S_t} + \partial S_t < 6 \end{cases}$$

Si nous considérons que 40 % des scénarios prévoient un cours en t supérieur à 6 contre 60% qui le prévoient en dessous de 6, le delta est :

$\Delta eq = 40\% \times 10 \times DF(t_0, t) = 4 \times DF(t_0, t)$

En réalité puisque nous sommes vendeur de l'option le delta est $\Delta eq = -4 \times DF(t_0, t)$

La couverture consiste à investir le montant du delta équivalent dans un actif de delta équivalent opposé. Or le delta de l'achat du sous-jacent aujourd'hui suivie de la revente de ce titre en t est :

$$\Delta_t = \frac{\partial(-5 + S_t \times DF_t)}{\partial S_t} = DF_t$$

En achetant 4 titres sous-jacent le trader dispose d'un portefeuille (4 titres et 10 call vendu) dont le résultat est insensible à une variation du cours prévu en t.

Cette méthode du delta équivalent permet de couvrir le risque de taux que génère une vente d'option. L'ALM de BNP Paribas a su transposer ce procédé aux options qu'elle vend à sa clientèle de manière explicite ou bien implicite (imbriquées dans un produit) .

3.2. Transposition dans le monde ALM : méthode du delta équivalent

La méthode du delta équivalent a été adaptée pour s'appliquer dans le banking book aux produits comptabilisés en couru.

La méthode du delta équivalent en ALM consiste à calculer la sensibilité du résultat futur d'une opération à une translation de la courbe des taux. Cette mesure du risque de taux détermine la position de taux associée à l'option.

3.2.1. Définition du delta équivalent en ALM

Puisque nous traitons des produits comptabilisés en couru nous préfèrerons insensibiliser le résultat par « période » (time bucket). Sur chaque période le résultat est mesuré en couru puis le delta est calculé comme la dérivée de ce résultat par rapport à une translation de la courbe des taux.

$$\boxed{\Delta eq(t \rightarrow t + \Delta t) = \frac{\partial Résult(t \rightarrow t + \Delta t)}{\partial \text{Courbe des taux}}}$$

Le résultat considéré peut être la marge commerciale, la marge de transformation ou bien la marge totale (MNI) suivant quelle entité supporte le coût de l'option.

Une fois le delta calculé, celui-ci est destiné à être ajouté à l'impasse de taux et une couverture est élaborée sur l'impasse de taux globale.

Nous disposons de produits simples pour couvrir cette sensibilité au risque de taux.

3.2.2. Instruments de couverture

La couverture en front office consiste à couvrir le risque dû à une variation du cours du sous-jacent sur une option. La méthode est de vendre ou acheter un montant de sous-jacent de l'option.

En ALM puisque nous cherchons à couvrir le risque induit par une translation de la courbe des taux, les instruments de couverture sont les contrats à terme comme les swaps et les FRA.

Le swap est un contrat financier dans lequel deux parties échangent des flux. Chaque partie paye un flux correspondant aux intérêts de sa « jambe » et reçoit les intérêts de l'autre jambe. Il n'y a pas d'échange de capital mais un notionnel est fixé pour calculer le montant d'intérêts. Les swaps sont principalement utilisés avec une jambe fixe et une jambe variable.

Le FRA (Forward Rate Agreement) est une opération d'engagement. L'acheteur du FRA s'engage à payer à échéance un taux connu aujourd'hui (forward) contre un taux connu à l'échéance.

Avant de mettre en place le calcul du delta sur une option, il convient d'aborder la méthode de calcul de l'espérance du résultat. En effet nous ne disposons pas toujours d'une formule du résultat qui soit dérivable, nous utiliserons donc le méthode de Monte Carlo qui permet d'approximer l'espérance par une moyenne sur un grand nombre de scénario.

3.2.3. Méthode de Monte Carlo

En appliquant le principe de convergence de la méthode de Monte Carlo : nous considèrerons N scénarios de taux simulés et calculerons le résultat moyen car :

$$\boxed{E\left[Résult_t\right] = \lim_{n\to\infty} \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N} Résult_t(scénario_k)}$$

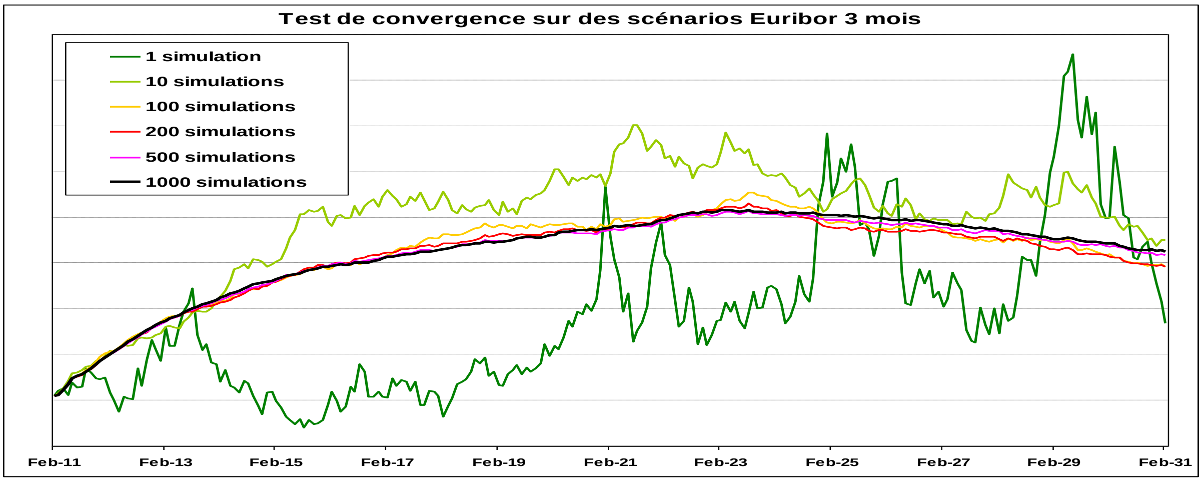
$\hat{R}_t = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N} Résult_t(scénario_k)$ est l'estimateur du résultat.

$V_{\hat{R}_t} = \frac{V(R)}{N} = \frac{E(R^2) - (E(R))^2}{N}$ est la variance de l'estimateur

$\frac{2\sqrt{V_{\hat{R}_t}}}{E(\hat{R})} = \frac{2}{\sqrt{N}} \sqrt{\frac{E(R^2)}{(E(R))^2} - 1}$ est la précision de l'estimateur.

La convergence est proportionnelle à √N.

Prenons l'exemple de scénarios de taux pour tester la convergence et choisir quel sera N.



La convergence semble être effective à partir de 500 scénarios mais pour s'assurer une convergence, nous choisirons de prendre N=1000.

Les scénarios décrits précédemment sont le résultat d'une simulation à partir d'un modèle de taux particulier : le modèle Cox Ingersoll Ross à deux facteurs. Nous expliciterons ce modèle mais d'abord expliquons la formation de la courbe des taux .

3.2.4. Simulation des taux

La simulation des taux consiste à générer des scénarios qui se diffusent autour du forward pour rendre compte de l'incertitude quant au niveau exact des taux futurs.

3.2.4.1. Différents taux

Le taux en t d'un zéro coupon $ZC(t,T)$ d'échéance T est le prix en t de 1 euro payé en T.

Le taux d'actualisation DF en t pour un flux en T est

$$\boxed{\begin{aligned} DF(t,T) &= \frac{1}{1+ZC(t,T)(T-t)} \\ ZC(t,T) &= \frac{1}{(T-t)}\left(\frac{1}{DF(t,T)}-1\right) \end{aligned}}$$

Le taux d'une obligation de maturité T avec n versements d'intérêts est obtenu ainsi puisque l'on suppose l'absence d'opportunité d'arbitrage.

$$\boxed{R(t,T) = \frac{\sum_{i=1}^{n} ZC(t,T_i)DF(t,T_i)}{\sum_{i=1}^{n} DF(t,T_i)}}$$

Le taux F du FRA ou taux forward zéro coupon F(t,x,y-x) est le taux vu d'aujourd'hui d'un prêt en x de maturité y

$$\boxed{\begin{aligned} DF(t,x)) &= \frac{1}{1+F(t,x)(x-t)} \\ F(t,x) &= \frac{1}{(x-t)}\left(\frac{1}{DF(t,x)}-1\right) \end{aligned}}$$

Un swap est un contrat dans lequel deux contreparties A et B s'engage mutuellement à se verser des flux financiers calculés sur un montant notionnel N pendant une durée déterminée.

Le taux swap est calculé à partir des opérations de swap dont une jambe est fixe et l'autre est variable et indexée sur un taux court. Le taux swap est le taux fixe qui égalise la valeur actuelle de chaque jambe.

Soit la jambe taux fixe au taux TF et une jambe variable au taux en j égal à $F(t_j, t_{j+1})$ versée tous les T/m.

$$N \times \sum_{j=1}^{n} DF(t_0, t_j) \times F(t_j, t_{j+1}) \times \delta_j = N \times \sum_{i=1}^{m} DF(t_0, t_i) \times TF \times \delta_i$$

$$TF = \frac{\sum_{j=1}^{n} DF(t_0, t_j) \times F(t_{j-1}, t_j) \times \delta_j}{\sum_{i=1}^{m} DF(t_0, t_i) \times \delta_i}$$

$$TF = \frac{\sum_{j=1}^{n} DF(t_0, t_j) \times \frac{1}{\delta_j} \times \left(\frac{1}{DF(t_{j-1}, t_j)} - 1 \right) \times \delta_j}{\sum_{i=1}^{m} DF(t_0, t_i) \times \delta_i}$$

$$TF = \frac{\sum_{j=1}^{n} \left(\frac{DF(t_0, t_j)}{DF(t_{j-1}, t_j)} - DF(t_0, t_j) \right)}{\sum_{i=1}^{m} DF(t_0, t_i) \times \delta_i}$$

$$TF = \frac{\sum_{j=1}^{n} \left(DF(t_0, t_{j-1}) - DF(t_0, t_j) \right)}{\sum_{i=1}^{m} DF(t_0, t_i) \times \delta_i}$$

$$TF = \frac{DF(t_0, t_0) - DF(t_0, t_n)}{\sum_{i=1}^{m} DF(t_0, t_i) \times \delta_i}$$

$$TF = \frac{1 - DF(t_0, t_n)}{\sum_{i=1}^{m} DF(t_0, t_i) \times \delta_i}$$

TF est le taux swap de maturité T.

Pour construire une courbe de taux, nous disposons des taux Euribor jusqu’à 12 mois et ensuite des swaps cotés. En appliquant la méthode ci-dessus nous pouvons déterminer le taux zéro coupon pour chaque maturité longue et donc celui des forward zéro coupon. Il s’agit ensuite de reconstituer le taux des obligations à partir des forwards zéro coupon.

3.2.4.2. Modèle de taux

Une fois les taux forward calculés, nous souhaitons inclure une incertitude en diffusant nos scénarios autour de ce forward en tenant compte de la volatilité. Cela suppose l'utilisation de la loi de distribution des taux.

Les deux modèles les plus classiques sur les taux sont le modèle de Vasicek et celui de Cox, Ingersoll, Ross.

Le modèle de Vasicek repose sur l'hypothèse qu'en univers risque neutre le taux spot dépend d'un seul aléa :

$$\boxed{dr_t = a(b - r_t)dt - \sigma dW_t}$$

W : processus de Wiener (sous Q) qui rend compte du facteur de risque de marché aléatoire

σ : écart type qui détermine la volatilité du taux d'intérêt court terme

b : niveau moyen des taux longs

a : vitesse de retour à la moyenne b (toujours positif)

$a(b - r_t)$: la tendance. Sans le terme dW, le taux serait toujours égal à b.

Q est la mesure neutre au risque

L'avantage de ce modèle est qu'il comporte un retour à la moyenne mais l'inconvénient est qu'il n'exclue pas la présence de taux négatifs, pour cette raison nous préfèrerons le modèle CIR. De plus la volatilité est constante et ne prend pas en compte le contexte de taux.

Dans le cas général, lorsque la dimension n'est pas fixée,

$$\boxed{dr_t = a\ (b\ - r_t)dt + \sigma\sqrt{r_t}\ dW_t}$$

La tendance est la même que dans le modèle de Vasicek mais la volatilité est :

$$\boxed{Std(dr_t) = \sigma\sqrt{r_t}}$$

A partir de ce modèle nous pouvons obtenir le prix des zéro coupons en t :

$$\boxed{ZC(T) = E^Q\left[e^{-\int_t^T r_s dt} \middle| F_t\right] = A(T) \times e^{-B(T)r_0}}$$

$$A(T) = \left[\frac{2h \times e^{(a+h)T/2}}{2h + (a+h)(e^{hT} - 1)}\right]^{\frac{2ab}{\sigma^2}}$$

$$B(T) = \frac{2(e^{hT} - 1)}{2h + (a+h)(e^{hT} - 1)}$$

$$h = \sqrt{a^2 + 2\sigma^2}$$

Maintenant que nous disposons de scénarios de taux, observons comment la méthode du delta équivalent est appliquée à certaines options.

3.3. Application aux options rachetées par l'ALM

En pratique la dérivée du résultat par rapport à une translation de la courbe des taux est approximé par la variation de résultat entre le scénario choqué de +10 bp et le scénario choqué de -10bp divisé par la variation de taux donc 20 bp.

$$\Delta eq_t = \frac{E[Résult_t]^{+10bp} - E[Résult_t]^{-10bp}}{20bp}$$

$$= \frac{\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{n} Résult_t^{+10bp}(scénario_k) - \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{n} Résult_t^{-10bp}(scénario_k)}{20bp}$$

$$= \frac{1}{N}\left[\sum_{k=1}^{n} \frac{Résult_t^{+10bp}(scénario_k) - Résult_t^{-10bp}(scénario_k)}{20bp}\right]$$

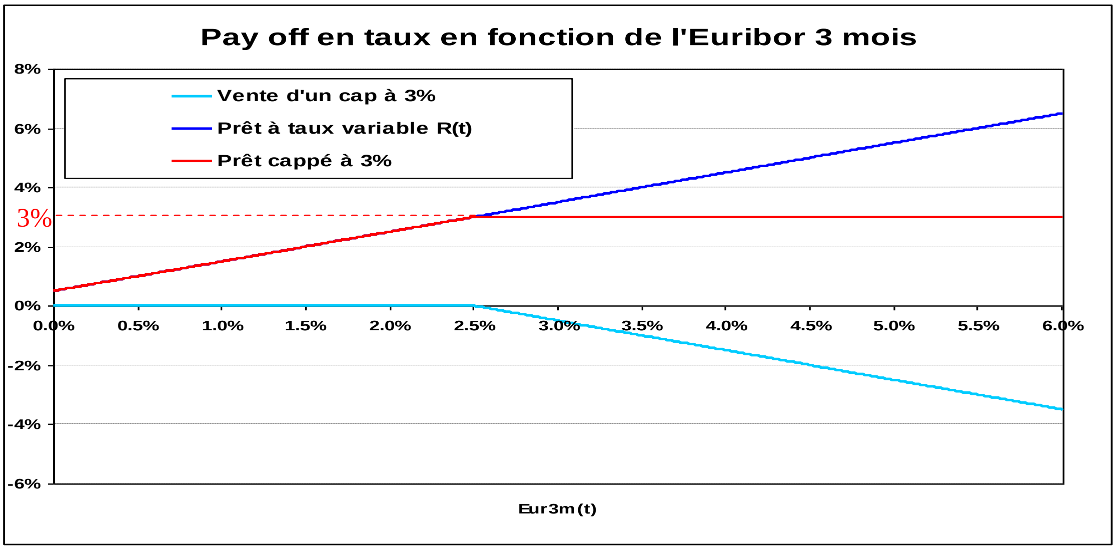
$$= \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{n} \Delta eq_t(scénario_k)$$

3.3.1. Option de marché : exemple du prêt capé

Les clients peuvent contracter un prêt dont le taux indexé sur un taux de marché l'Euribor 3 mois révisé tous les ans et est plafonné à 3%. Pour les prêts cappés nous considèrerons le résultat total.

Un prêt capé peut être décomposé en un prêt à taux révisable et en une vente d'un cap.

Versement annuel des intérêts
Indexation sur l'Euribor 3 mois(E3M) avec un spread de 50bp
Taux d'intérêt « cappé » à 3% S
Maturité 10ans T
Coût de portage considéré égal à JJ (EONIA)
Prime du cap nulle
Taux de refinancement=JJ=R(t)-20bp



Le delta équivalent d'un prêt à taux variable est nul donc nous étudierons celui d'un cap vendu.

À la date t nous observons, dans deux scénarios, le delta équivalent suivant:

	Scénario 1: E3M=2%		**Scénario 2: E3M=3%**	
	Choc +10bp	Choc -10bp	Choc +10bp	Choc -10bp
Euribor 3 mois dans 1 an	2.10%	1.90%	3.10%	2.90%
Taux de refinancement JJ =Eur3m-20bp	1.9%	1.70%	1.90%	1.70%
Taux client	2.60%	2.40%	3%	3%
Résultat première année N(min(Eur3m-50bp,3%)-JJ)	N(2.60%- 1.90%) =0.7%N	N(2.40%- 1.70%) =0.7%N	N(3%-3.10%) = -0.10%*N	N(3%-2.90%) = 0.10%*N
Delta équivalent par sc	(0.7%N-0.7%N)/0.2%=0		(-0.10%N-0.10%N)/0.2%= -N	

Cette observation peut être étendue à tous les scénarios :

- **Scénario ou R(t)<2.5%-10bp**

R(t)+10bp<3% et R(t)-10bp<3% donc le cap n'est pas exercé.

$$\Delta eq(t) = \frac{N(E3M + 50bp + 10bp - (JJ + 10bp)) - N(E3M + 50bp - 10bp - (JJ - 10bp))}{20bp}$$

$$= \frac{N(E3M + 60bp - (E3M - 10bp)) - N(E3M + 40bp - (E3M - 30bp))}{20bp}$$

$$= \frac{N(70bp - 70bp)}{20bp} = 0$$

Le résultat est nul quelque soit le niveau du choc donc le delta équivalent est nul.

- **Scénario ou R(t)>2.5%+10bp**

R(t)+10bp>3% et R(t)-10bp>3% donc le cap est exercé dans les deux cas.

$$\Delta eq(t) = \frac{N(3\% - (JJ + 10bp)) - N(3\% - (JJ - 10bp))}{20bp}$$

$$= \frac{N(3\% - (E3M - 10bp)) - N(3\% - (E3M - 30bp))}{20bp}$$

$$= -N$$

- **Scénario ou 2.5%-10bp≤R(t)≤2.5%+10bp**

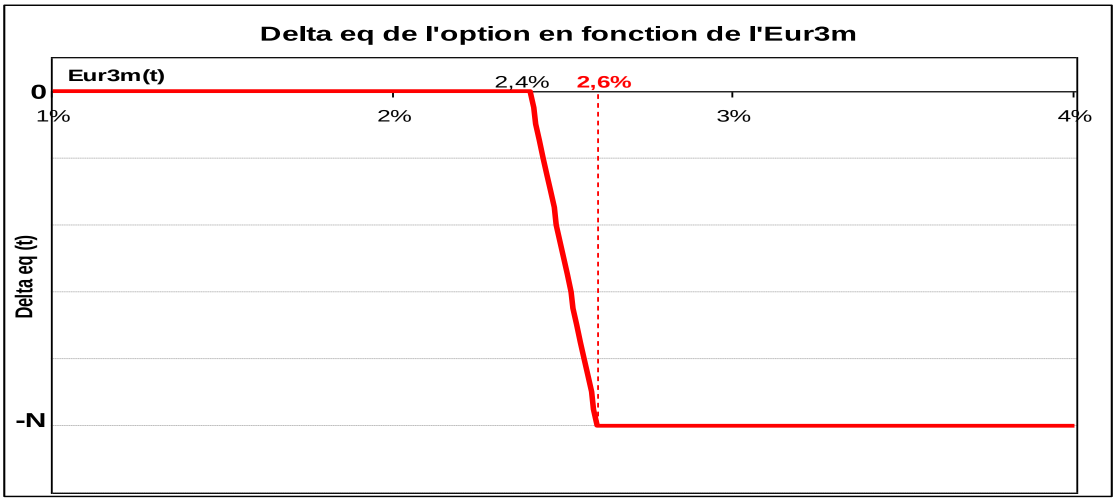
Dans le choc -10bp le résultat est nul et dans le choc +10bp le cap est exercé.

$$\Delta eq(t) = \frac{N(3\% - (JJ + 10bp)) - N(E3M + 50bp - 10bp - (JJ - 10bp))}{20bp}$$

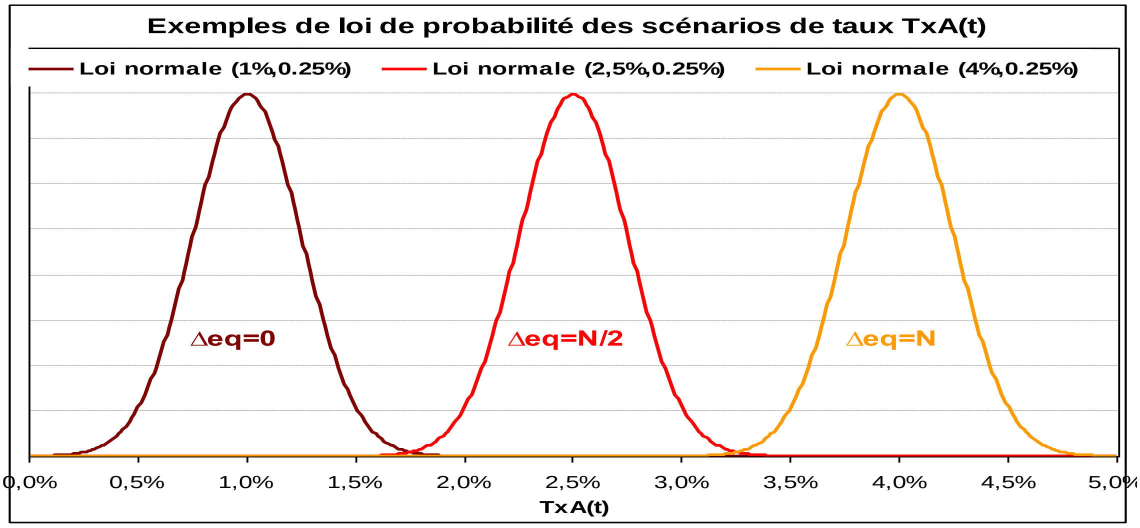
$$= \frac{N(3\% - (E3M - 10bp)) - N(E3M + 40bp - (E3M - 30bp))}{20bp}$$

$$= \frac{N(3\% - E3M - 60bp)}{20bp}$$

$\Delta eq(t)$ €[0,N] car 3%-(R(t)+10bp)<20bp



Il s'agit ensuite de pondérer les équivalents deltas de chaque scénario par la probabilité d'occurrence du scénario d'après la loi de probabilité retenue pour les taux.



Si nous considérons que la loi de probabilité du taux en t est la loi normale (4%,0.25%), il s'agit de choisir un produit de sensibilité N pour couvrir le delta du cap.

Or la sensibilité d'un swap de notionnel N dont on paie la jambe taux fixe TF2 et qui rémunère la jambe variable R(t) est la suivante quelque soit le niveau du taux en t:

$$\boxed{\Delta eq_t = \frac{\partial Résult(t)}{\partial R} = \frac{\partial(N(R(t) - TF2))}{\partial R} = N \times \frac{\partial R(t)}{\partial R} = N}$$

Donc la sensibilité de l'ensemble cap+swap est nul. En revanche le résultat n'est pas forcément nul :

$$\boxed{Résult_t = N(3\% - R_t) + N(R_t - TF2) = N(3\% - TF2)}$$

Pour couvrir l'intégralité du prêt si la loi de probabilité de R est la même quelque soit t, il s'agit d'investir N dans T swaplets d'échéances respectives 1, 2, 3 ...T ou bien dans un swap d'échéance T.

3.3.2. Option comportementale : exemple du remboursement anticipé

$$\begin{cases} \textit{1000 crédits sans amortissement} \\ \textit{Capital de 100 000€} \\ \textit{Maturité 5 ans} \\ \textit{Taux d'intérêt 4\%} \end{cases}$$

Nous supposons qu'il n'y a pas de pénalité de remboursement anticipé. Le taux annuel de remboursements statistiques est de 20%.

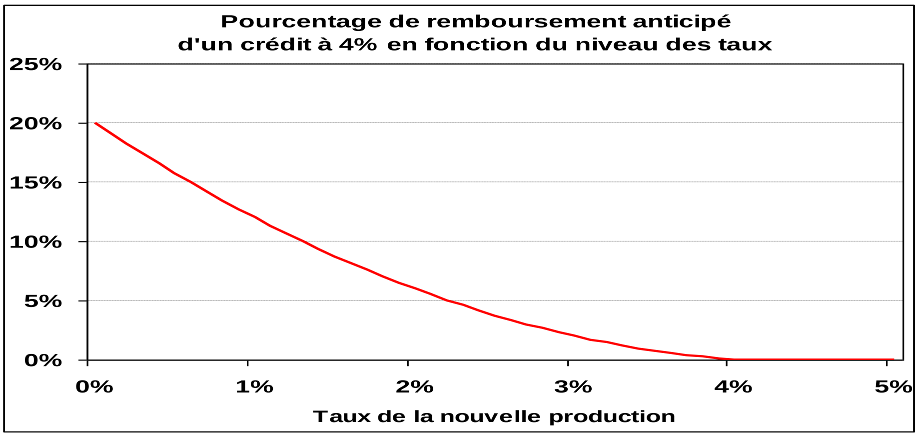
La banque se refinance à à JJ.

Sans remboursement anticipé, le delta d'un crédit à taux fixe est :

$$\boxed{\Delta eq(t) = \frac{N(4\% - (JJ + 10bp)) - N(4\% - (JJ - 10bp))}{20bp} = N}$$

La problématique des remboursements anticipés est le modèle comportemental qui détermine le taux de remboursements en fonction de certains paramètres. Ici nous avons choisi un modèle simple qui ne repose que sur le spread entre le taux du crédit et celui de la nouvelle production.

Pour un crédit à 4%, nous supposons que la loi du remboursement anticipé est la suivante :



La formule étant $RA(S) = 1_{S>0}(aS^2 + bS)$ avec S=Tx du crédit- Tx production nouvelle

Deux scénarios de taux seront détaillés : Un taux de la production nouvelle de 6% en t ou au contraire de 2% en t.

	Scénario 1 **Tx NP=2% / JJ=1%**	**Scénario 2** **Tx NP= 6% / JJ=4%**
position en 0 (en M€)	-1000*0.1€ = -100	
RA statistiques (en M€)	20%*100= 20	
Encours après RA statistiques (en M€)	-100+20= -80	
Delta equivalent RA statistiques (en M€)	-80*(4%-(JJ+choc)-4%+(JJ-choc))/(2*choc)= -80	

Il n’y a pas d’effet taux dans le modèle de remboursement statistique donc le delta équivalent est nul.

Après les remboursements anticipés statistiques, la position prêteuse à un an passe de -100M€ à -80M€.

	Scénario 1 **Tx NP=2% / JJ=1%**		**Scénario 2** **Tx NP= 6% / JJ=4%**	
	-10bp	**+10bp**	**-10bp**	**+10bp**
Encours après RA statistiques (en M€)	-80			
Taux nouvelle production en t	1.9%	2.1%	5.9%	6.1%
Spread	2.1%	1.9%	-1.9%	-2.1%
RA financiers Au bout d’un an (en M€)	RA(2.1%)*80 =5.2	RA(1.9%)*80 =4.4	0	0
Résultat (en M€) =(80-RAfin)*(4%-JJ+choc)	74.8 (4%-0.9%) =2.32	75.6 (4%-1.1%) =2.19	80 (4%-3.9%) =0.08	80 (4%-4.1%) =-0.08
Delta eq (en M€)	(2.19-2.32)/0.2%= -63.19		=80	

Il s’agit ensuite, comme pour les prêts capés de pondérer chaque scénario pour obtenir un delta équivalent moyen à chaque date. Ensuite le risque de taux mesuré par ce delta peut être couvert en investissant ce montant dans des swaps.

Nous souhaitons transposer ce calcul du delta sur les crédits qui contiennent l’option comportementale de remboursement anticipé à l’option d’arbitrage dans le portefeuille de ressources de BDDF.

4. Etude de l’effet volume sur les DAV non rémunérés

L’enjeu majeur quant à l’arbitrage concerne aujourd’hui l’évolution future des taux qui pourrait être largement favorable aux DAT plutôt qu’aux CSL et qui pourrait modifier fortement la répartition des ressources et donc leur rentabilité globale.

Mais plutôt que d’aborder directement l’arbitrage entre ces deux produits rémunérés, nous préfèrerons commencer l’étude sur un effet d’arbitrage simplifié qui est observé sur les dépôts à vue.

La particularité des DAV (en France) est de n’être pas rémunérés ce qui lui confère une rentabilité importante pour la banque d’autant que ce produit a une durée de vie moyenne élevée qui permet un investissement long. Ainsi BNP Paribas se préoccupe particulièrement de la stabilité de ce dépôt.

Ce dépôt n’étant pas rémunéré, le client réduit à priori son encours au minimum. Ce comportement est différent si les taux proposés sur les autres produits sont particulièrement bas. Dans ce cas le client jugera que les transferts qu’il effectue sur des comptes rémunérés ne représentent qu’un faible gain et qu’il est préférable d’attendre qu’un taux avantageux soit proposé pour orienter son épargne.

Dans un premier temps nous observerons l’évolution de l’encours total de DAV sur l’historique afin de mettre en lumière les perturbations dans le rythme de croissance de ce dépôt qui pourrait être liées au contexte de taux.

4.1. Observation de l’arbitrage sur les données historiques

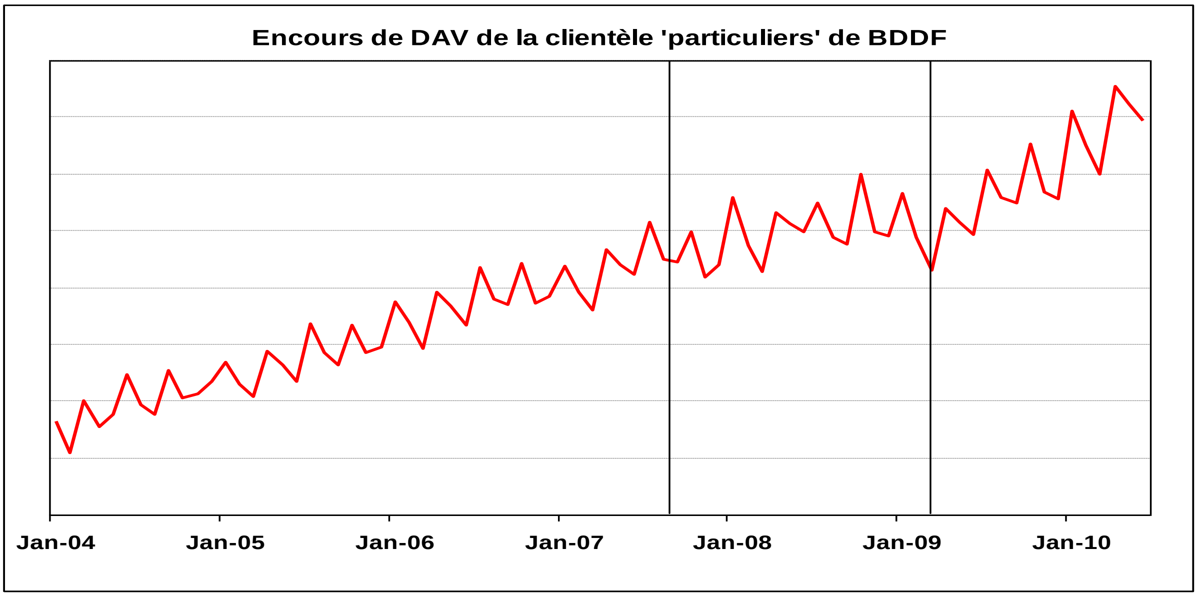
L’historique utilisé est celui de la Banque de Détail en France de BNP Paribas et remonte à janvier 2004.

4.1.1. Historique de BDDF et de la Banque de France

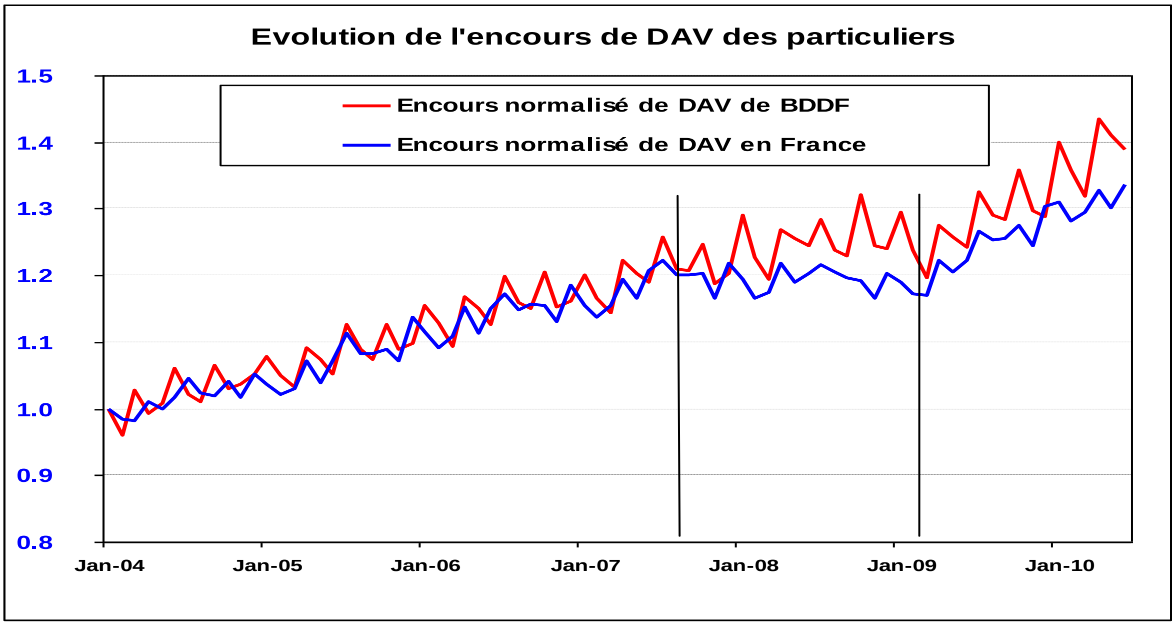
Les dépôts sont répartis en plusieurs catégories :

- Les dépôts à vue
- Les comptes sur livret
- Les dépôts à terme inférieur à 2 ans
- Les dépôts à terme supérieur à 2 ans

Dans cette partie nous utiliserons les encours de dépôts à vue seuls depuis janvier 2004. La base de données fournit pour les DAV la répartition mensuelle entre les dépôts des agents non financiers : les ménages, les sociétés non financières et les administrations publiques. Dans notre cas nous nous intéressons à la clientèle des particuliers et à leur réactivité et ne retiendrons donc que les dépôts des ménages.



Puisque ces dépôts ne sont pas rémunérés, il ne peut pas y avoir d'effet concurrentiel avec les autres banques à priori, mais la concurrence peut néanmoins attirer les encours de dépôt à vue au moment de vendre un crédit à un des clients de BNP Paribas. Afin de vérifier que les variations dans la production de DAV sont bien liées à l'arbitrage nous comparons ce rythme avec le montant de DAV en France diffusé par la banque de France sur son site.

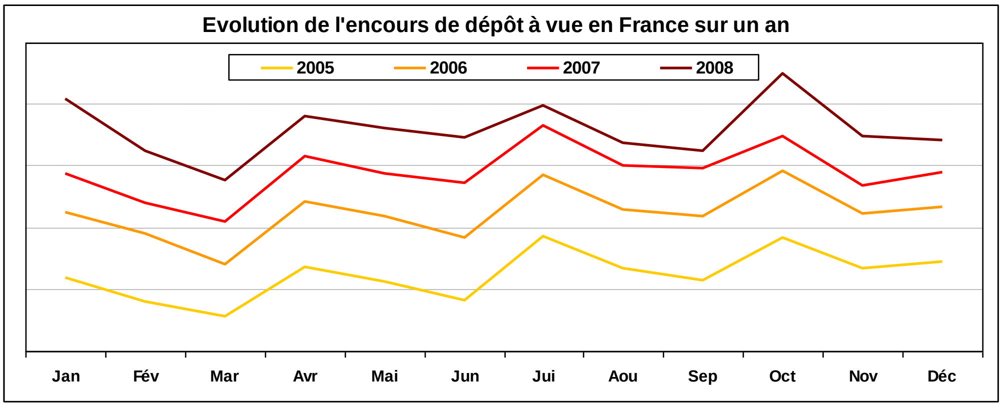


L'encours de DAV en France connaît globalement la même croissance variable que l'encours de BDDF. Cela atteste que ce n'est pas un effet d'arbitrage d'une banque à l'autre mais bien d'un produit à l'autre.

Il apparaît que l'encours est globalement croissant mais que le rythme de croissance n'est pas tout à fait régulier, afin d'expliquer ces variations nous décidons de retraiter les données pour les rendre plus lisibles.

4.1.2. Désaisonnalisation et lissage

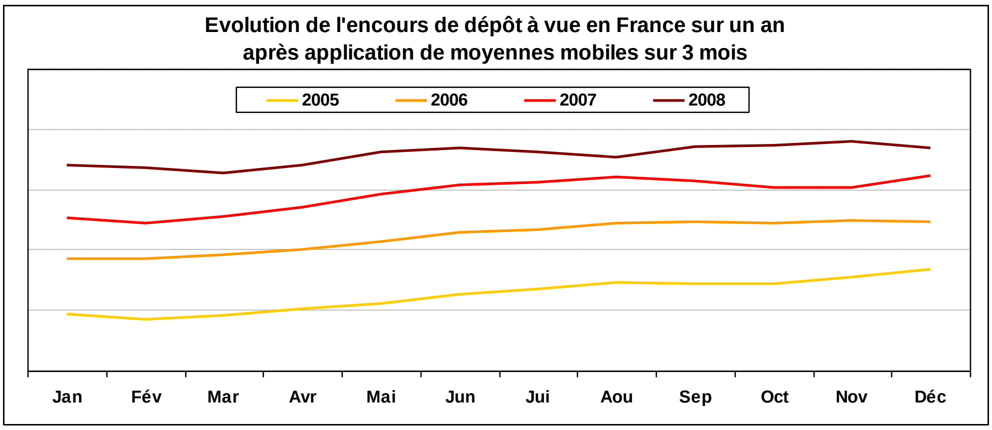
Puisque nous étudions les dépôts à vue, nos données sont biaisées par les multiples dépôts et retraits qu'effectuent les particuliers au cours de l'année. Par exemple sur quatre années consécutives, la saisonnalité de l'encours est évidente.



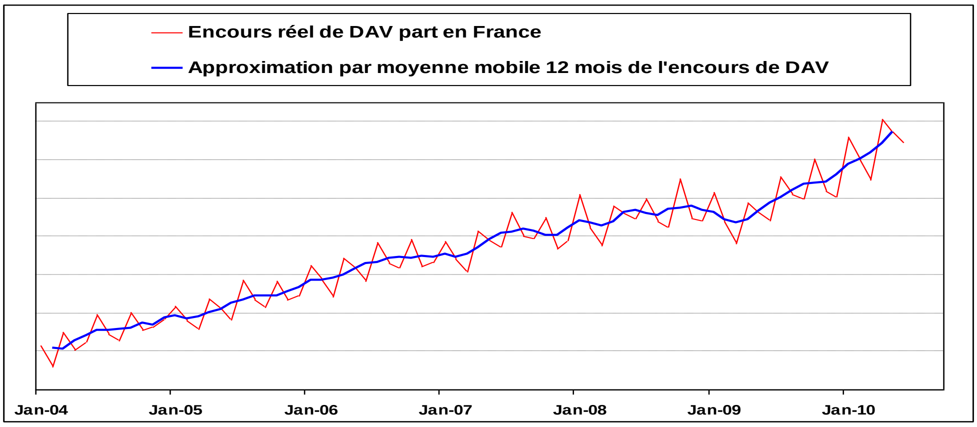
4.1.2.1. Moyenne mobile

Afin d'observer la tendance de cette série temporelle, nous choisissons de transformer la série en passant par une moyenne mobile sur treize mois (les mois de t-5 à t+5 sont équipondérés et les mois t-6 et t+6 ont un poids de moitié moindre).

$$\overline{E}_t = \frac{1}{12}\left(\frac{E_{t-6}}{2} + E_{t-5} + E_{t-4} \ldots + E_{t+4} + E_{t+5} + \frac{E_{t+6}}{2}\right)$$



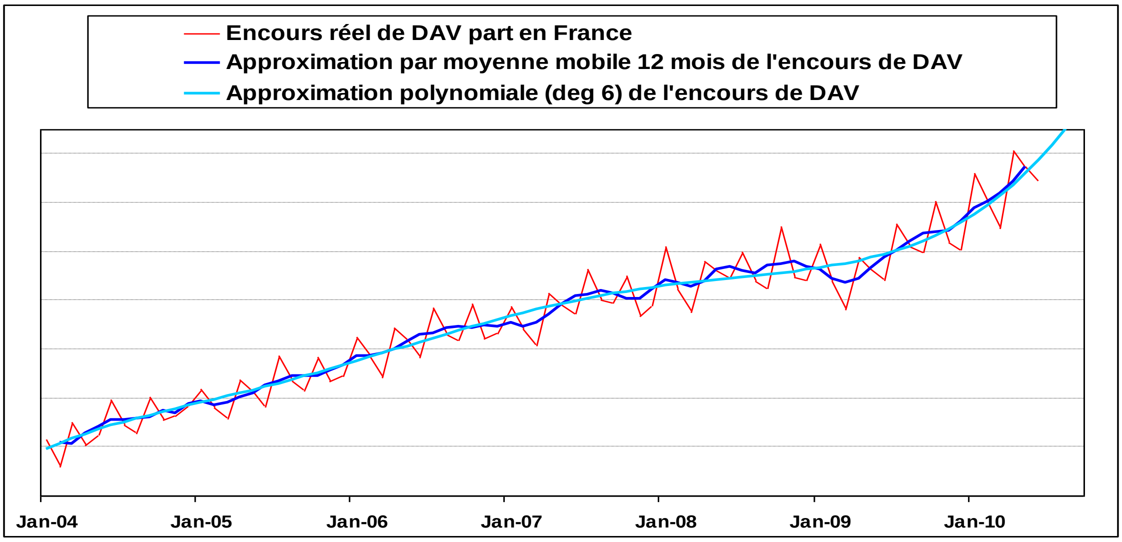
Sur les mêmes années, l'encours est désaisonnalisé et nous obtenons l'historique suivant :



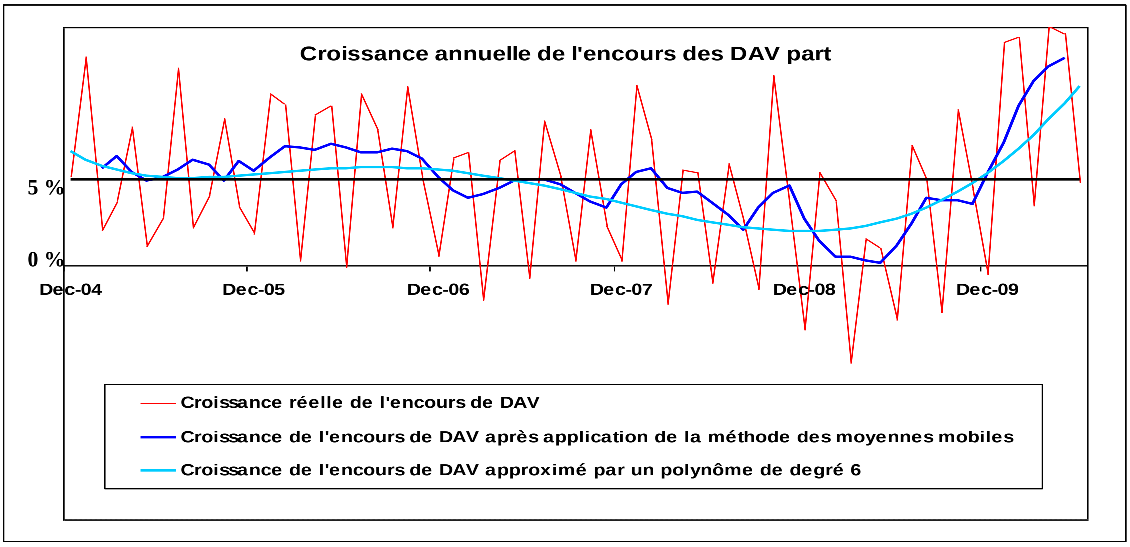
L'encours est efficacement désaisonnalisé nous nous proposons de comparer cet encours lissé à celui obtenu grâce à un lissage polynomial.

4.1.2.2. Lissage polynomial

Une autre méthode consiste à approximer la courbe grâce à un polynôme de degré 6.



Cette approche permet d'obtenir une courbe très uniforme et une croissance mensuelle également lissée.



En revanche certains effets sont atténués comme la faible production de DAV en 2009 ou la forte croissance en 2010.

4.1.3. Statistiques descriptives

Les encours de DAV semblent croître sur l'historique et s'articuler autour d'un taux de croissance de 5%. Néanmoins différents rythmes de croissance sont à distinguer; Sur la période 2004-2006, l'encours de DAV connaît une croissance supérieure à 5%, tandis que de 2006 à 2009 l'encours augmente plus lentement voire diminue. Enfin depuis décembre 2009, la croissance des DAV atteint son niveau le plus haut depuis 5 ans.

4.1.4. Corrélation aux taux de marché

Pour vérifier l'hypothèse d'un lien entre ce rythme de croissance et le contexte de taux, il convient de vérifier graphiquement et grâce au coefficient de corrélation ρ que certains taux sont corrélés avec le taux de croissance annuel des dépôts à vue.

$$\rho = \frac{\operatorname{cov}(Y,X)}{\sqrt{\operatorname{var}(X)\operatorname{var}(Y)}} \qquad Y_t = \frac{Encours_t - Encours_{t-12}}{Encours_{t-12}}$$

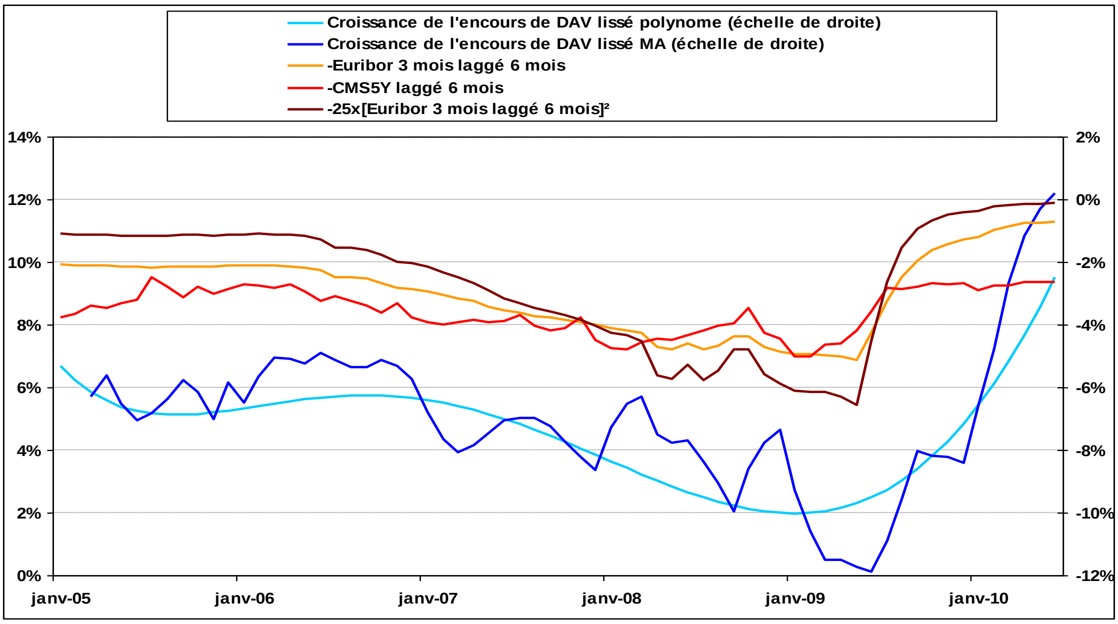
$$\rho(Y_t, Eur3m_t) = -41\% \qquad \rho(Y_t, Eur3m_{t-6}) = -84\%$$

$$\rho(Y_t, Eur3m_t^2) = -37\% \qquad \rho(Y_t, Eur3m_{t-6}^2) = -83\%$$

$$\rho(Y_t, CMS5Y_t) = -34\% \qquad \rho(Y_t, CMS5Y_{t-6}) = -62\%$$

Il apparaît que les trois variables sélectionnées sont anti-corrélées au taux de croissance dès lors que l'on applique à ces données de marché un retard de 6 mois.

De même graphiquement on retrouve cette corrélation :



La corrélation négative de la croissance et du niveau des taux s'explique par le fait que des taux de marché élevés permettent aux banques de proposer des taux d'intérêt intéressants sur les dépôts rémunérés. Les clients limitent donc leur épargne non rémunérée au maximum.

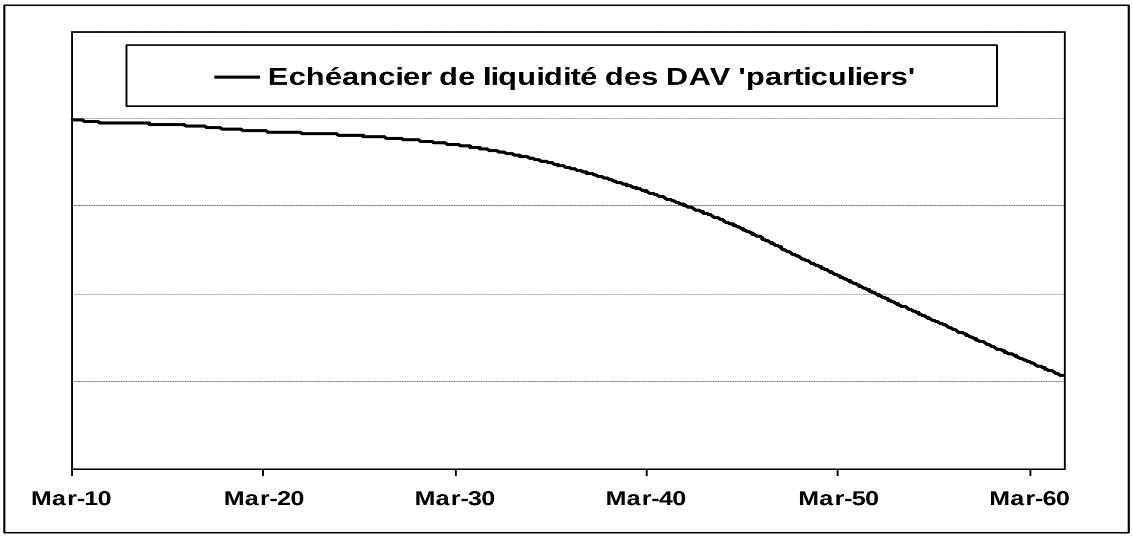
Le niveau des taux modifie bien le rythme de croissance annuelle de l'encours de DAV ; il s'agit dorénavant de modéliser cet effet volume.

4.2. Production d'un équivalent delta avec un premier modèle d'arbitrage

Une première étape est la production d'un delta a partir d'un modèle existant qui rend compte de l'effet de l'arbitrage sur le taux de croissance de l'encours des DAV non rémunérés.

4.2.1. Modélisation de l'arbitrage au sein d'un portefeuille de comptes

L'objectif est de calculer le delta de cette option comportementale dans l'impasse de taux. Puisque l'impasse est calculée en statique, le risque de taux doit être mesuré sur le portefeuille de comptes existants. Notre portefeuille de comptes courants est destiné à s'écouler sur les prochaines années puisque nous excluons l'ouverture de compte.



L'effet volume peut alors être envisagé comme une modification du profil d'échéancement de notre encours de départ. Il s'agit de modéliser cette déformation de l'échéancier de liquidité.

Nous disposons d'un modèle qui exprime la croissance annuelle des dépôts à vue de BDDF en fonction de certains paramètres de marché. Après avoir étudié ce modèle sous l'hypothèse d'une production nouvelle nous proposerons de l'adapter à notre portefeuille de comptes fermé.

4.2.2. Modèle matriciel reposant sur un avis d'expert

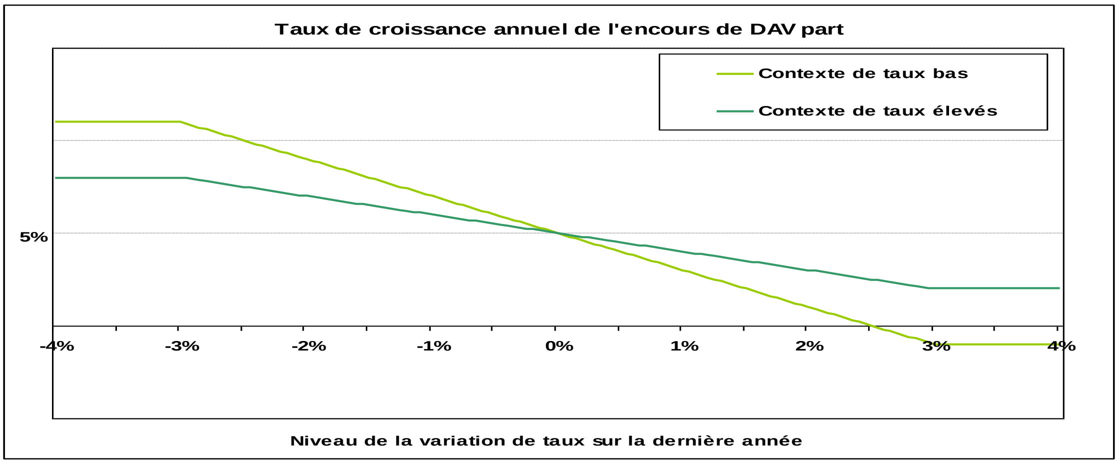
Le modèle suivant repose sur l'hypothèse que le comportement d'un client vis-à-vis de son compte de dépôt à vue dépend uniquement du niveau des taux et de l'évolution des taux sur la dernière année.

Ce modèle a été calibré au sein de l'équipe ALM de BDDF pour prévoir ce taux de croissance en fonction du contexte de taux tout en garantissant un retour à la moyenne de 5% si les taux de marché stagnent.

D'une part, nous considérons que dans un scénario de hausse des taux, les clients cherchent à optimiser leur épargne en préférant des produits rémunérés. Tandis que si les taux baissent, les clients anticipent plutôt des taux bas et conservent d'avantage d'encours sur leur compte courant.

D'autre part, nous supposons qu'un contexte de taux bas rend les clients plus réactifs que si les taux sont globalement élevés. En effet dans un contexte de taux élevés, l'arbitrage entre dépôts rémunérés et non rémunérés ne s'effectue plus, la clientèle limite l'encours de son compte courant au minimum. Au contraire si les taux sont bas, le faible rendement des dépôts rémunérés explique que les clients arbitrent entre ces dépôts et leur compte courant.

Ainsi ce sont ces deux effets qui sont représentés:



Le taux de croissance est compris entre les deux courbes vertes suivant le contexte de taux.

	Variation D du taux de référence sur la dernière année						
	-300bp	-200bp	-100bp	0	100bp	200bp	300bp
Taux bas Min (Rt, R(t-12))<TB Pas P2*	5% +3*P2	5% +2*P2	5%+P2	**5%**	5%-P2	5% -2*P2	5% -3*P2
Taux élevés Min(Rt, R(t-12))>TH Pas P1*	5% +3*P1	5% +2*P1	5%+P1	**5%**	5%-P1	5% -2*P1	5% -3*P1

*P2>P1

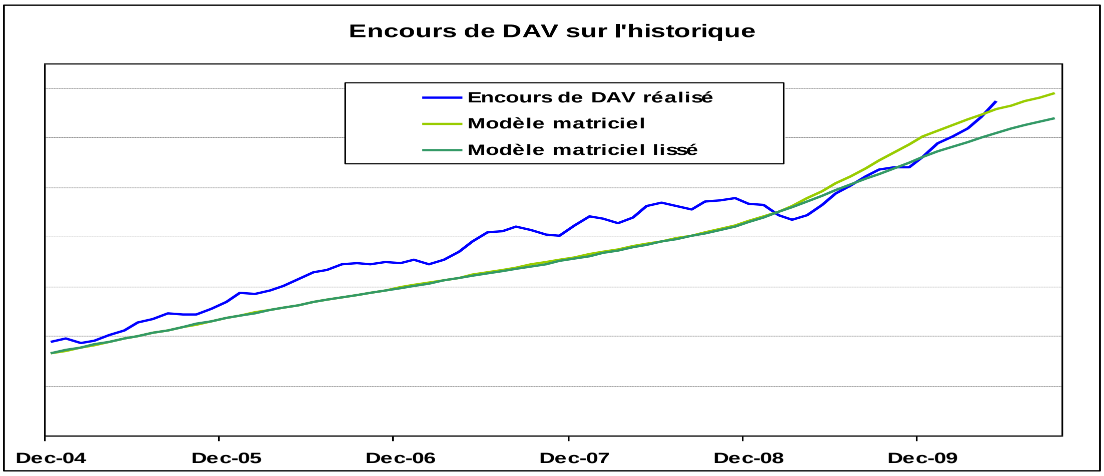
Nous utilisons cette matrice en linéarisant le passage entre chacune des case et en aplatissant les extrémités. Cette linéarisation correspond à la formule ci-dessous :

$$\boxed{Tx_{\substack{croissance \\ annuelle}} = 5\% - \left(\alpha \times P1 + (1-\alpha) \times P2\right) \times \beta}$$

$$\alpha = \max\left(0, \min\left(1{,}1 - \frac{\min(R(t), R(t-12)) - TB}{TH - TB}\right)\right)$$

$$\beta = \max\left(-3, \min\left(3, \frac{R(t) - R(t-12)}{100 \times 0.01\%}\right)\right)$$

L'intérêt de ce modèle est d'être centré sur 5% et de revenir systématiquement à cette moyenne même en cas de « palier » de taux. En effet si les taux restent à 10% pendant 1 an, la variation sera nulle et la croissance reviendra à 5%.



Il s'agit désormais d'utiliser ce modèle pour modéliser une déformation à appliquer à l'échéancier de liquidité pour refléter l'arbitrage.

4.2.3. Transposition au portefeuille de comptes sans production nouvelle

Nous avons vu au paragraphe 1.2.4 que la construction d'un échéancier repose sur l'augmentation de l'encours par compte et la diminution du nombre de compte. En pratique nous constituons, à partir de l'historique une table qui fait correspondre à un âge de compte : un taux de clôture et un taux de croissance.

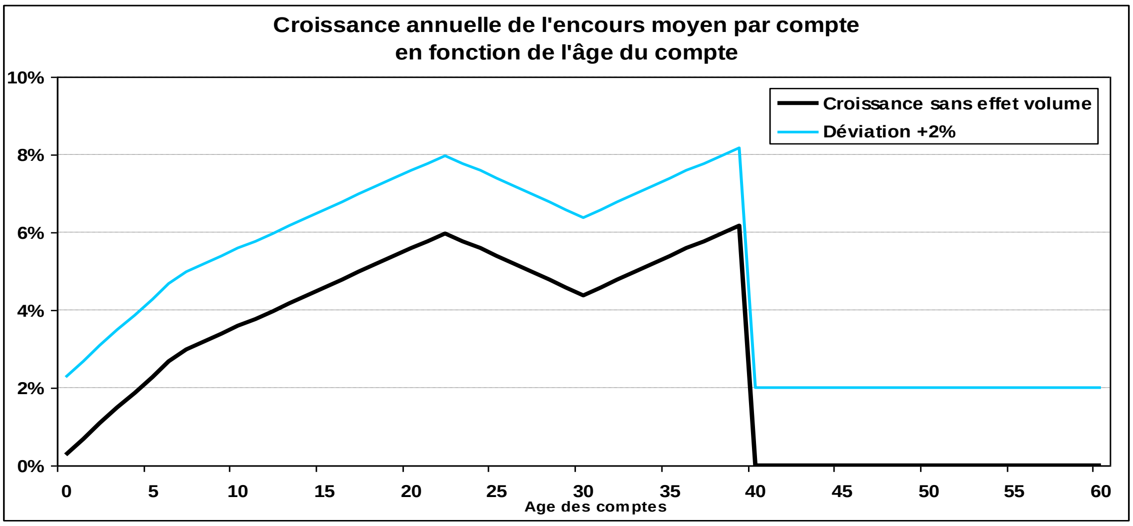
Nous supposerons que le niveau des taux n'influence pas les clients quant à leur décision de fermer leur compte. En revanche il sera admis que la croissance de l'encours par compte est perturbée par le contexte de taux.

En croissance nous avons observé un taux de croissance central de 5% et la modélisation de l'effet volume consistait à déformer le taux de croissance autour de cette valeur.

Nous proposons d'appliquer en t pour chaque cohorte de comptes du même âge, la même déformation au taux de croissance de l'encours moyen par compte c'est-à-dire :

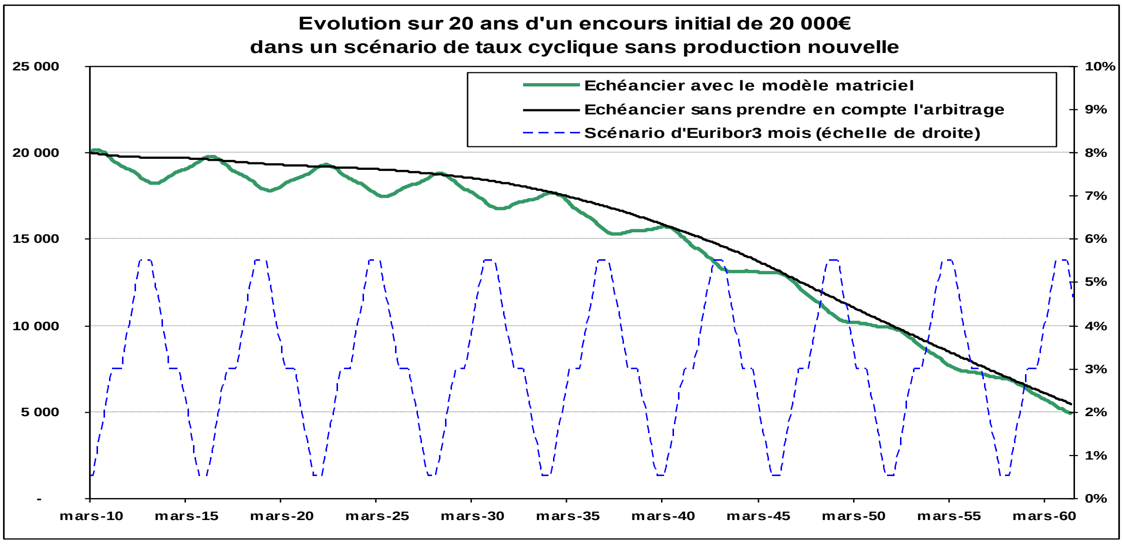
	Variation D du taux de référence sur la dernière année						
	-300bp	-200bp	-100bp	0	100bp	200bp	300bp
Taux bas Min (Rt, R(t-12))<TB Pas P2*	Câge +3*P2	Câge +2*P2	Câge +P2	**Câge**	Câge -P2	Câge -2*P2	Câge -3*P2
Taux élevés Min (Rt, R(t-12))>TH Pas P1*	Câge +3*P1	Câge +2*P1	Câge +P1	**Câge**	Câge -P1	Câge -2*P1	Câge -3*P1

Cela signifie que la courbe qui associe un taux de croissance à chaque âge n'est plus utilisée brute mais est translatée à chaque date future.



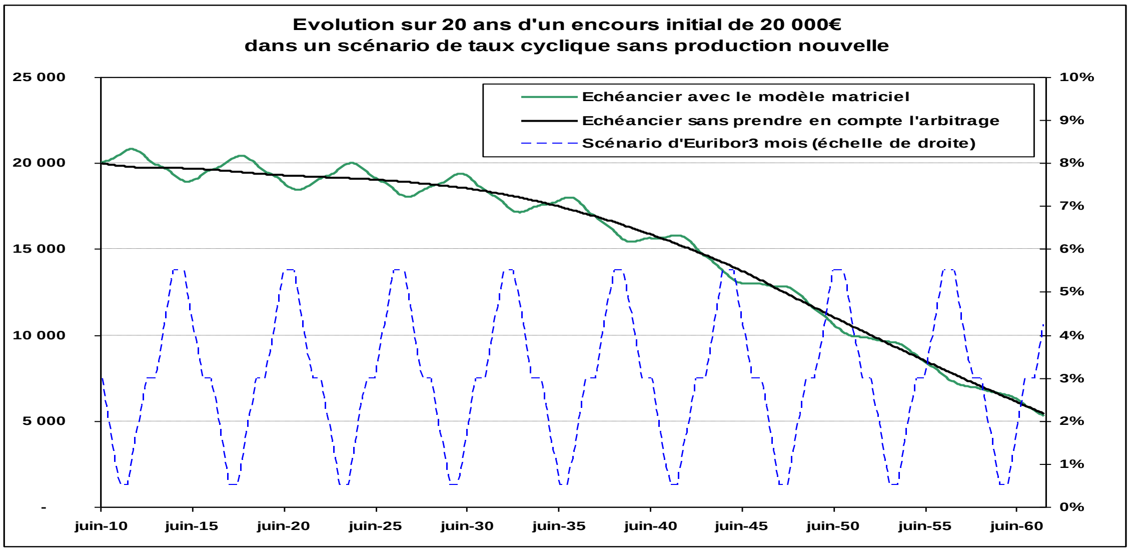
La fonction qui associe le taux de clôture des comptes à l'âge du compte est inchangée et nous obtenons à partir de ces deux fonctions, l'échéancier déformé par l'effet volume.

Une première application de ce procédé permet d'observer la dynamique du modèle sur l'écoulement d'un encours de 20 000€ dans un scénario cyclique qui ne parcourt que des taux cohérents avec les taux observés par le passé.



Il apparaît que l'échéancier modélisé s'éloigne de l'échéancier classique lorsque l'Euribor 3 mois augmente, puis les deux échéanciers se rejoignent lorsque les taux sont de nouveau très bas. Nous nous attendions à ce que l'échéancier déformé soit centré sur l'échéancier « sans effet volume ».

Nous émettons l'hypothèse que ce décalage soit dû à la situation initiale d'un taux très bas. Si nous considérons que nous sommes initialement en milieu de cycle (3%) nous observons l'échéancier suivant :



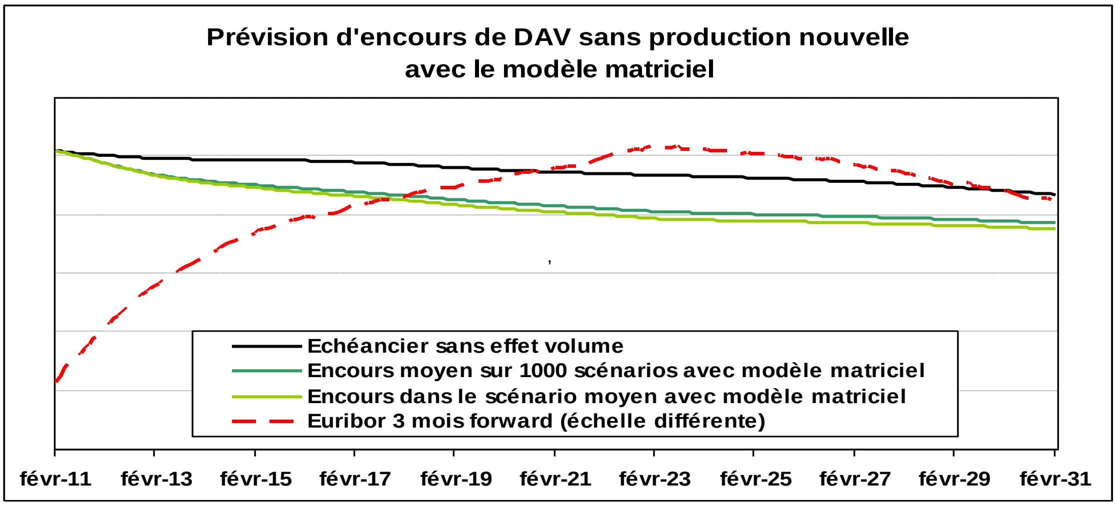
Cette fois l'échéancier « avec effet volume » est bien centré sur l'échéancier « sans effet volume ». Lorsque les taux sont hauts il est inférieur à l'échéancier de base qui ne prend pas en compte les transferts vers les comptes rémunérés ; au contraire lorsque les taux sont bas l'échéancier modélisé dépasse l'échéancier central puisqu'il prévoit un retour de liquidité vers les DAV dans ce contexte.

En réalité puisque nous sommes dans un contexte de taux bas aujourd'hui, notre modèle suggère que BDDF jouit d'un surplus de liquidité sur les DAV, qui devrait donc s'écouler plus rapidement que prévu lorsque les taux remonteront.

4.2.4. Calcul du delta équivalent

Il s'agit désormais de prévoir l'évolution de l'encours de DAV dans chacun des 1000 scénarios de taux. Nous ajouterons un scénario supplémentaire dont les taux sont, à chaque date, la moyenne des taux à cette date sur les 1000 scénarios. Ce scénario sera désigné dans la suite par « scénario moyen ». Par ailleurs dans un souci de clarté nous n'afficherons pas l'allure de l'encours dans les milles scénario mais la moyenne de l'encours sur les 1000 scénarios.

De plus nos prévisions se limiteront à 20 ans puisque l'impasse est calculée au maximum jusqu'à cet horizon.



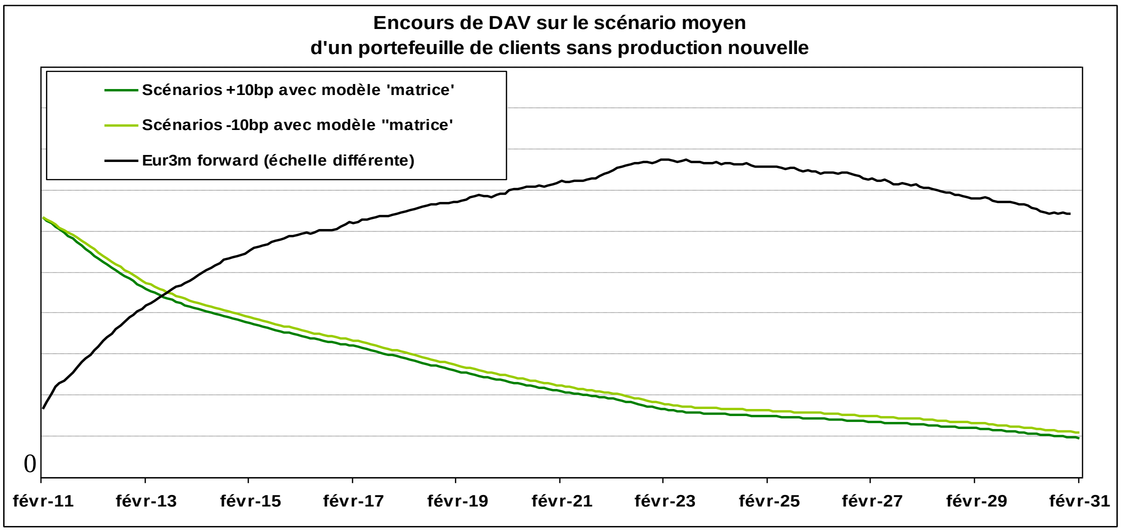
L'encours du scénario moyen est très proche de la moyenne des 1000 scénarios, dans la suite nous ne présenterons que les résultats moyennés, ces mêmes résultats sur le scénario moyen sont présentés en annexe.

Le modèle prévoit que l'encours de DAV s'écoulera plus rapidement que prévu, ces prochaines années ce qui représentera une perte de résultat par rapport aux prévisions « sans effet volume ». C'est ce risque de taux que nous cherchons à mesurer

4.2.5. Delta équivalent marge commerciale constante

Le résultat est le suivant : $Résultat_t = Encours_t^{DAV} \times \text{Marge}^{DAV}$

Comme le résultat se déduit directement des encours, pour obtenir le delta équivalent il suffit de calculer les encours dans chaque scénario, lorsque la courbe des taux est choquée de +10bp et -10bp.



Le paramètre « variation » du taux sur un an ne diffère entre les deux chocs que la première année.

$$\boxed{Eur3m_t - Eur3m_{t-12} = V_t}$$

La première année, Eur3m (t-12) n'est pas choqué donc :

$$\boxed{\left.\begin{array}{l} V_t^{+10bp} = Eur3m_t^{+10bp} - Eur3m_{t-12} = V_t + 10bp \\ V_t^{-10bp} = Eur3m_t^{-10bp} - Eur3m_{t-12} = V_t - 10bp \end{array}\right\} V_t^{+10bp} - V_t^{-10bp} = 20bp}$$

Les années suivantes la variation est la même quelque soit le choc :

$$\boxed{\left.\begin{array}{l} V_t^{+10bp} = Eur3m_t^{+10bp} - Eur3m_{t-12}^{+10bp} = V_t \\ V_t^{-10bp} = Eur3m_t^{-10bp} - Eur3m_{t-12}^{-10bp} = V_t \end{array}\right\} V_t^{+10bp} = V_t^{-10bp}}$$

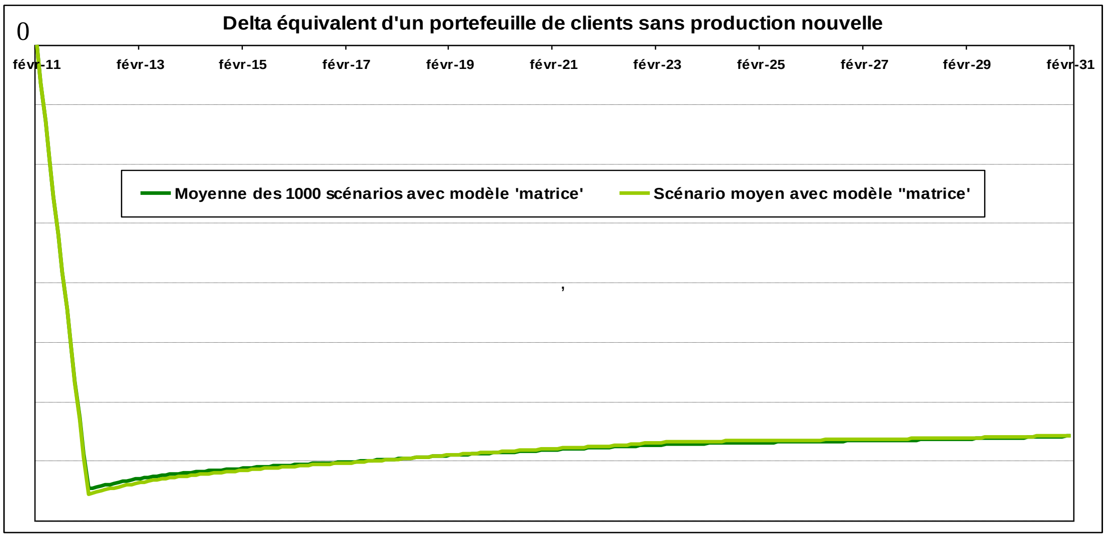
Donc le paramètre variation n'est affecté par le choc que la première année. Ensuite il redevient égal à sa valeur dans le scénario non choqué.

Par ailleurs les prédictions étant rapidement élevées, le seuil de TH est rapidement dépassé quelque soit le choc, le pas P1 est appliqué.

Donc dans chaque scénario la croissance de l'encours moyen par compte est quasiment la même quelque soit le choc. De plus le taux de clôture est le même dans tous les scénarios et tends à réduire dans chaque scénario, l'écart entre les encours après un choc de +10bp et de -10bp.

Pour le calcul du résultat nous fixerons la marge à 200bp soit 2%.

$$\Delta eq_t = (Encours_t^{+10bp} - Encours_t^{-10bp})\frac{Marge}{20bp}$$



Le delta est bien négatif, ce qui confirme qu'une hausse des taux est défavorable au résultat commercial effectué sur le portefeuille de DAV sans production nouvelle.

De plus nous retrouvons les deux phases :

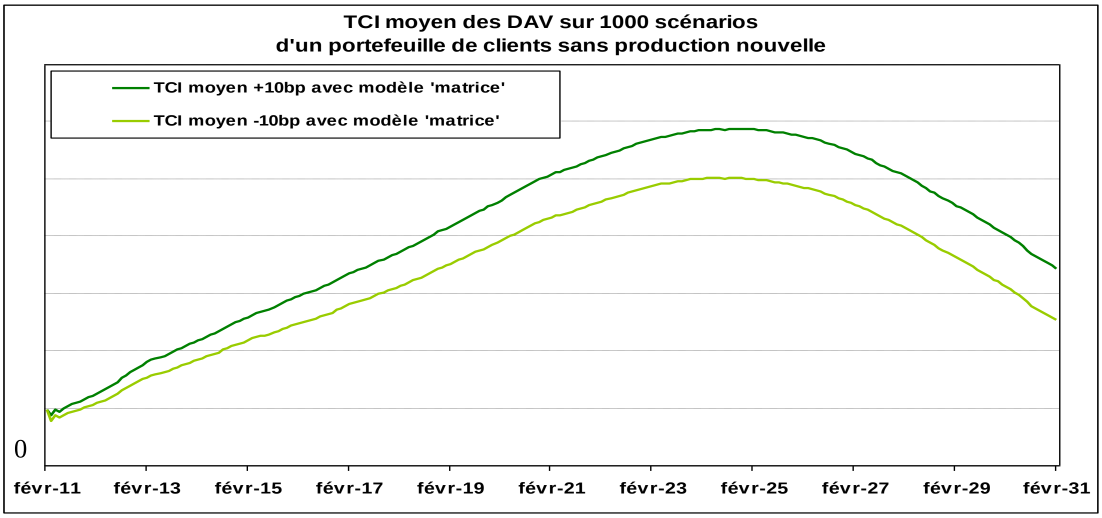
- La première année le paramètre variation diffère de 20 bp entre chaque scénario choqué de +10bp ou -10bp donc l'écart entre les encours de DAV se creuse. Puisque la marge est constante l'écart entre les résultats '+10bp' et '-10bp' est de plus en plus important.
- Les années suivantes l'écart entre les encours se réduit lentement, donc la différence entre les résultats évolue de la même manière.

Ce delta est très facilement interprétable et la dynamique du modèle apparaît clairement. Néanmoins nous avons fait l'hypothèse extrêmement forte d'une marge commerciale constante qui n'est pas réaliste; d'autant que pour les dépôts non rémunérés la marge est égale au TCI lui-même indexé sur les taux de marché.

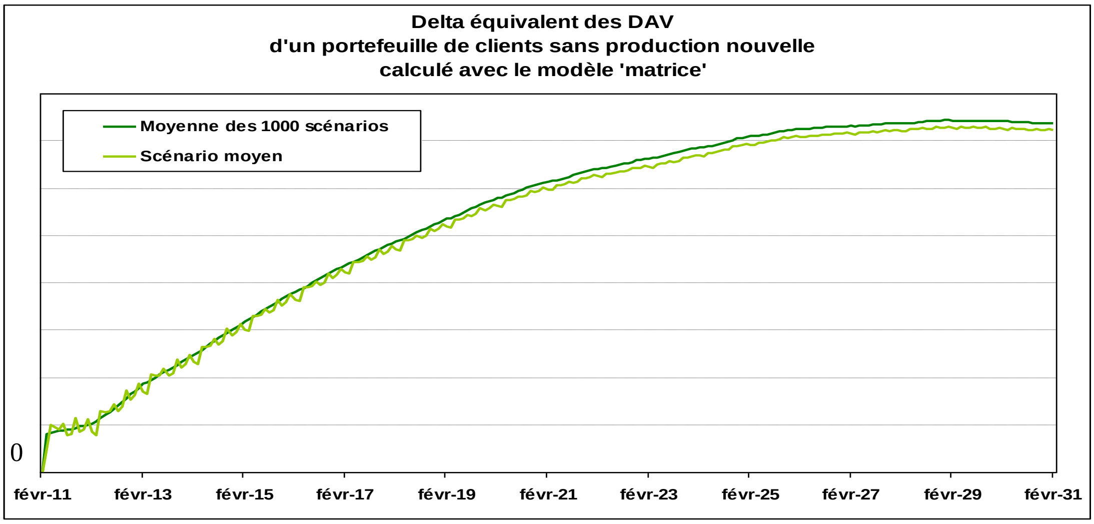
4.2.6. Delta équivalent marge réelle

En réalité la marge est égale à la différence entre le TCI (que l'agence reçoit) et le taux client qu'elle rémunère, dans le cas d'un produit non rémunéré, la marge est égale au TCI.

Dans le cas de DAV la règle d'adossement sera un unique bloc linéaire 10 ans. Nous supposons des tombées linéaires sur 10 ans donc au bout de 10 ans l'intégralité du stock d'actifs a été renouvelée et TCI (+10bp)-TCI(-10bp)=20bp.



A partir du TCI et des encours obtenu avec le modèle d'arbitrage nous obtenons le delta équivalent suivant :



Cette fois le delta équivalent est positif ce qui à priori n'est pas cohérent avec l'impact attendu de l'effet volume qui est censé diminuer le résultat lorsque les taux augmentent. Ce résultat s'explique par un effet supplémentaire lié à l'augmentation des taux et donc de la marge commerciale :

Il convient maintenant d'isoler dans ce delta équivalent la part à attribuer au risque de taux que génère l'arbitrage clientèle.

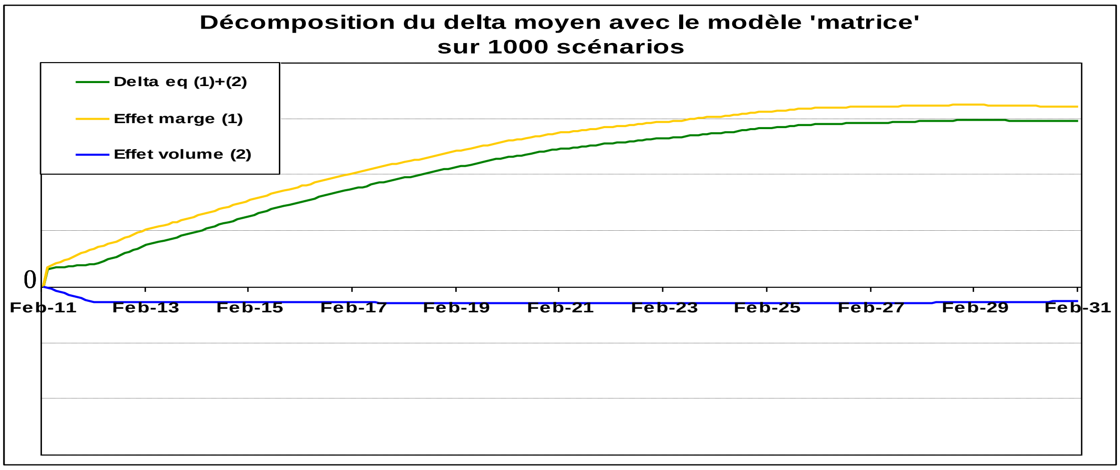
4.2.7. Décomposition du delta : effet ‘volume’ et effet ‘marge’

Nous pouvons isoler deux effets dans l’obtention du résultat en cas de hausse des taux, l’augmentation de la marge future estimée et la diminution de l’encours. Nous cherchons à isoler l’effet de l’arbitrage c'est-à-dire l’effet volume sur la sensibilité du résultat.

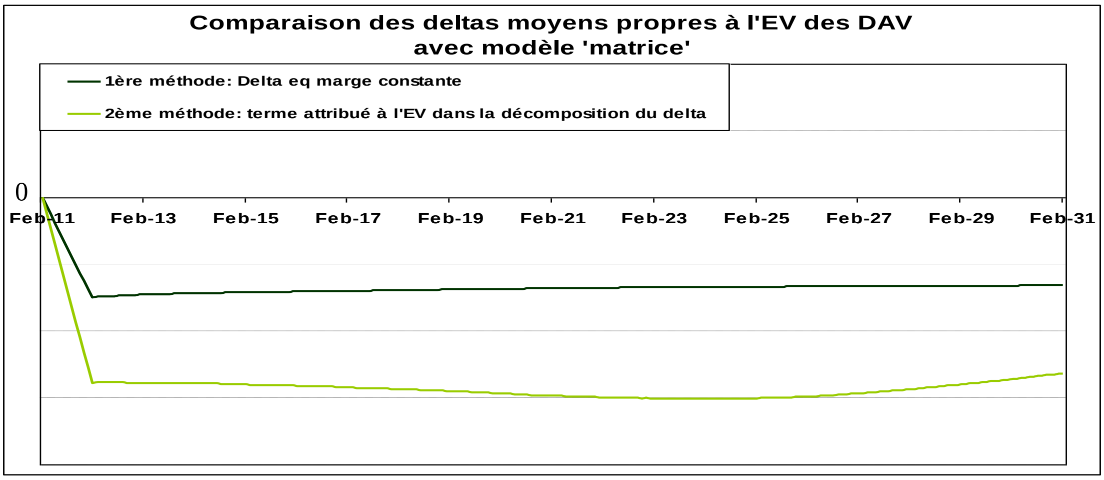
Une première méthode consiste à considérer une marge constante comme précédemment, mais l’amplitude du delta équivalent est faussée par la marge constante.

Une deuxième méthode repose sur la décomposition du delta équivalent en deux termes dont un seul correspond à l’effet volume.

$$
\begin{aligned}
\Delta eq_t &= \frac{(Encours_t^{+10bp} \times \text{Marge}^{+10\text{bp}} - Encours_t^{-10bp} \times \text{Marge}^{-10\text{bp}})}{20bp} \\
&= \overbrace{Encours_t^{+10bp} \times (\text{Marge}^{+10\text{bp}} - \text{Marge}^{-10\text{bp}}) \times \frac{1}{20bp}}^{\text{effet marge (1)}} \\
&\quad + \overbrace{(Encours_t^{+10bp} - Encours_t^{-10bp}) \times \text{Marge}^{-10\text{bp}} \times \frac{1}{20bp}}^{\text{effet volume(2)}}
\end{aligned}
$$



Cette méthode met bien en avant l’ampleur de l’effet marge qui s’explique par l’absence de taux client et donc un impact total du choc dans la marge commerciale.



Si nous comparons le delta propre à l'effet volume que nous obtenons avec la méthode marge constante et celui calculé à partir de la décomposition nous retrouvons une allure commune. L'amplitude est différente puisque dans le cas de la décomposition la différence d'encours est multipliée par une marge croissante qui dépasse la marge constante de 200bp.

Dans les deux cas nous remarquons que tout l'impact des chocs se produit la première année en raison du caractère prédominant du paramètre « variation » dans le modèle. Cette structure peut paraître injustifiée, nous souhaitons comparer ces deltas équivalents avec ceux que nous aurions obtenu avec des modèles qui ne reposent que sur le niveau des taux et sont donc sensible au choc sur toute l'étude.

4.3. Discussions et alternatives

Le paramètre du modèle précédemment décrit est la variation sur la dernière année. Nous nous proposons d'envisager d'autres modèles qui reposeraient sur le niveau des taux courts, des taux long…

L'idée est de tester une régression de la croissance de l'encours lissé sur les divers taux que nous avions notés être anti-corrélés au taux de croissance au paragraphe 4.1.4

Pour comparer ces modèles nous nous intéresserons au coefficient de détermination R²:

$$R^2 = \frac{SCE}{SCT} = 1 - \frac{SCR}{SCT}$$

SCE = somme des carrés expliqués = $\sum_i (\hat{y}_i - \bar{y})^2$

SCR= somme des carrés des résidus = $\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2$

SCT= somme des carrés totaux = $\sum_i (y_i - \bar{y})^2$

Le R² augmente mécaniquement avec le nombre de degrés de liberté p puisque cela diminue les résidus. Afin de rendre comparable les R² des différentes régressions, nous préfèrerons le R² ajusté qui correspond à :

$$\boxed{\bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \times \frac{n-1}{n-p-1}}$$

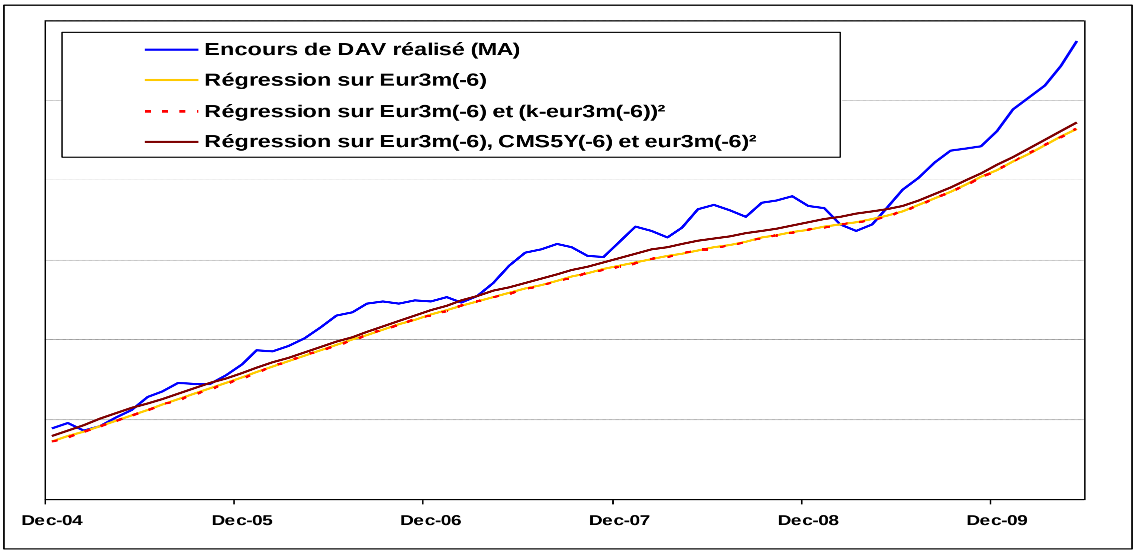
Nous régressons sur les données décembre 2005/juin 2010 donc n+p=66.

Comparons trois modèles de régression :

$X_t = a + b \times Eur3m_{t-6}$ $\quad\quad \bar{\mathrm{R}}^2 = 68.7\%$

$X_t = a + b \times Eur3m_{t-6} + c \times Eur3m_{t-6}{}^2$ $\quad\quad \bar{\mathrm{R}}^2 = 68.3\%$

$X_t = a + b \times Eur3m_{t-6} + Eur3m_{t-6}{}^2 + d \times CMS5Y_{t-6}$ $\quad\quad \bar{\mathrm{R}}^2 = 73.7\%$



Les R² évoluent peu lorsqu'on ajoute des paramètres, nous effectuons un test de significativité sur les cœfficients des variables $Eur3m_{t-6}{}^2$ et $CMS5Y_{t-6}$.

Par exemple, dans la régression $X_t = a_0 + a_1 \times Eur3m_{t-6} + a_2 \times Eur3m_{t-6}{}^2$, l'hypothèse que les résidus suivent une loi normale centrée garanti que :

$$\boxed{\frac{\hat{a}_i - a_i}{\hat{\sigma}_{\hat{a}_i}} \approx Student(n-p-1)}$$

- Nous testons l'hypothèse $H_0 : a_1 = 0$ contre $H_1 : a_1 \neq 0$ avec n=64 et p=2.

  Sous l'hypothèse H_0, $\frac{\hat{a}_1}{\hat{\sigma}_{\hat{a}_1}} \approx Student(61)$ et $P(-2.390 < \frac{\hat{a}_1}{\hat{\sigma}_{\hat{a}_1}} < 2.390) = 99\%$.

  Or $\frac{\hat{a}_1}{\hat{\sigma}_{\hat{a}_1}} = -2.57$ donc nous rejetons l'hypothèse $H_0 : a_1 = 0$.

  La variable $Eur3m_{t-6}$ est significative.

- Nous testons l'hypothèse $H_0 : a_2 = 0$ contre $H_1 : a_2 \neq 0$ avec n=64 et p=2.

  Sous l'hypothèse H_0, $\frac{\hat{a}_2}{\hat{\sigma}_{\hat{a}_2}} \approx Student(61)$ et $P(-2.390 < \frac{\hat{a}_2}{\hat{\sigma}_{\hat{a}_2}} < 2.390) = 99\%$.

  Or $\frac{\hat{a}_2}{\hat{\sigma}_{\hat{a}_2}} = 0.179$ donc nous ne rejetons pas l'hypothèse $H_0 : a_2 = 0$.

  La variable $Eur3m_{t-6}{}^2$ n'est pas significative.

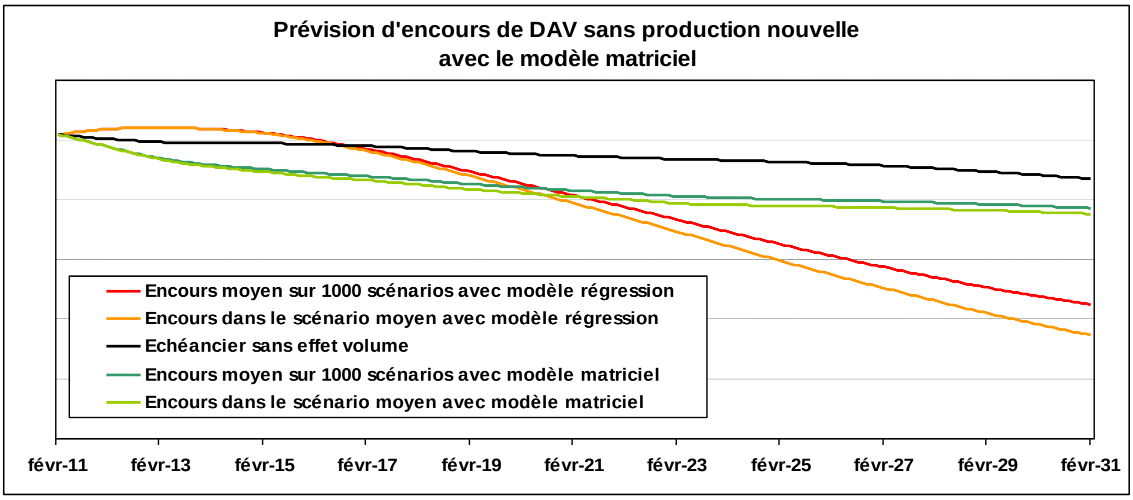
De même dans le troisième modèle seul le cœfficient de $Eur3m_{t-6}$. Nous préfèrerons donc par la suite le premier modèle, c'est-à-dire le plus simple :

$$\boxed{X_t = a + b \times Eur3m_{t-6}}$$

4.3.1. Deltas équivalents avec une marge commerciale constante

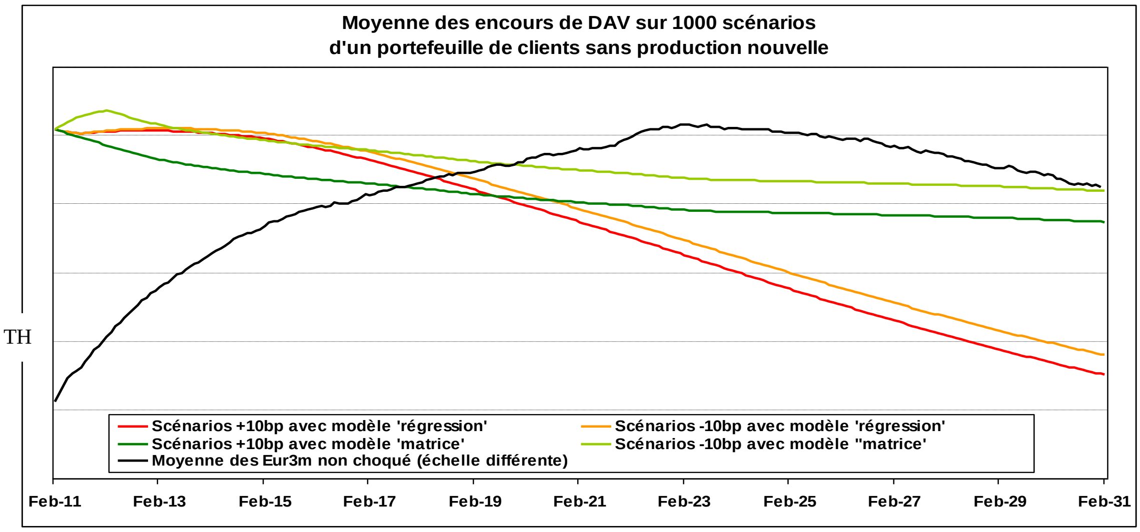
Une première étape est de comparer l'échéancier que prévoit ce nouveau modèle à celui obtenu avec la matrice dans un scénario sans choc afin de comprendre la dynamique du modèle.

4.3.1.1. Comparaison des prévisions d'encours



Lorsque le modèle « régression » est utilisé, nous obtenons un point à un an plus élevé mais un échéancier plus court qu'avec le modèle matriciel puisque nous prévoyons une hausse des taux suivie d'un palier. Or le modèle matriciel prédit un retour à la moyenne en cas de variation nulle sur un an.

Pour obtenir le delta équivalent il suffit de calculer les encours dans chaque scénario, lorsque la courbe des taux est choquée de +10bp et -10bp.



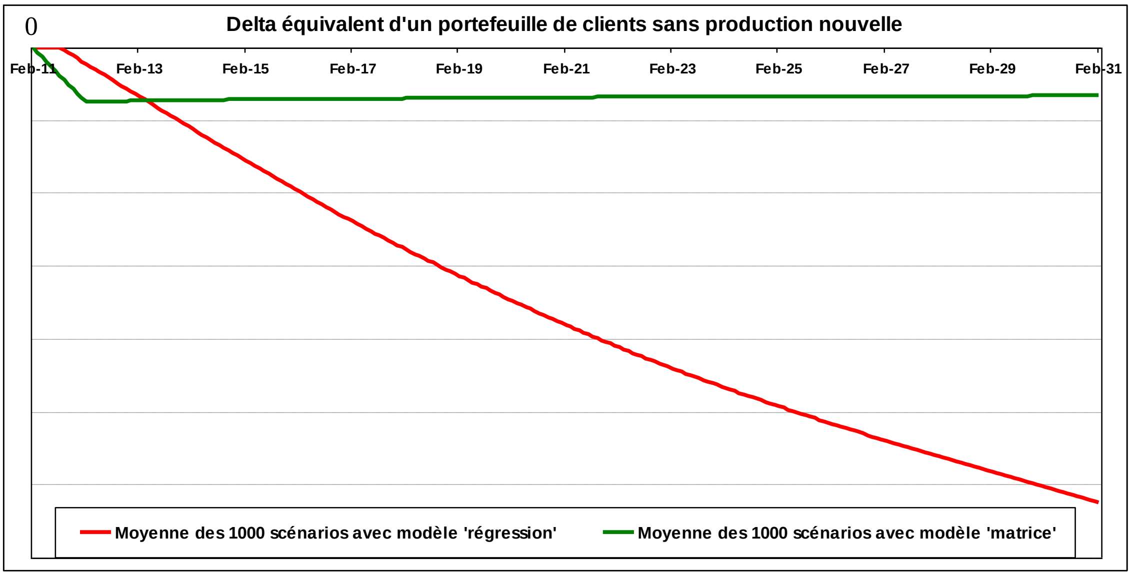
Dans le cas de la régression, étudions la situation à la première date.

$$\begin{aligned}
&Encours_t^{+10bp} - Encours_t^{-10bp}\\
&= (Emoyen_t^{+10bp} - Emoyen_t^{-10bp}) \times Ncomptes_t\\
&= Emoyen_{t-1}(Croiss_t^{+10bp} - Croiss_t^{-10bp}) \times Ncomptes_t\\
&= Emoyen_{t-1}(Croiss_t + a + b \times Eur3m_t^{+10bp} - (Croiss_t + a + b \times Eur3m_t^{-10bp})) \times Ncompte\\
&= Emoyen_{t-1} \times b \times 20bp \times Ncomptes_t
\end{aligned}$$

Chaque mois l'écart entre les encours se creuse puisque la croissance de l'encours moyen par compte diffère de b*20bp entre le même scénario choqué de +10bp ou de -10bp.

Pour le calcul du résultat nous fixerons la marge à 200bp soit 2%.

$$\Delta eq_t = (Encours_t^{+10bp} - Encours_t^{-10bp})\frac{\text{Marge}}{20bp}$$



Le delta équivalent est logiquement négatif puisqu'un choc positif appliqué au taux fait diminuer l'encours des DAV et donc le résultat réalisé sur ce produit lorsque la marge est constante.

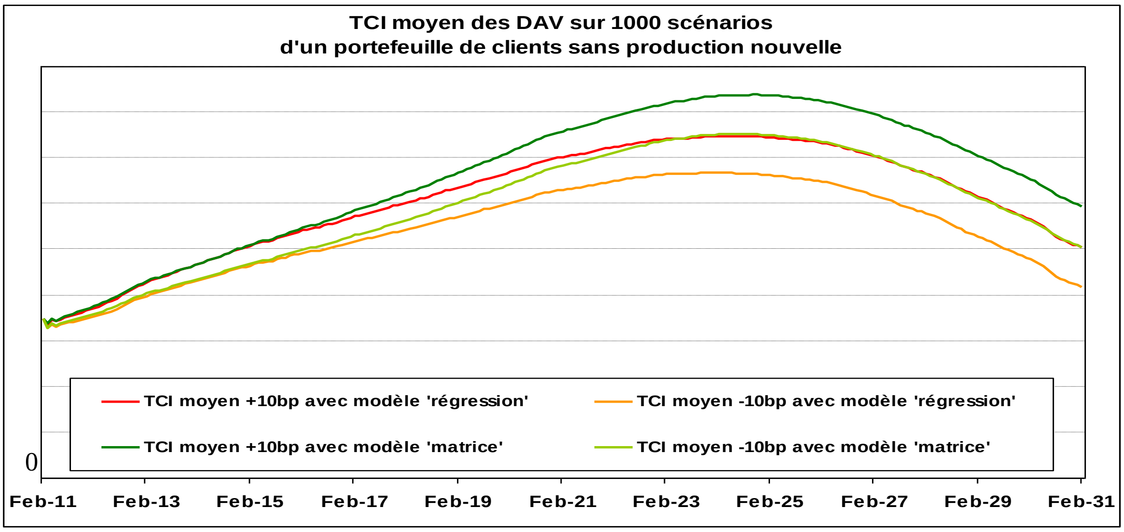
Après le retard de 6 mois dû au retard dans le modèle d'arbitrage, l'allure du delta équivalent reflète l'écart entre la différence entre l'encours de DAV dans le même scénario suivant qu'il soit choqué +10bp ou de -10bp. L'écart se creuse puisque le taux de croissance de l'encours par compte diffère toujours de b*20bp entre les deux chocs.

Le delta est beaucoup plus important que lorsque nous utilisions le modèle matriciel et le retour vers 0 dû à la diminution de l'encours ne se retrouve pas encore à un horizon de 20 ans.

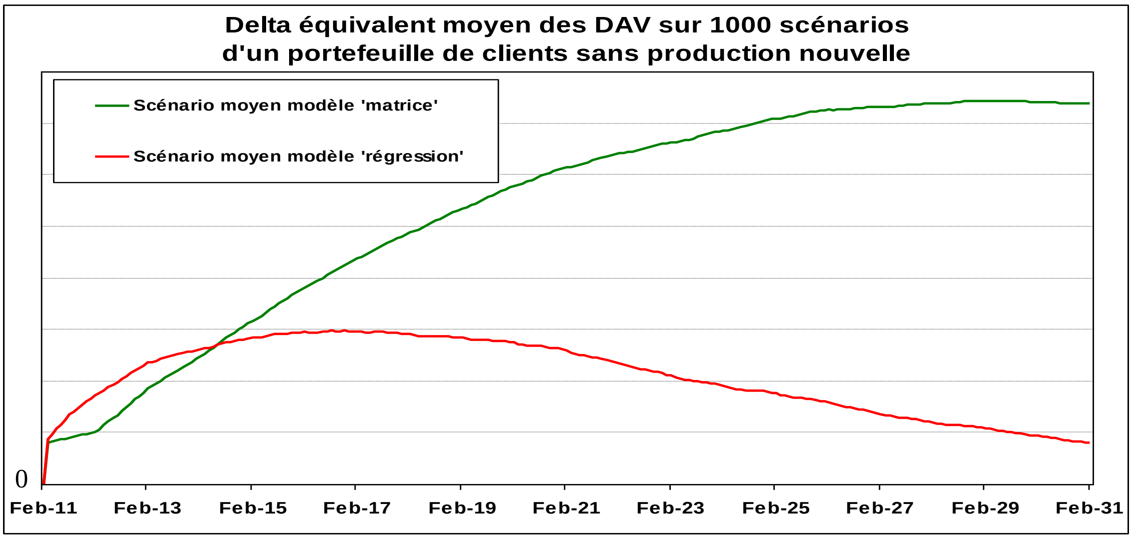
Sur l'historique les deux modèles donnaient des résultats très proches, et sur la première année leurs prévisions sont comparables (au retard près de 6 mois). Ensuite le modèle matriciel n'a plus d'effet tandis que le modèle régressif continue de modifier le taux de croissance de l'encours moyen par compte. Pour compléter la comparaison entre les deux modèles, nous souhaitons calculer un delta avec ce modèle régressif et un modèle de marge réaliste.

4.3.2. Deltas équivalents avec une marge commerciale réelle

En réalité la marge est égale à la différence entre le TCI (que l'agence reçoit) et le taux client qu'elle rémunère, dans le cas d'un produit non rémunéré, la marge est égale au TCI.



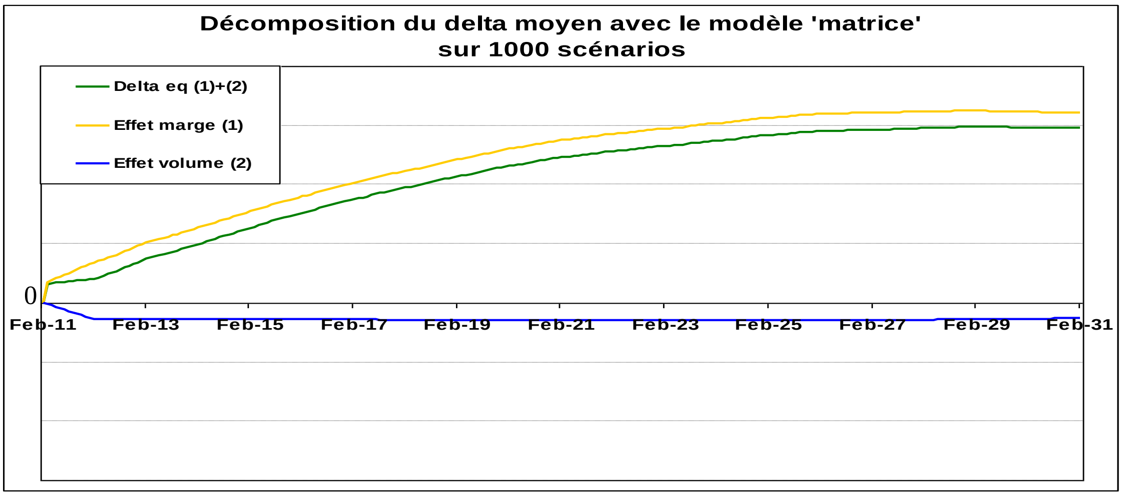
Le graphe du TCI du scénario moyen est fournit en annexe ainsi que ceux des résultats commerciaux. A partir du TCI nous pouvons calculer le delta :

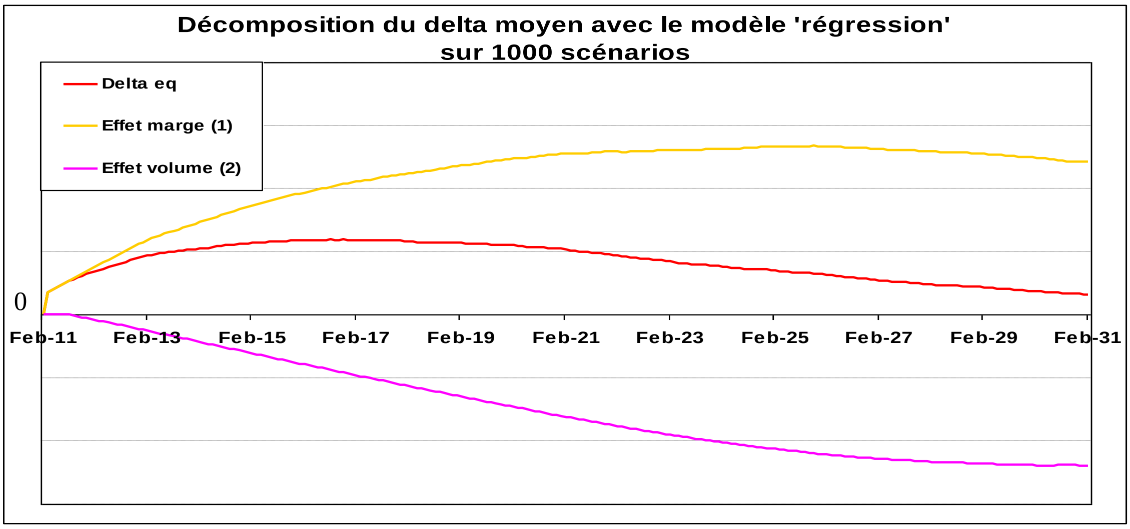


Le delta obtenu avec le modèle « régressif » est également positif et est tout aussi affecté par l'effet qui est lié à l'augmentation des taux et donc de la marge commerciale.

4.3.3. Décomposition des deltas: effet ‘volume’ et effet ‘marge’

Nous cherchons à appliquer la même décomposition au delta équivalent obtenu avec notre modèle alternatif.

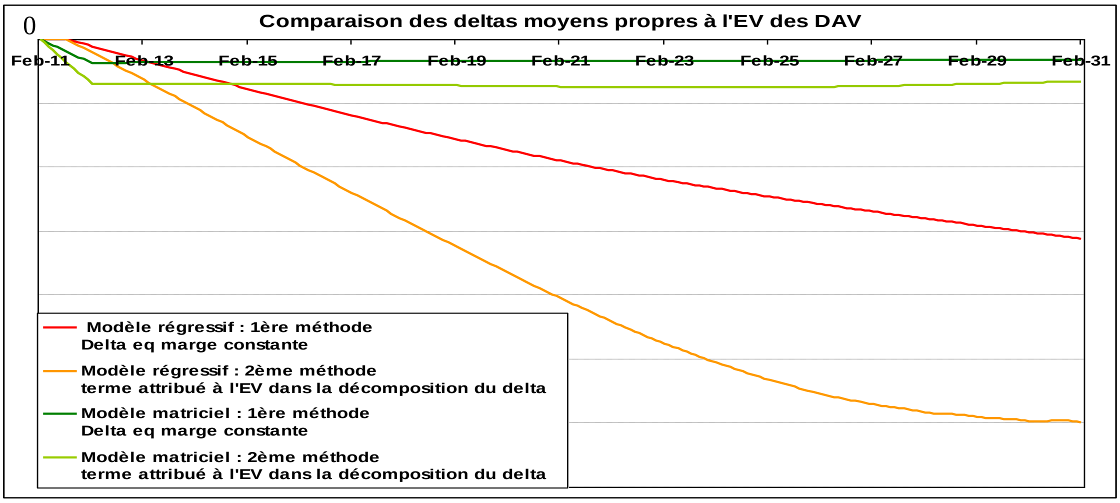




Les deux graphiques ont la même échelle

La décomposition est de nouveau réussie et nous retrouvons un effet ‘marge’ très proche entre les deux modèles alors qu’ils ne donnent pas du tout le même delta.

Avant de conclure sur la méthode pour intégrer ce delta dans la position, nous comparons l’ensemble de deltas « propre à l’effet ‘volume ‘» que nous avons calculé.



Quelque soit le modèle utilisé, nous observons que le delta obtenu par décomposition du delta total a une amplitude deux fois plus importante que le delta équivalent en marge constante.

Par ailleurs le modèle ‘régression’ prévoit un delta équivalent beaucoup plus important en valeur absolue que le modèle ‘matrice’, ce résultat était attendu du fait de l’absence d’effet retour à la moyenne dans le modèle régressé.

Entre les deux méthodes nous aurons tendance à préférer le deuxième qui est plus prudente et plus cohérente avec la réalité d’une marge des dépôts à vue très volatile.

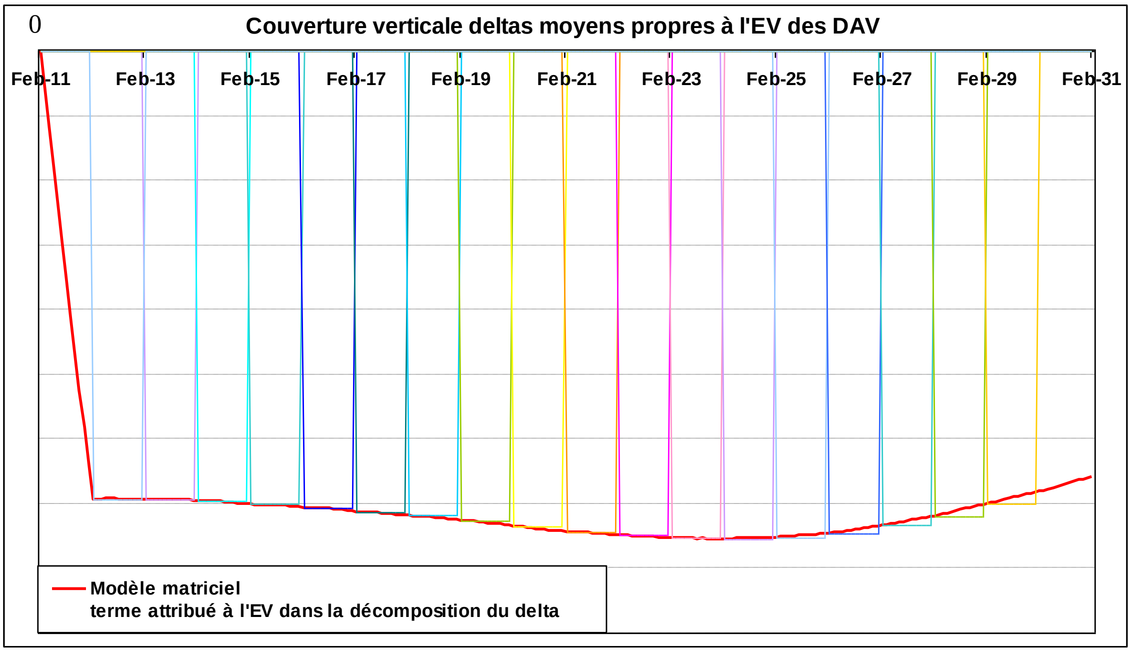
4.3.4. Stratégies proposées

Nous avons mesuré le risque de taux que représente l’effet volume, si nous désirons ajouter ce delta à l’impasse de taux il nous faut trancher si l’effet ‘marge’ doit également être comptabilisé. Nous supposerons qu’il n’a pas à être pris en compte car il est déjà calculé dans la sensibilité du revenu et n’a pas à être comptabilisé dans la position ALM mais cette hypothèse pourrait être discutée.

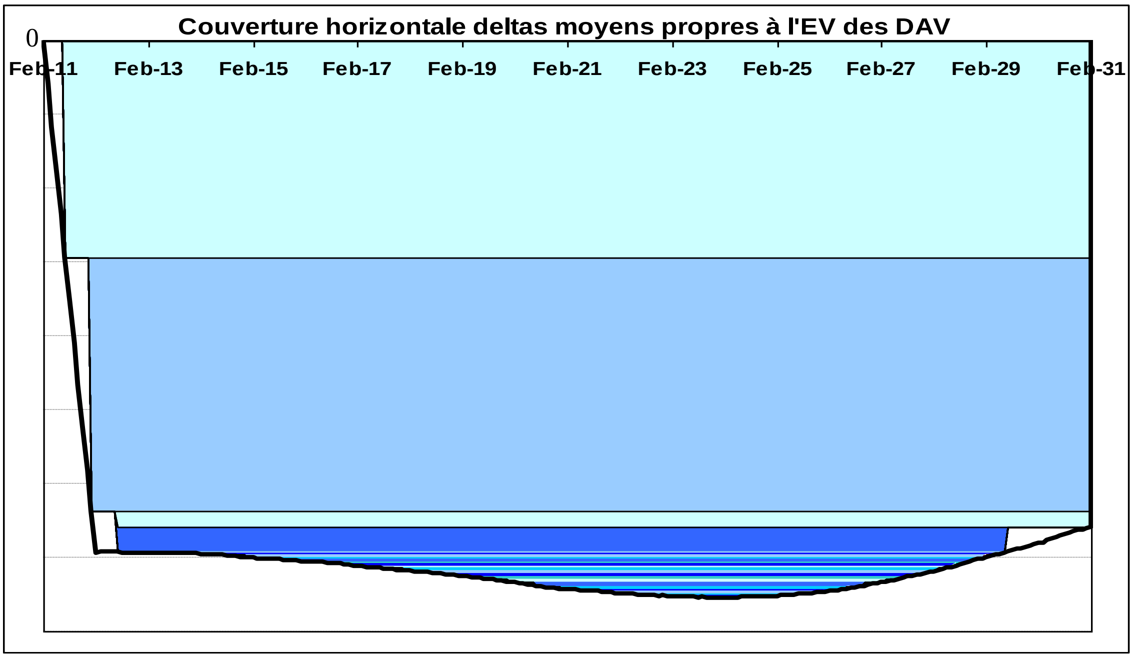
Dans l’ensemble, il ressort de l’observation de nos deltas équivalents que nous devons ajouter une position prêteuse à l’impasse ; la couverture peut notamment se traduire par un swap taux fixe emprunteur.

Ou bien puisque le risque concerne une hausse des taux, nous pourrions avoir également recours à un cap.

Dans le cas d’une couverture à base de swap, il y a une possibilité de choisir un swaplet par date. Cette couverture en delta vertical revient à diviser le delta équivalent en 20 delta d’une année qui peuvent être directement couverts par un swap.



Mais dans notre cas la couverture en delta horizontal pourrait être plus adaptée puisqu'elle consiste à décomposer le delta en un delta aujourd'hui et des delta additionnel chaque année.



La couverture sera constituée des produits suivants:

- un swap 10 ans que nous achetons aujourd'hui
- un swap 9 ans que nous achetons dans un mois
- un swap 8 ans que nous achetons dans deux ans
- …
- un swap un an que nous achetons dans neuf ans

5. Etude de l'Effet Volume entre les DAT et les CSL

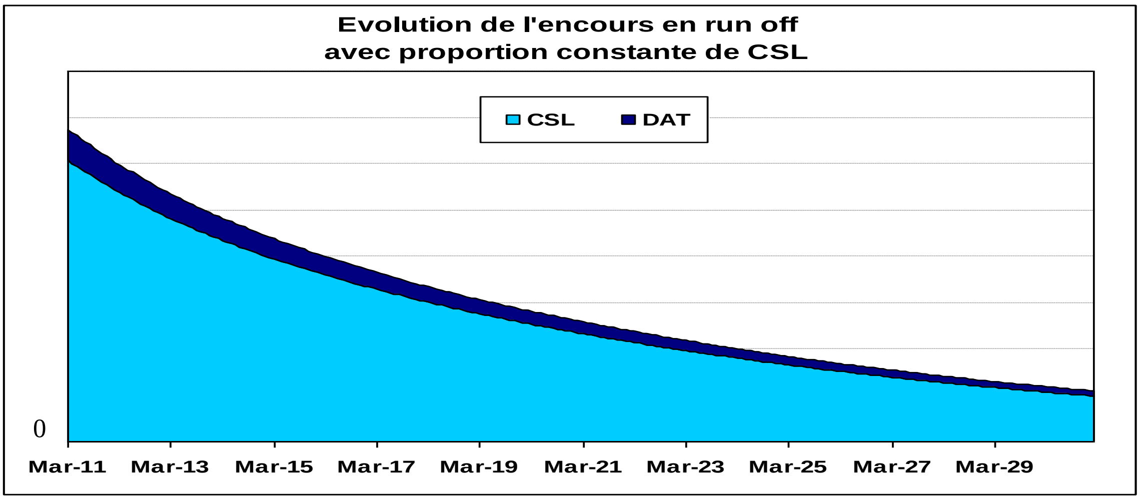
L'objectif est de mesurer le risque de taux que représente l'arbitrage clientèle entre les dépôts à terme et les comptes sur livret. Ces deux dépôts proposent des taux clients différents qui n'évoluent pas forcément en même temps et qui rendent alternativement l'un des deux produits plus avantageux que le second. L'enjeu pour la banque est qu'ils ne sont pas margés de la même manière et que la répartition de l'épargne d'un particulier impacte donc la marge commerciale réalisée par la banque sur son épargne.

5.1. Arbitrage entre DAT et CSL

Il s'agit de proposer une méthode pour prendre en compte l'arbitrage dans le calcul du résultat commercial effectué sur le stock actuel de comptes. Nous proposons de représenter le comportement de nos clients vis-à-vis de ces deux produits par la proportion de ces deux produits dans l'agrégat et de transposer cette modélisation à notre portefeuille fermé.

5.1.1. Echéancier de l'agrégat

Dans notre étude nous nous concentrons sur un portefeuille existant de clients puisque le risque de taux est mesuré en statique dans l'impasse. Or nous disposons d'un échéancier de liquidité pour l'agrégat DAT/CSL construit sur l'historique. Dans nos prédictions l'encours total s'écoulera selon l'échéancier ; sans effet volume la répartition sera considérée constante.

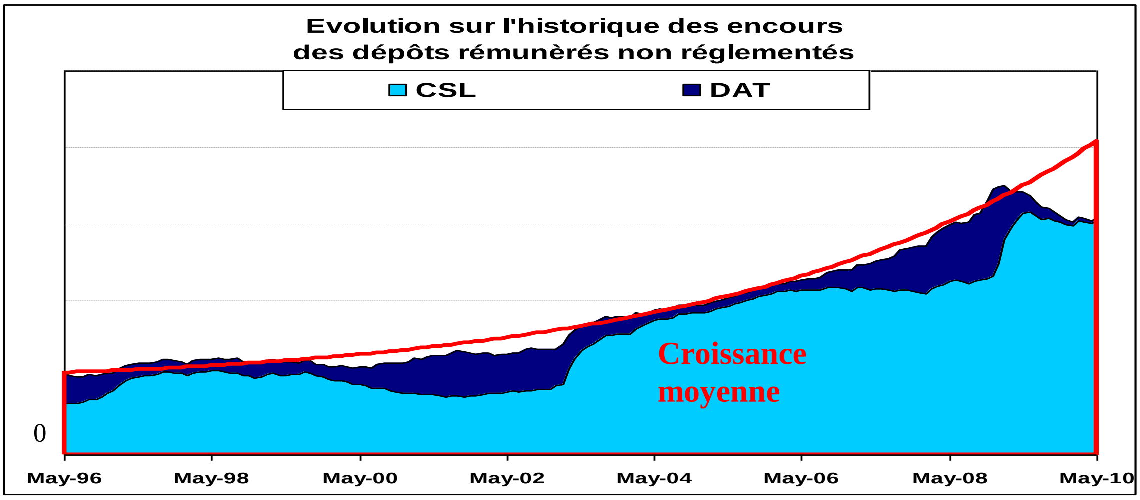


L'ajout de l'effet volume consistera à faire évoluer la proportion de CSL suivant le contexte de taux.

Dans cette optique nous commencerons par observer le ratio sur l'historique puis nous le modéliserons pour l'appliquer au portefeuille de comptes sans production nouvelle.

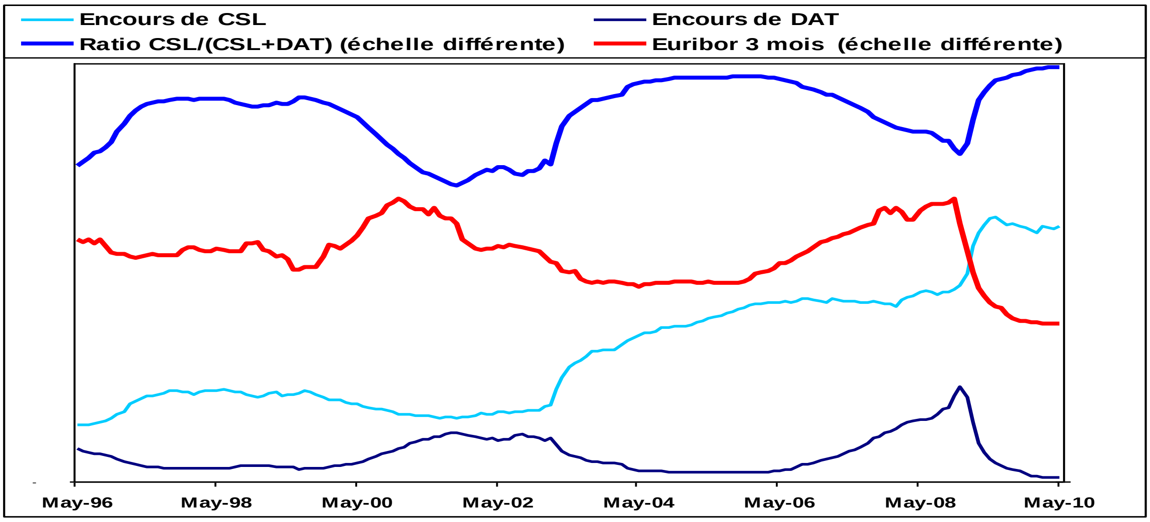
5.1.2. Statistiques descriptives

L'objet de cette partie est de confirmer l'existence d'un effet volume, nous disposons d'un large historique sur les dépôts rémunérés mais nous ne conservons que les données de mai 1996 à mai 2010.



L'encours de l'agrégat semble avoir une croissance de plus en plus forte mais relativement régulière. Sans production nouvelle, ce profil correspond à l'échéancier de liquidité construit sur l'agrégat.

La chute de production en janvier 2009 s'explique par l'ouverture du marché du livret A à toutes les banques, une partie de l'encours des comptes sur livret et des dépôts à terme s'est vue transférée sur les livrets A. Par contre il semble que les encours de DAT et de CSL pris séparément aient une évolution plus mouvementée. Pour mettre en avant les effets de transfert de fond nous cherchons à modéliser la proportion de compte sur livret.



Dans la suite nous posons $X_t = \dfrac{E_t^{CSL}}{E_t^{DAT} + E_t^{CSL}}$

Sur l'historique ces mouvements dans la répartition de chaque produit se justifient par des variations des taux clients qui ont rendu chacun des produits plus avantageux à tour de rôle. Il s'agit désormais de modéliser le ratio X. Un modèle existe chez BNP Paribas qui détermine X en fonction du niveau du spread entre le taux des DAT et celui des CSL.

5.1.3. Modèle d'arbitrage autorégressif à deux régimes

Le modèle existant repose sur l'hypothèse que la décision du client d'orienter son épargne vers les DAT ou les CSL repose sur l'écart entre les taux clients des deux produits, ce spread est considéré comme étant la variable explicative.

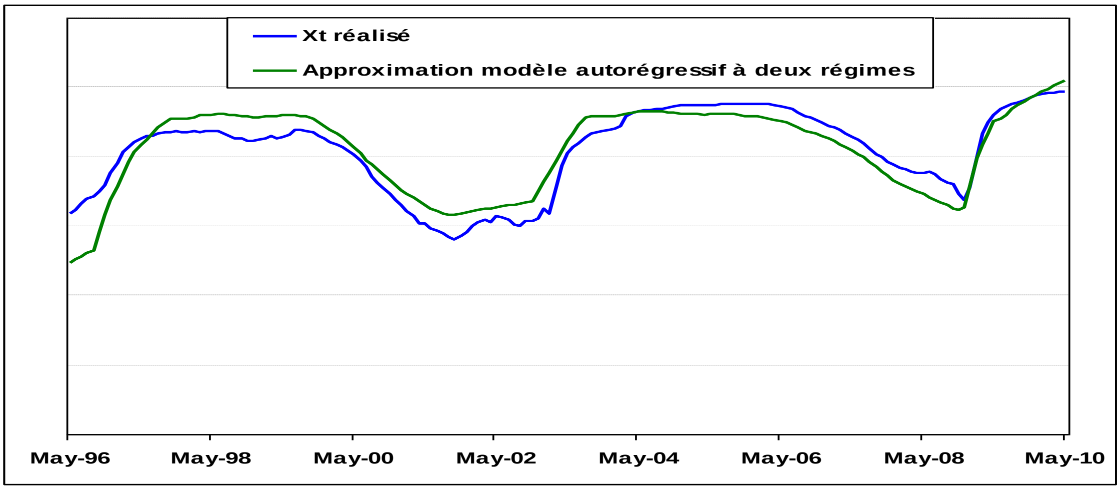
De plus il apparaît que puisqu'il s'agit d'arbitrer entre deux types de produit, il existe deux états du monde, l'un favorable aux DAT et l'autre favorable aux CSL. Les produits n'ont pas les mêmes conditions de retrait, les mêmes échéances, les mêmes démarches de souscription… Ce modèle permet de rendre compte du fait que les clients ne sont pas aussi réactifs suivant que le produit le plus avantageux est un compte de dépôt à terme ou bien un compte sur livret.

Ainsi le modèle utilisé pour le moment est de la forme :

$$\boxed{\begin{array}{l} X_t = 1_{S_t<0}(a_l + b_l S_t + c_l X_{t-1}) + 1_{S_t>0}(a_d + b_d S_t + c_d X_{t-1}) \\ S_t = Tx(DAT) - Tx(CSL) \end{array}}$$

C'est un modèle autorégressif qui reflète la continuité dans le temps du comportement client. En effet quelque soit le contexte un client ne fera pas abstraction du passé puisque c'est par rapport à la répartition actuelle de ses dépôts qu'il fera évoluer la répartition de son épargne.

Avec ce modèle, le Xt calculé peut être supérieur à 100%, pour corriger ce défaut nous ajoutons un cap à 100% au modèle. De plus nous faisons l'hypothèse que tous les clients n'ont pas accès aux dépôts à terme qui requièrent un montant minimal et qu'ils conserveront quoiqu'il arrive leur épargne sur des livrets, ainsi nous ajoutons aussi un floor de 30 % à la proportion de CSL au regard de l'historique.



Ce modèle complexe permet d'obtenir une approximation très fidèle sur l'historique mais pourrait engendrer des discontinuités lors du passage d'un régime à l'autre. Pour éviter cela nous linéarisons le modèle pour que le passage d'un monde à l'autre progressivement lorsque le spread est compris entre -0.15% et 0.15%.

$$\boxed{\begin{array}{l} X_t = \alpha_t(a_l + b_l S_t + c_l X_{t-1}) + (1-\alpha_t)(a_d + b_d S_t + c_d X_{t-1}) \\ \alpha_t = \min\left(1, \max(0, \dfrac{S_t + 0.15\%}{0.30\%})\right) \end{array}}$$

Ce modèle peut être adapté à l'hypothèse d'absence de production nouvelle puisqu'il suffit d'utiliser l'échéancier commun puis d'utiliser ce modèle pour prévoir la proportion de CSL à chaque date dans l'encours restant. Par contre ce modèle impose de savoir estimer les taux clients futurs.

5.1.4. Taux clients des CSL et des DAT

Les dépôts à terme et les comptes sur livret sont des produits rémunérés à un taux qui évolue au cours du temps. D'une part ce taux est un paramètre du modèle d'arbitrage décrit au paragraphe 5.1.3 et d'autre part il intervient dans le calcul de la marge commerciale réalisée sur chaque produit.

5.1.4.1. Taux des DAT

Les dépôts à terme étudiés ont une durée de 1 mois à 2 ans, mais l'ensemble de ces dépôts est regroupé en terme d'encours, le taux client des cet ensemble est une moyenne pondérée des différents taux. Pour simplifier le calcul de ce taux client nous nous ramènerons à un taux moyen, l'Euribor 3 mois auquel nous retirerons une marge.

$$Tx_t^{DAT} = \overline{Eur3m_t} - \text{marge}$$

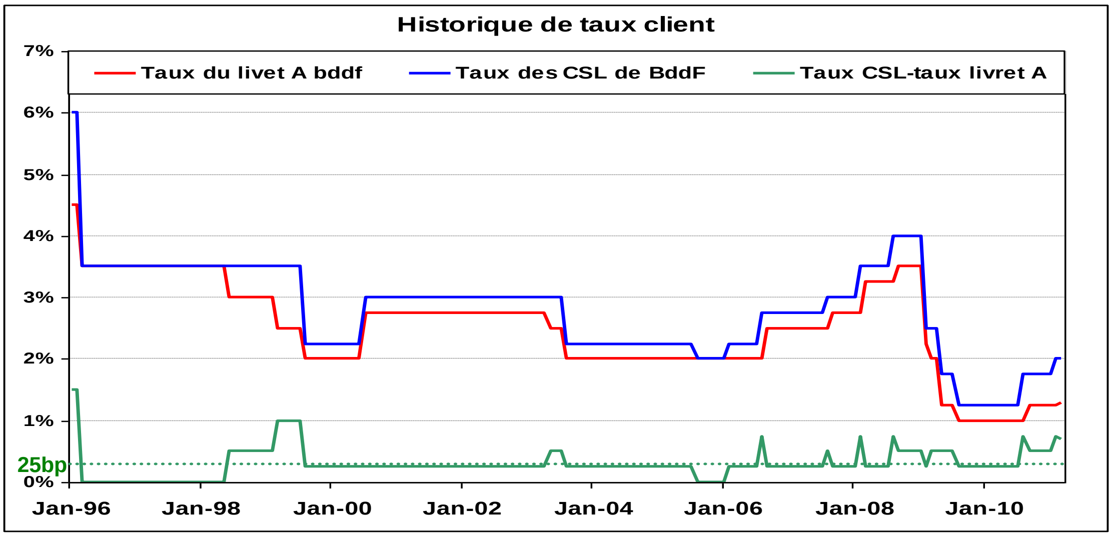
$$\overline{Eur3m_t} = \frac{1}{3}\left(\overline{Eur3m_t} + \overline{Eur3m_{t-1}} + \overline{Eur3m_{t-2}}\right)$$

Cette formule du taux des DAT implique qu'un choc sur la courbe des taux est répercuté à 100% dans le taux client au bout de trois mois.

Le taux des comptes sur livret est plus compliqué à évaluer ; puisque l'échéance de ce dépôt n'est pas connue à l'avance, l'adossement se fait sur des produits de maturités variées et tous ces taux interviennent dans le calcul du taux client.

5.1.4.2. Taux CSL indexé sur livret A

Une première option est de considérer que les CSL sont des livrets non règlementés qui s'apparentent au livret A. Ainsi sous cette hypothèse le taux du CSL peut être indexée sur le taux du livret A:



$Tx_{tf}^{CSL} = Tx_{tf}^{LA*} - 25bp$ avec tf la date du dernier fixing

Cette formule nécessite de calculer le taux du livret A, la formule naturelle du livret A est :

$$Tx_{tf}^{LA} = \max\left(\frac{1}{4}EONIA_{tf} + \frac{1}{4}Euribor_{tf} + \frac{1}{2}\text{inflation}_{tf}, \text{inflation}_{tf} - 25bp\right)$$

Tx_{tf}^{LA*} est le taux du livret A sans le floor inflation.

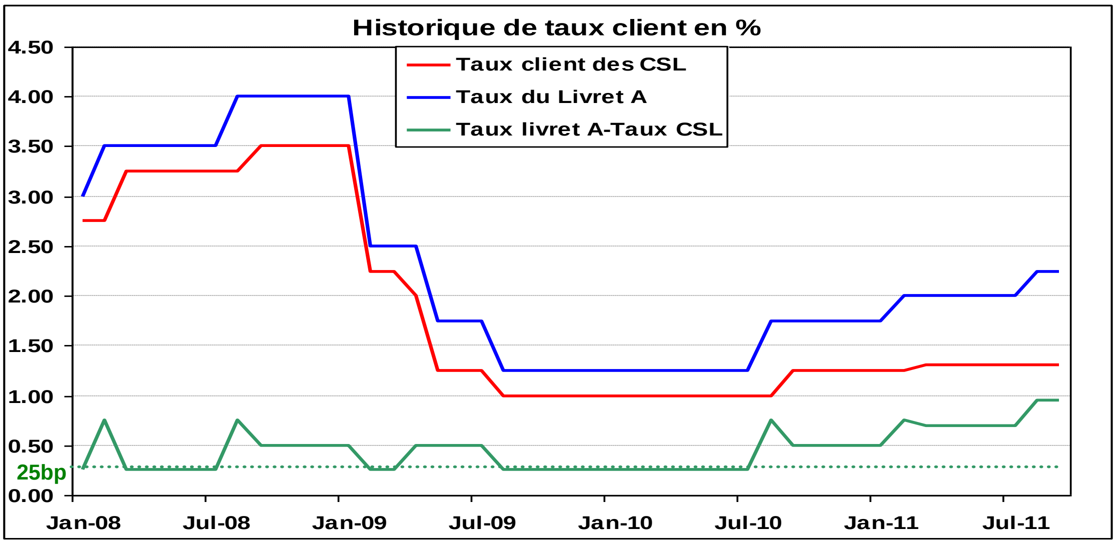
Cette estimation du taux des livrets repose sur la corrélation entre ce taux et celui du livret A. Aujourd'hui les

Le taux du livret A est fixé tous les 6 mois (février et août) ce qui peut entraîner des discontinuités. En effet si la date initiale est mars, le taux des CSL ne sera pas modifié avant 5 mois tandis que celui des DAT sera impacté immédiatement. Pour éviter que nos résultats ne soient pollués par ce fixing, nous considèrerons que le taux de livret A sur lequel repose celui des CSL est fixé chaque mois.

Un autre inconvénient est la présence de l'inflation et de taux court dans la formule ; habituellement un calcul de delta équivalent se fait sur une translation de la courbe des taux pour des produits dont le résultat est indépendant de l'inflation, ou alors exceptionnellement pour mesurer la sensibilité d'un résultat au choc inflation mais pour un résultat qui ne dépend pas des taux. Le choc appliqué à la courbe des taux ne peut pas être appliqué à l'inflation qui est une donnée macro économique. Il faudra donc résoudre la question de la prise en compte de l'inflation lors du calcul du delta. Une alternative est proposée en estimant le taux des CSL sans prendre en compte l'inflation.

5.1.4.3. Taux CSL régressé sans inflation

Sur l'historique récent, la relation entre le taux des livrets et celui du livret A est moins régulière :



Il apparaît que l'écart entre le taux du livret A et celui des CSL n'est plus aussi stable ces dernières années. Nous nous proposons d'introduire un modèle de taux client alternatif qui ne prendrait pas en compte l'indexation « inflation » comprise dans le taux du livret A.

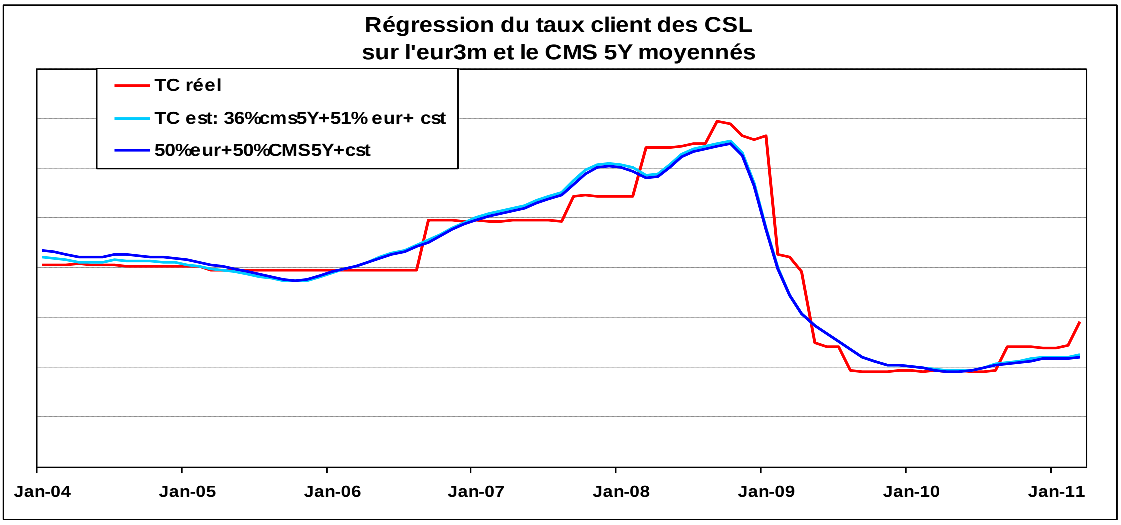
Nous effectuons une régression simple sur des taux de marché sans prendre en compte l'inflation. Nous observons les corrélations suivantes :

$$\rho(TC_t^{CSL}, Eur3m_t) = 92\%$$
$$\rho(TC_t^{CSL}, CMS5Y_t\ ) = 79\%$$

Afin de refléter le rendre compte du délai de renouvellement des taux en cas de réinvestissement, nous moyennons le taux Euribor 3 mois sur 3 mois et le CMS 5 ans sur 5 ans.

Une régression classique donne un R² de 93.1% et des coefficient de 42% et 51%. Afin que le choc sur la courbe des taux soit impacté à 100% dans le taux client, nous forçons la somme des coefficients à 100%. Les coefficients alors obtenus étant proches de 50%, nous proposons de forcer les deux coefficients à 50% pour simplifier les calculs ; ceci impacte faiblement la qualité du modèle (R² de 92.9%) donc ce modèle sera retenu :

$$Tx_t^{CSL} = 50\% \times \overline{Eur3m}_t + 50\% \times \overline{CMS5Y}_t - 1.13\%$$



Nous commencerons par calculer le delta équivalent que l'on obtiendrait avec ce modèle d'arbitrage. Puis nous comparerons ce premier résultat avec le delta équivalent calculé avec un modèle alternatif

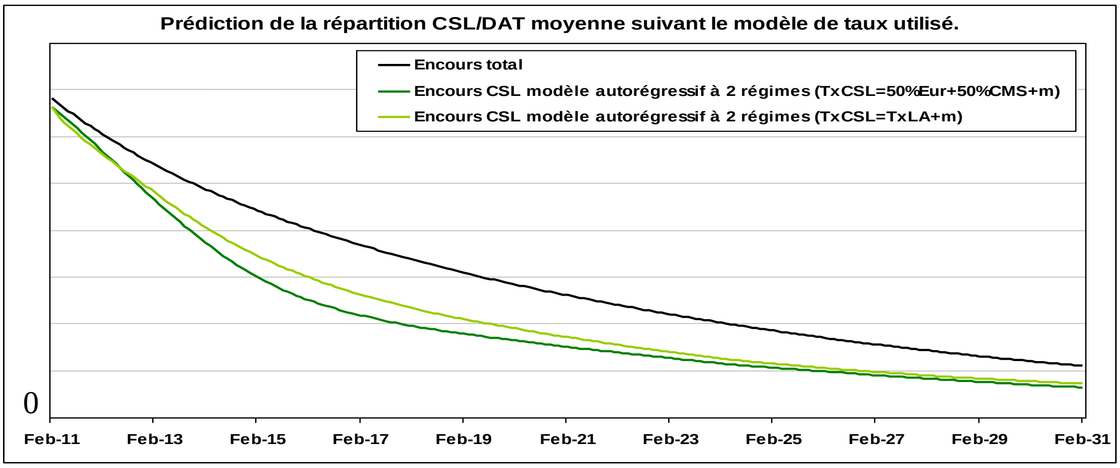
.

5.2. Production d'un delta équivalent avec le modèle autorégressif

L'objectif est d'abord de comprendre la dynamique complexe de ce modèle sous l'hypothèse que la marge de chacun des produits est constante afin d'obtenir un delta équivalent simplifié. Ensuite nous pourrons affiner la mesure du risque en prenant une marge constante.

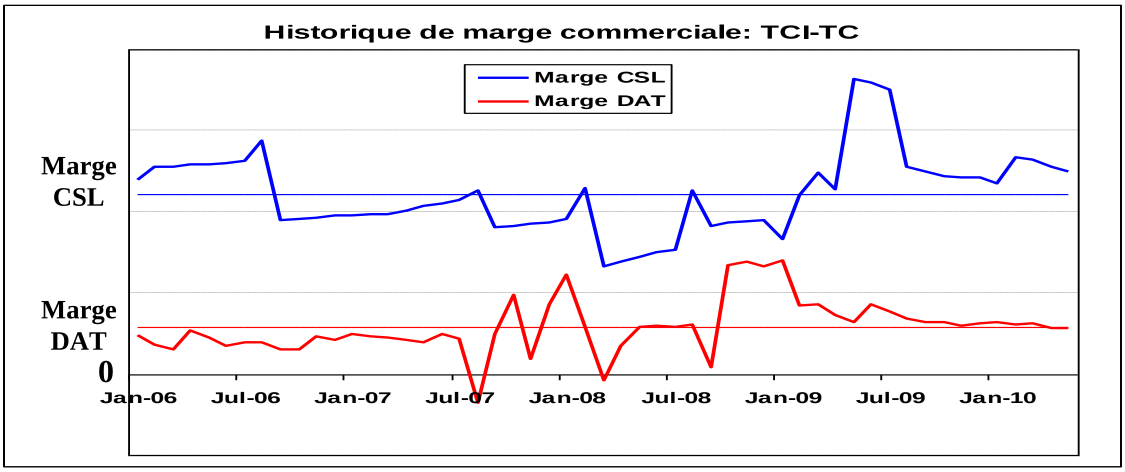
5.2.1. Delta équivalent marge commerciale constante sans inflation

Dans un premier temps nous pouvons observer l'impact du choix du taux du taux client sur les prévisions de X :



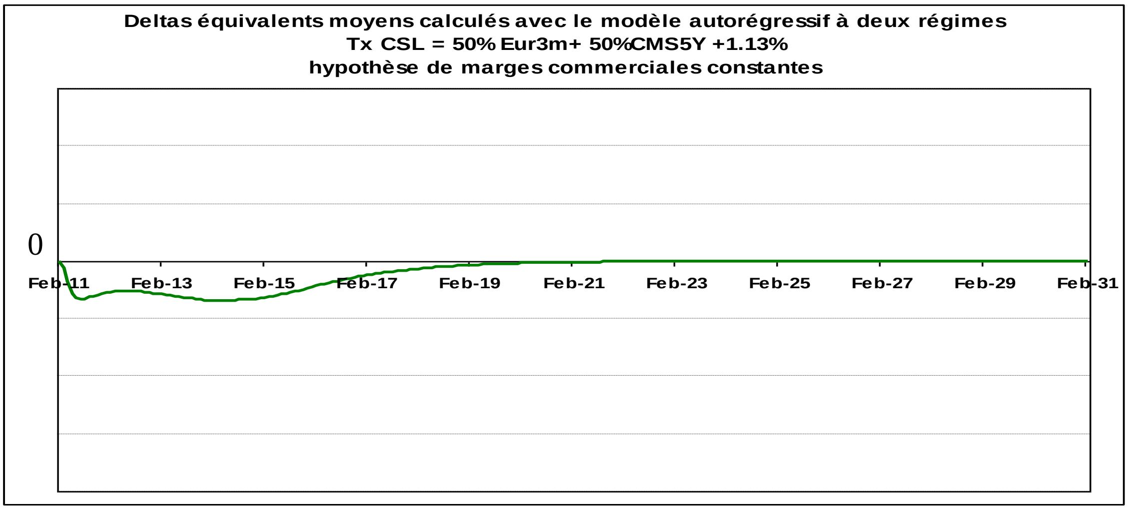
Le choix du modèle de taux se révèle d'ores et déjà déterminant pour le calcul du delta équivalent. Puisque nous souhaitons dans un premier temps calculé un delta équivalent simplifié, nous choisissons dans la suite de ne conserver que le taux client sans inflation. Nous comparerons ensuite nos résultats avec le delta calculé en utilisant le taux du livret A.

Pour observer l'impact de l'arbitrage sur le résultat, nous commencerons par supposer la marge réalisée sur les DAT et les CSL constante au cours du temps. Afin de déterminer le niveau de la marge nous étudions l'historique récent.



Nous observons que sur l'historique les livrets sont toujours plus margés que les CSL . Cela s'explique par l'absence de maturité pour les livrets ce qui permet à l'ALM d'investir cet encours en partie à long terme et de réaliser ainsi une marge de transformation.

Nous fixons donc les marges aux niveaux indiqués ci-dessus et nous calculons l'équivalent delta.



Comme nous pouvions nous y attendre le delta est négatif c'est-à-dire qu'une hausse des taux est défavorable aux CSL. Etudions désormais le delta équivalent et tachons de l'expliquer.

Puisque les marges sont constantes on obtient la décomposition du delta équivalent suivante :

$$\Delta eq_t = \frac{RésCSL_t^{+10bp} + RésDAT_t^{+10bp} - (RésCSL_t^{-10bp} + RésDAT_t^{-10bp})}{20bp}$$

$$= \frac{1}{20bp}\left[E_{CSL_t^{+10bp}} \times \text{Marge}_{\text{CSL}} + E_{DAT_t^{+10bp}} \times \text{Marge}_{\text{DAT}}\right.$$

$$\left. - E_{CSL_t^{-10bp}} \times \text{Marge}_{\text{CSL}} - E_{DAT_t^{-10bp}} \times \text{Marge}_{\text{DAT}}\right]$$

$$= \frac{1}{20bp} E_t^{total}\left[X_t^{+10bp} \times \text{Marge}_{\text{CSL}} + (1 - X_t^{+10bp}) \times \text{Marge}_{\text{DAT}}\right.$$

$$\left. - X_t^{-10bp} \times \text{Marge}_{\text{CSL}} - (1 - X_t^{-10bp}) \times \text{Marge}_{\text{DAT}}\right]$$

$$= \frac{1}{20bp} E_t^{total} \times \underbrace{(\text{Marge}_{\text{CSL}} - \text{Marge}_{\text{DAT}})}_{\text{constant}} \times (X_t^{+10bp} - X_t^{-10bp})$$

La complexité de ce modèle n'est pas tant qu'il y ait deux régimes puisque étant données nos prédictions du niveau des taux, Les scénarios se situent en grande majorité dans un environnement favorable aux DAT. Par contre le fait que le paramètre soit le spread et non un taux de marché complique l'interprétation du delta.

$$\Delta eq_t = \frac{1}{20bp} E_t^{total} (X_t^{+10bp} - X_t^{-10bp}) \times (\text{Marge}_{\text{CSL}} - \text{Marge}_{\text{DAT}})$$

S'il n'y a pas de changement de régime :

$$\begin{aligned} X_t^{+10bp} - X_t^{-10bp} &= b(S_t^{+10bp} - S_t^{-10bp}) + c(\mathrm{X}_{t-1}^{+10bp} - \mathrm{X}_{t-1}^{-10bp}) \\ &= \sum_{k=0}^{t} b \times c^k \times (S_{t-k}^{+10bp} - S_{t-k}^{-10bp}) \end{aligned}$$

Nous noterons désormais E3M l'Euribor 3 mois et S5Y le CMS 5ans.

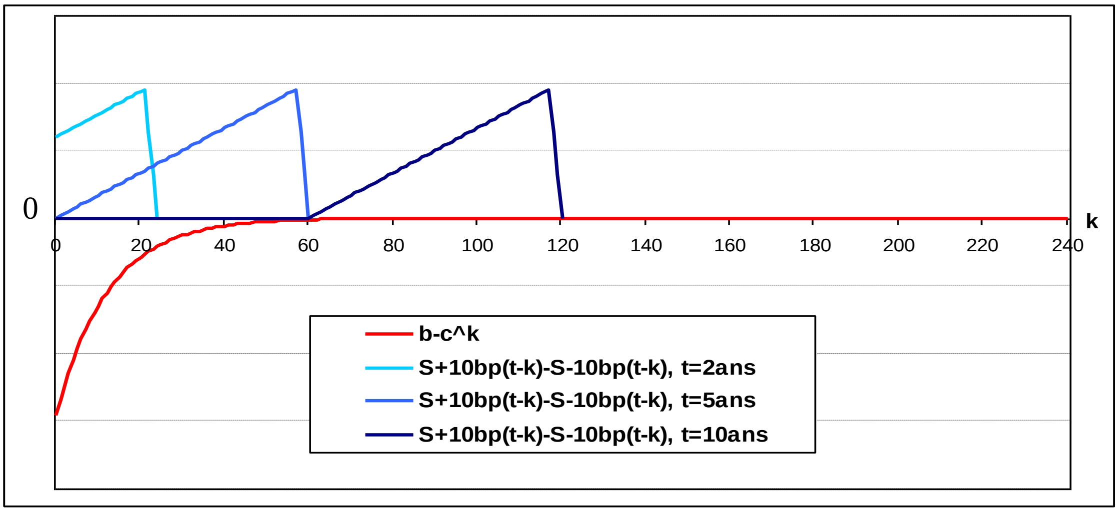
$$\begin{aligned} (S_t^{+10bp} - S_t^{-10bp}) &= TxDAT_t^{+10bp} - TxCSL_t^{+10bp} - TxDAT_t^{-10bp} + TxCSL_t^{-10bp} \\ &= (\overline{E3M}_t^{+10bp} - m - 50\%\overline{E3M}_t^{+10bp} - 50\%\overline{S5Y}_t^{+10bp} - d \\ &\quad - \overline{E3M}_t^{-10bp} + m + 50\%\overline{E3M}_t^{-10bp} + 50\%\overline{S5Y}_t^{-10bp} + d \\ &= 50\%(\overline{E3M}_t^{+10bp} - E3M_t^{-10bp}) \\ &\quad - 50\%(\overline{S5Y}_t^{+10bp} - \overline{S5Y}_t^{-10bp}) \end{aligned}$$

$\overline{E3M}_t^{+10bp} - \overline{E3M}_t^{-10bp}$ est égal à 20 bp au bout de trois mois.

$\overline{S5Y}_t^{+10bp} - \overline{S5Y}_t^{-10bp}$ est égal à 20 bp au bout de 5 ans.

Nous essayons de traduire les deux effets :

- $(S_t^{+10bp} - S_t^{-10bp})$ augmente lorsque t augmente donc $(S_{t-k}^{+10bp} - S_{t-k}^{-10bp})$ diminue lorsque k augmente.
- $b \times c^k$ augmente lorsque k augmente

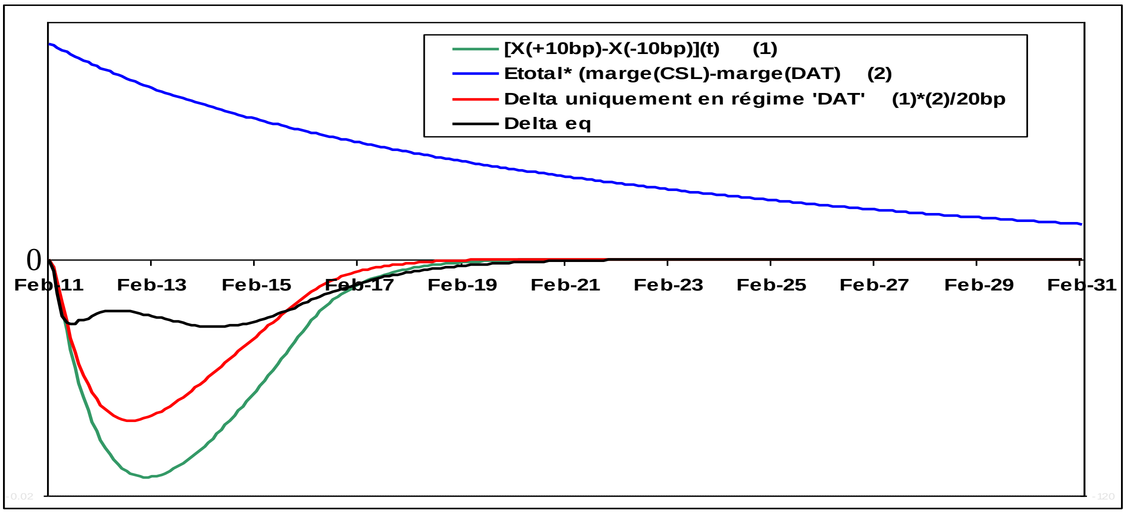


A chaque date pour obtenir $X_t^{+10bp} - X_t^{-10bp}$ il faut sommer les produits pour chaque k de la courbe rouge et de la courbe bleu dans le graphique ci-dessus.

Cela permet de construire la chronique de $X_t^{+10bp} - X_t^{-10bp}$ qui apparaît en vert dans le graphique ci-dessous.

$$\Delta eq_t = \frac{1}{20bp} E_{total} (X_t^{+10bp} - X_t^{-10bp}) \times (\text{Marge}_{\text{CSL}} - \text{Marge}_{\text{DAT}})$$

Il suffit de multiplier cette différence par l'encours total et la différence de marge pour obtenir le delta équivalent.



Le delta équivalent calculé sous l'hypothèse d'un seul régime diffère du delta équivalent avec les deux régimes parce que sur la première année les taux sont encore bas et avantagent les CSL. Ainsi cela réduit l'amplitude négative du delta. Après ce calcul simplifié avec des marges constantes, nous introduisons les marges commerciales réelles.

5.2.2. Delta équivalent marge commerciale réelle sans inflation

Le calcul de la marge commerciale réelle suppose de connaître le taux client et le TCI de chaque produit. Nous rappelons les taux clients utilisés :

$$Tx_t^{DAT} = \overline{Eur3m_t} - \text{marge}$$

$$Tx_t^{CSL} = 50\% \times \overline{Eur3m_t} + 50\% \times \overline{CMS5Y_t} - 1.13\%$$

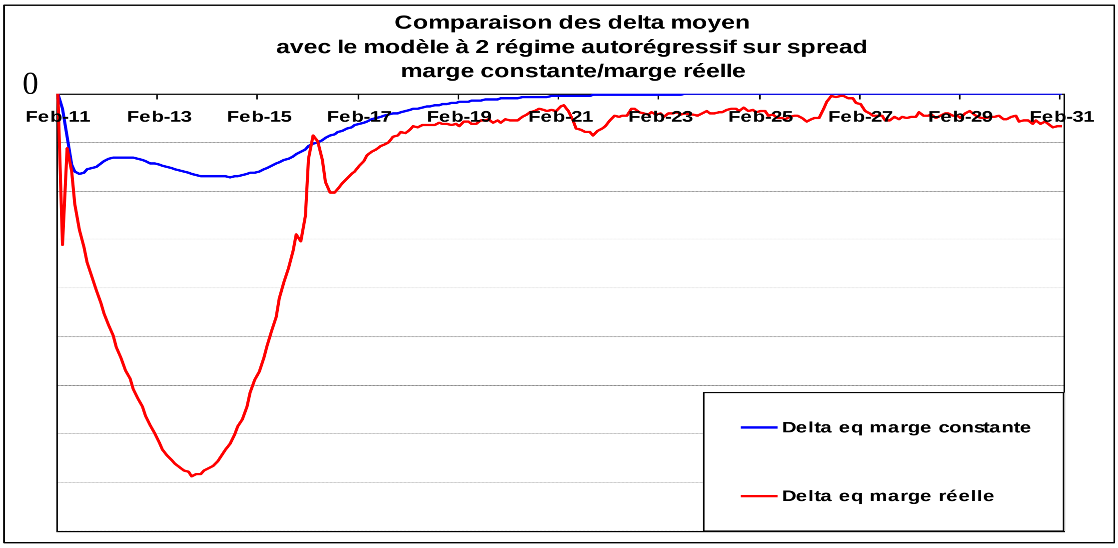
Pour les deux dépôts nous considèrerons une règle d'adossement très proche de la formule du taux client à savoir :

$$TCI_t^{DAT} = 100\% \text{ bloc bullet Euribor 3 mois}$$

$$TCI_t^{CSL} = 50\% \text{ bullet Euribor 3 mois et } 50\% \text{ bullet CMS 5 ans}$$

Les encours sont inchangés, seules les marges sont variables et modifie le delta.

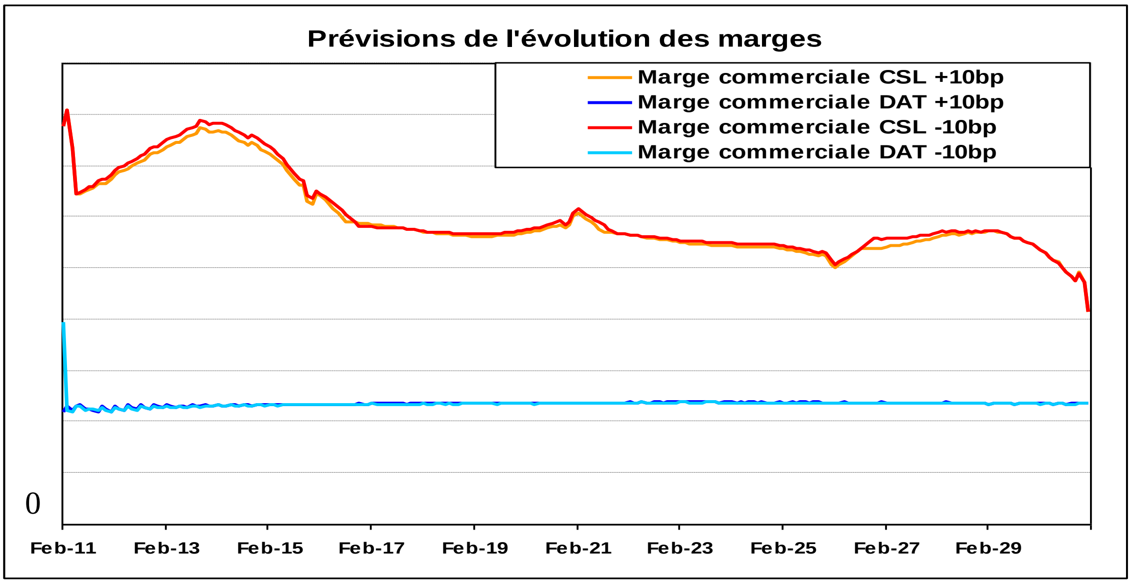
On obtient :



Le delta équivalent calculé avec la marge réelle est également négatif mais d'une amplitude bien plus élevée. Nous cherchons à identifier ce nouvel effet en décomposant le calcul du delta.

Puisque le delta équivalent est négatif, cela signifie que le résultat en cas de choc de -10bp est supérieur à celui réalisé lorsque le choc est de +10 bp. Nous cherchons à expliquer ce qui rend le résultat commercial supérieur lorsque le choc est de -10bp par deux effets :

- La différence d'encours qui ne bascule pas des CSL aux DAT est margée à $\overline{\text{Marge}}_{CSL}$ au lieu d'être margée $\overline{\text{Marge}}_{DAT}$
- L'encours moyen qui reste sur les CSL est margé de Marge_{CSL}^{-10} au lieu de Marge_{CSL}^{+10} et l'encours moyen qui reste sur les DAT est margé de Marge_{DAT}^{-10} au lieu de Marge_{DAT}^{+10}



Si nous traçons les marges, il apparaît que sur la marge des DAT, le choc a peu d'effet mais que la marge des CSL est plus importante dans le scénario choqué de -10bp. Ce qui signifie que les encours de CSL qui ne sont pas transférés vers les DAT sont davantage margés dans le scénario choqué de -10bp.

Pour les CSL, Le taux client est la moyenne de l'Euribor 3 mois sur les 3 derniers mois donc le choc de 10 bp est répercuté dans le taux client en 3 mois linéairement. Le TCI étant bullet 3 mois, le choc est impacté également en trois mois, pas linéairement mais ce n'est pas perceptible, nous verrons cela sur les CSL.

Or pour les CSL le taux client est impacté de 5bp linéairement sur 3 mois et de 5 bp linéairement sur 5 ans.

Dans la feuille TCI nous considérons que les investissements passés génère 50% de tombées linéaires sur 3 mois et 50% de tombées linéaires sur 5 ans :

Etot	Flux			Stock avt réinvest		Encours des blocs		Nouveaux investissements		
	Variation encours	Tombées 5 ans	Tombées 3 mois	Stock 5 ans	Stock 3 mois	bloc 5 ans	bloc 3 mois	Encours réinvesti	Encours réinvesti bloc 5 ans	Encours réinvesti bloc 3 mois
20,000				10,000	10,000	10,000	10,000		10,000	10,000
19,000	-1,000	167	3,333	9,833	6,667	9,500	9,500	2,333	-333	2,833
18,000	-1,000	161	4,278	9,339	5,222	9,000	9,000	3,278	-339	3,778
17,000	-1,000	155	5,537	8,845	3,463	8,500	8,500	4,537	-345	5,037
16,000	-1,000	150	3,883	8,350	4,617	8,000	8,000	2,883	-350	3,383

C'est-à-dire que l'écoulement du stock et la hausse des taux contribuent à baisser la marge puisque la hausse des taux est répercutée plus rapidement dans le taux client que dans le TCI.

Proportion de nouveau taux	
Dans le TCI =encours réinvesti depuis choc /encours total	Dans le taux client =Linéaire
13.2%	17.5%
27.8%	35.0%
44.1%	52.5%
41.7%	53.3%

- En cas de choc +10bp, le taux client augmente de 10 bp plus rapidement que le TCI donc la marge est diminuée.
- En cas de choc de -10 bp, le taux client diminue de 10bp plus rapidement que le TCI donc la marge est augmentée.

Cela confirme que la marge est supérieur dans un scénario choqué de -10 bp que dans le même scénario de taux choqué de +10bp.

Ainsi la prise en compte de marges réelles supposent que le choc de +10bp diminue la marge et donc le résultat. Cet effet est contraire à celui de l'arbitrage clientèle, nous nous proposons d'isoler ces deux effets dans le delta équivalent.

5.2.3. Décomposition du delta : effet ‘volume’ et effet ‘marge’

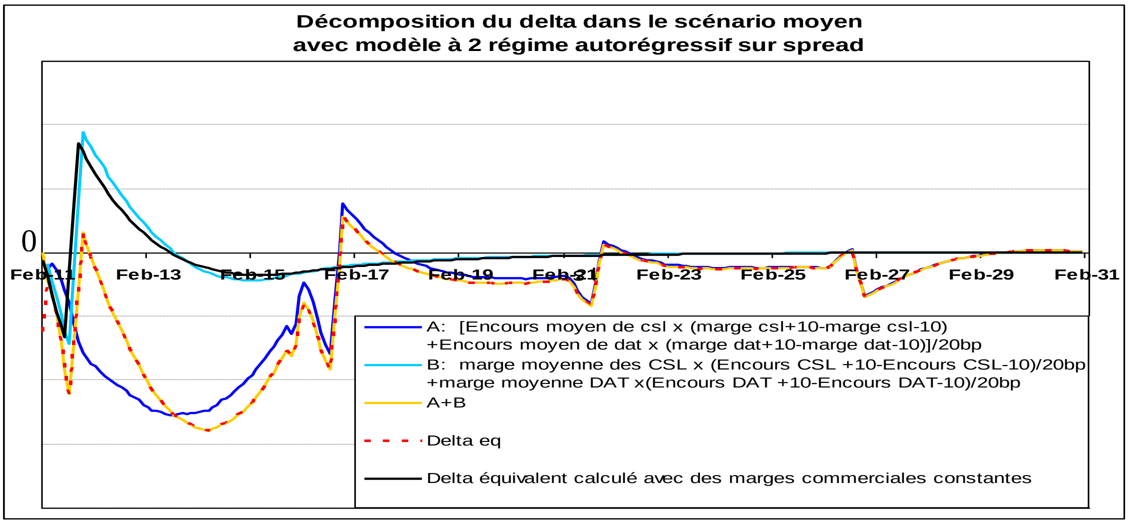
Les deux effets cités participent donc à augmenter le résultat en cas de baisse des taux, pour le vérifier nous effectuons une décomposition approximative du delta équivalent :

$$
\begin{aligned}
\Delta eq_t &\approx \frac{\overbrace{\overline{E_{CSL}}(\mathrm{Marge}_{\mathrm{CSL}}^{+10\mathrm{bp}} - \mathrm{Marge}_{\mathrm{CSL}}^{-10\mathrm{bp}}) + \overline{E_{DAT}}(\mathrm{Marge}_{DAT}^{+10\mathrm{bp}} - \mathrm{Marge}_{DAT}^{-10\mathrm{bp}})}^{\mathrm{A: Effet\ marge}}}{20bp} \\
&+ \frac{\overbrace{(E_{CSL}^{+10bp} - E_{CSL}^{-10bp})\overline{\mathrm{Marge}}_{\mathrm{CSL}} + (E_{DAT}^{+10bp} - E_{DAT}^{-10bp})\overline{\mathrm{Marge}}_{\mathrm{DAT}}}^{\mathrm{B: Effet\ volume}}}{20bp} \\
&\approx A + B
\end{aligned}
$$

$$\overline{\mathrm{Marge}}_{\mathrm{CSL}} = (\mathrm{Marge}_{\mathrm{CSL}}^{+10\mathrm{bp}} + \mathrm{Marge}_{\mathrm{CSL}}^{-10\mathrm{bp}})/2$$

$$\overline{E_{DAT}} = (E_{DAT}^{+10bp} + E_{DAT}^{-10bp})/2$$

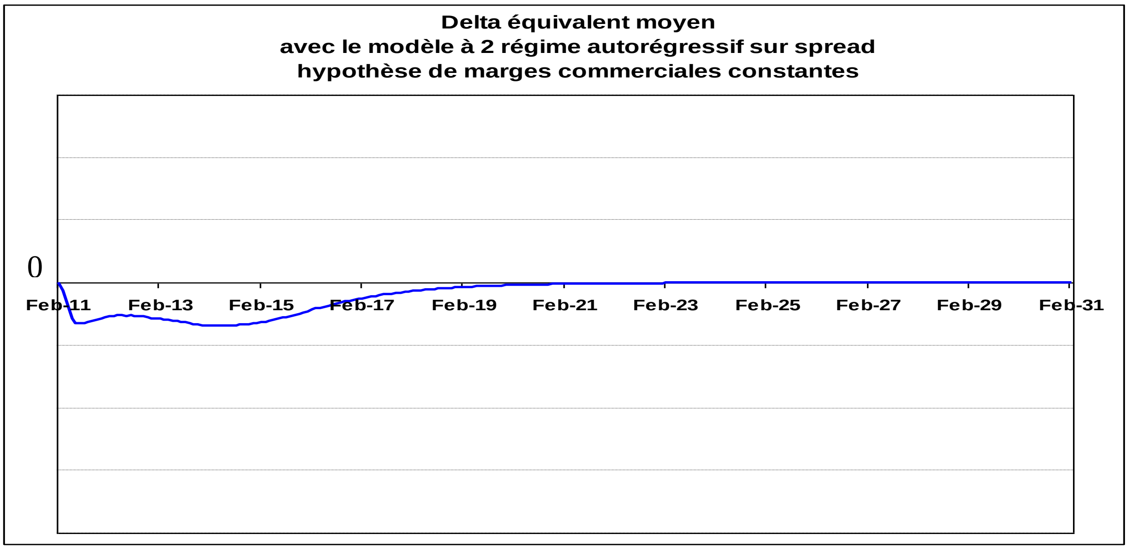
Cette décomposition est effectuée sur le scénario moyen :



La décomposition bien qu’approximative est efficace, puisque dans le scénario moyen l’on retrouve bien deux effets dont la somme est égale au delta équivalent.

L’effet marge n’est pas propre à l’arbitrage et est déjà calculée dans la sensibilité des revenus, comme pour les dépôts à vue nous prenons le parti de ne pas considérer le risque de taux que représente cet effet. Ainsi nous obtenons deux équivalents deltas propres à l’effet volume : l’un calculé avec des marges commerciales constantes et l’autre déterminé en décomposant le delta équivalent calculé avec les marges réelles.

Ces deux mesures du risque de taux sont très proches sur le scénario moyen donc le sont a priori également sur la moyenne des scénarios. Cela indique que notre delta moyen calculé sur la moyenne des scénarios sous l’hypothèse de marge constante correspond au terme B de la décomposition du delta moyen calculé avec les marges réelles. C’est cette mesure que nous retiendrons donc pour le moment :



Nous avions remarqué au paragraphe 5.2.1 le changement de modèle de taux client des CSL modifiait l'allure des prévisions d'encours de CSL, nous nous souhaitons comparer les deltas équivalents obtenus avec les deux types de taux client.

5.2.4. Delta équivalent marge constante avec inflation

Désormais le taux client des CSL contient une part d'inflation :

$$Tx_{tf}^{CSL} = \frac{1}{4} EONIA_{tf} + \frac{1}{4} Euribor_{tf} + \frac{1}{2} \text{inflation}_{tf} - \text{marge}$$

L'équipe ALM models de BNP Paribas dispose d'un outil qui simule pour chaque scénario de taux et à chaque date un taux d'inflation française à partir notamment de la simulation des taux réels. Le calcul du delta équivalent repose sur une translation de la courbe des taux. Il n'est pas question dans la méthodologie classique d'effectuer un choc inflation.

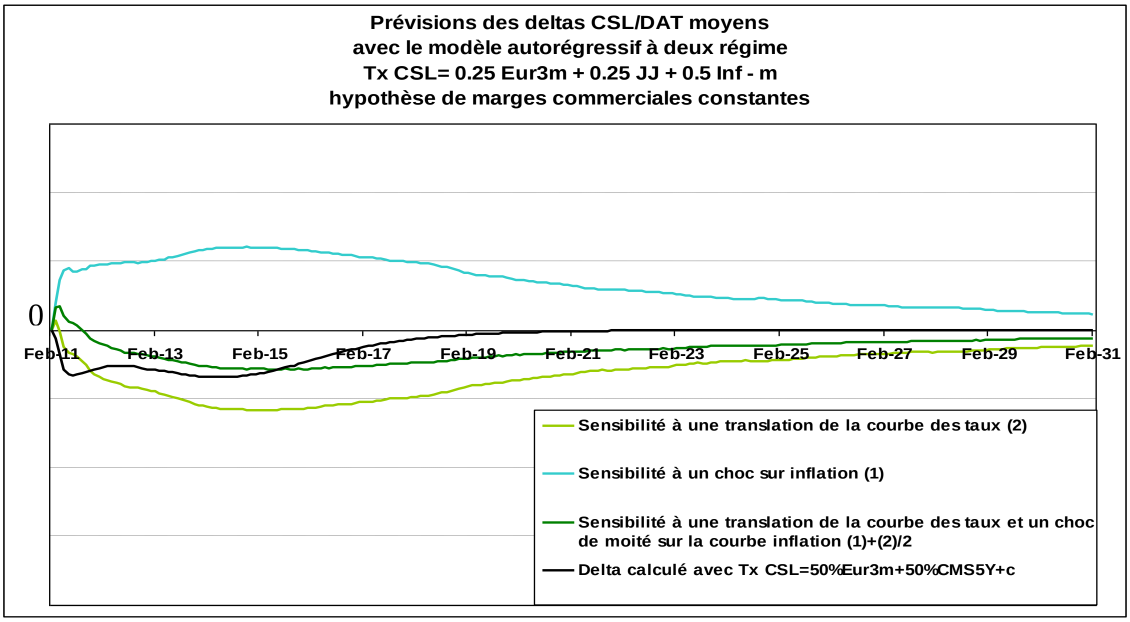
Dans notre cas, puisque l'inflation intervient dans le modèle d'arbitrage nous souhaitons étudier séparément une sensibilité à un choc uniquement sur les taux d'inflation et une sensibilité à une translation de la courbe des taux. De plus puisque la corrélation entre le niveau d'inflation est positive, nous calculerons également une sensibilité à une perturbation conjointe de l'inflation et des taux.

Ainsi nous nous proposons d'étudier la sensibilité du résultat lorsque :

- le choc de 10 bp n'est appliqué qu'aux taux
- le choc de 10 bp n'est appliqué qu'à l'inflation
- Un choc de 10 bp est appliqué aux taux et un de 5bp est appliqué à l'inflation, dans ce cas l'écart de résultat est divisé par le différence entre les chocs les plus important à savoir 10bp-(-10bp)=20bp.

Puisque nous supposons les marges constantes, le delta est égal à :

$$\Delta eq_t = \frac{1}{20bp} E_t^{total} (X_t^{+10bp} - X_t^{-10bp}) \times (\text{Marge}_{\text{CSL}} - \text{Marge}_{\text{DAT}})$$



Il apparaît que la sensibilité au choc inflation est opposée à la sensibilité au choc taux. Cette observation se justifie facilement :

$$+10bp \text{ sur les taux} \Rightarrow +10bp \quad TxDAT \quad \& \quad +5bp \quad TxCSL$$

$$\begin{aligned} Spread^{+10bpTaux} &= TxDAT^{+10bpTaux} - TxCSL^{+10bpTaux} \\ &= TxDAT \quad +10bp - TxCSL - 5bp \\ &= Spread + 5bp \end{aligned}$$

$$+10bp \text{ sur l'inflation} \quad \Rightarrow +0bp \quad TxDAT \quad \& \quad +5bp \quad TxCSL$$

$$\begin{aligned} Spread^{+10bp\inf} &= TxDAT^{+10bp\inf} - TxCSL^{+10bp\inf} \\ &= TxDAT - TxCSL - 5bp \\ &= Spread - 5bp \end{aligned}$$

Ainsi une hausse de l'inflation avantage les CSL tandis q'une hausse des taux avantage les DAT. Lorsque mous effectuons un choc mixte, cela revient à pondérer les deux effets. Dans notre cas si le choc sur l'inflation est la moitié du choc sur les taux on obtient bien la somme d'une courbe et de la moitié de l'autre.

De plus la pondération 50% taux et 50% inflation dans le taux client est un cas particulier qui donne deux deltas équivalents parfaitement opposés. Une pondération de 25% d'inflation dans le taux client diviserait le delta équivalent du choc inflation par deux.

En somme l'obtention du delta équivalent avec ce modèle repose sur :

- La pondération de l'inflation dans le taux client
- La pondération du choc appliqué à l'inflation

L'introduction de l'inflation complexifie l'analyse de la sensibilité puisqu'elle n'est pas réellement adaptée à la méthode du delta équivalent. De plus puisque le choc inflation atténue l'effet du choc taux, il peut être reproché au calcul d'un delta mixte de manquer de prudence néanmoins nous pouvons observer que ce choc mixte (utilisé dans d'autres indicateurs ALM) prévoit un delta très proche du delta calculé avec l'autre taux client.

Puisque nous avons étudié l'impact de la formule du taux client dans le calcul du delta équivalent. Nous souhaitons parfaire l'étude de la sensibilité de nos résultats aux modèles envisagés en calculant un dernier delta avec un modèle d'arbitrage entre DAT et CSL simplifié.

Dans la suite nous préfèrerons la formule de taux client qui ne repose que sur l'Euribor 3 mois et le CMS5Y.

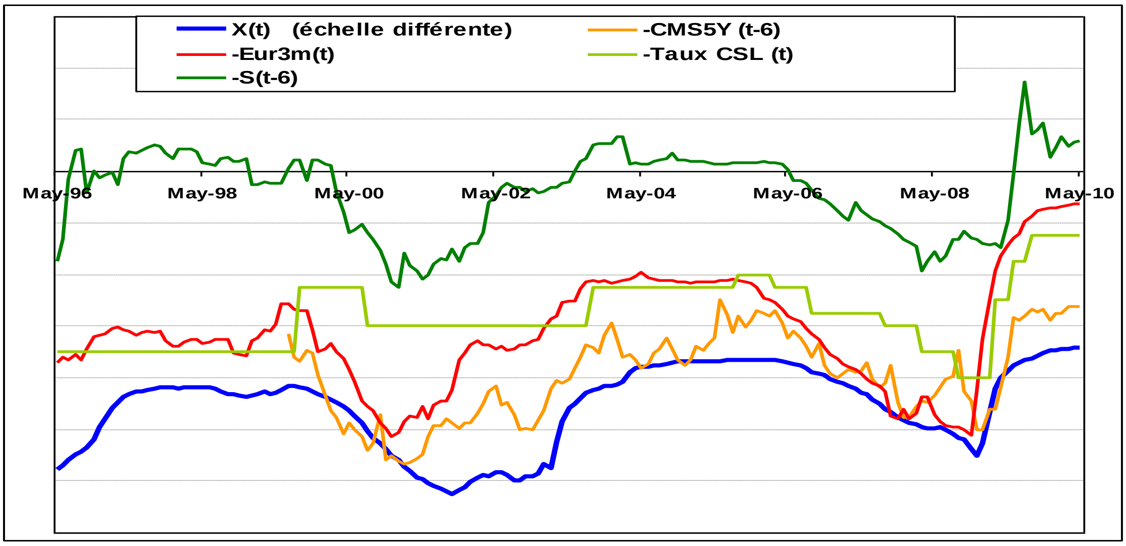
5.3. Discussions et alternatives

Nous souhaitons proposer un modèle moins complexe qui soit continu, et repose sur moins de paramètres.

5.3.1. Présentation du modèle alternatif

Pour cela nous disposons de divers variables :

- Euribor 3 mois
- CMS 5Y
- Le taux des CSL
- Le spread taux CSL - taux DAT



Il semble que ces variables sont toutes corrélées négativement avec Xt, cette intuition est confirmée par le calcul des coefficients de corrélation.

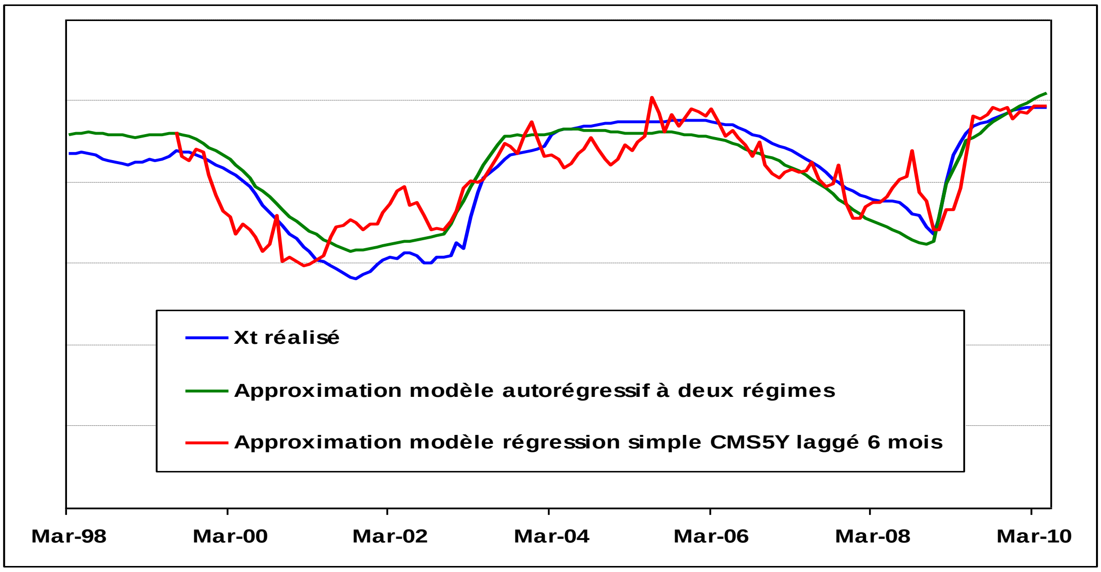
$$\rho(Y_t, Eur3m_t) = -78\% \qquad \rho(Y_t, CMS5Y_{t-6}) = -84\%$$

$$\rho(Y_t, TxCSL_t) = -74\% \qquad \rho(Y_t, Spread_{t-6}) = -71\%$$

Nous choisirons de tester un modèle très simple, une régression sur le taux CMS5Y spot laggé de 6 mois

$$X_t = a + b \times CMS5Y_{t-6} \qquad \mathrm{R}^2 = 71\%$$

Ce modèle n'exclue pas d'obtenir un Xt négatif ou supérieur à 1. Afin de rester cohérent avec la réalité du marché et l'autre modèle d'arbitrage, nous imposerons à Xt d'être compris entre 30% et 100%. Sur l'historique ce modèle se révèle plus volatil puisqu'il est indexé sur les taux spot mais il reproduit relativement bien le passé.



Nous utiliserons donc ce modèle et les hypothèses de marges constantes du paragraphe 5.2.1 .

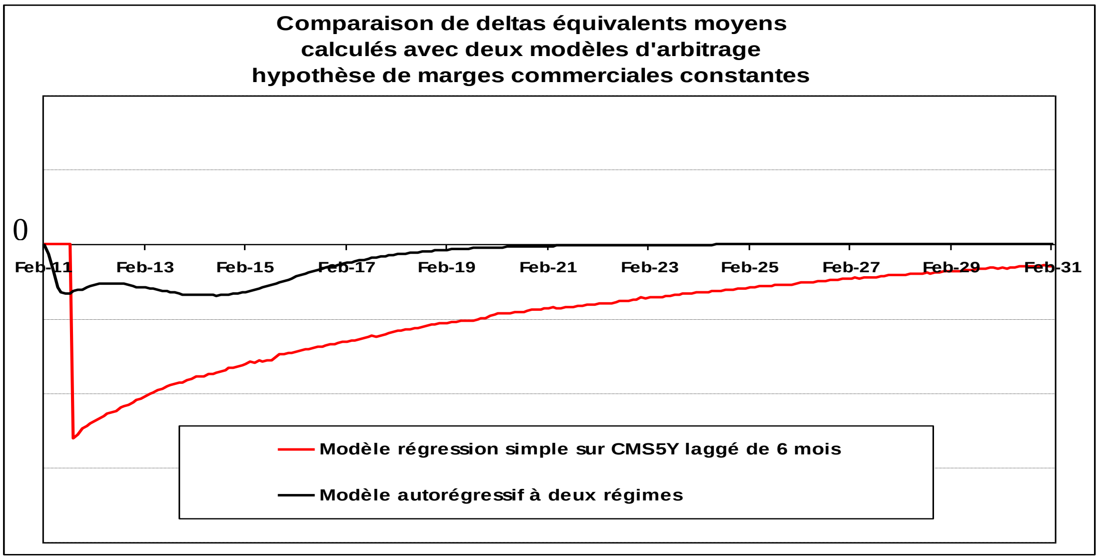
5.3.2. Deltas équivalents avec marge commerciale constante

Avec ce modèle régressif, le delta équivalent peut être décomposé simplement :

$$\Delta eq_t = \frac{E_t^{total}}{20bp}(X_t^{+10bp} - X_t^{-10bp}) \times (\text{Marge}_{\text{CSL}} - \text{Marge}_{\text{DAT}})$$

$$= \frac{E_t^{total}}{20bp}(a + b \times CMS5Y_{t-6}^{+10bp} - a - b \times CMS5Y_{t-6}^{-10bp})(\text{Marge}_{\text{CSL}} - \text{Marge}_{\text{DAT}})$$

$$= \frac{E_t^{total}}{20bp} b(CMS5Y_{t-6}^{+10bp} - CMS5Y_{t-6}^{-10bp})(\text{Marge}_{\text{CSL}} - \text{Marge}_{\text{DAT}})$$



Sur les 6 premiers mois, les taux clients ne sont pas choqués.

A partir du 7ème mois $CMS5Y_{t-6}^{+10bp} - CMS5Y_{t-6}^{-10bp}$ est égal à 20bp donc l'écart entre l'encours (+10bp) et l'encours (-10bp) est constant. Le retour vers 0 reflète uniquement la décroissance de l'encours total.

L'amplitude du delta équivalent est bien plus importante qu'avec le premier modèle puisque ce modèle n'est pas autorégressif.

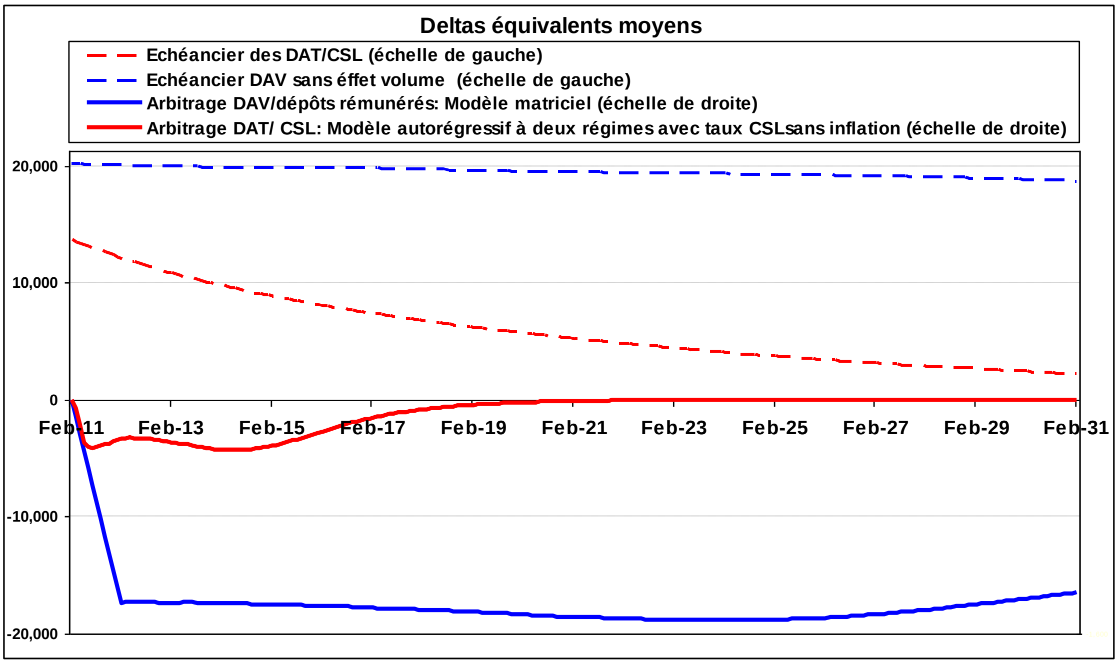
L'absence de lien entre la répartition d'un mois et celle du mois suivant n'est pas cohérente avec la réalité du comportement des clients. Nous conserverons le premier modèle et nous introduirons la mesure du risque de taux avec ce modèle dans l'impasse.

5.3.3. Stratégie de couverture

Nous avons mesuré le risque de taux que représente l'effet volume, si nous ajoutons ce delta à l'impasse de taux, la couverture se fera en globale.

Si nous voulions couvrir séparément le risque du a cet effet volume, nous devrions constituer une position prêteuse; la couverture peut notamment se traduire par un swap taux fixe emprunteur. Comme pour le risque lié aux dépôts à vue, la couverture en delta pourra être verticale ou horizontale.

Nous pouvons remarquer que le risque que représente le second arbitrage est bien inférieur à celui que représente l'arbitrage entre les DAV et les produits rémuérés. Cette différence est liée d'une part à l'encours beaucoup plus important des DAV et d'autre part à l'échéancement à long terme des dépôts non rémunérés comparé aux CSL et aux DAT.



6. Conclusion

La gestion actif-passif de BNP Paribas permet de préserver la marge dégagée par le réseau et de lisser le résultat quelles que soient les variations des taux d'intérêts. Les trois objectifs de ce métier sont de mesurer les risques, de choisir une stratégie et de suivre la mise en place de ces stratégies.

Dans cette étude nous nous sommes intéressés à un risque que les gestionnaires de BNP Paribas ne comptabilisaient pas dans l'impasse de taux à savoir le risque lié à l'arbitrage clientèle entre produits d'épargne. Nous avons étudié plus particulièrement deux manifestations de cet arbitrage chez les particuliers:

- Si les taux de rémunération proposés sont très bas, les clients délaissent l'épargne rémunérée au profit des dépôts à vue. Au contraire, ils réduisent leur épargne non rémunérée au minimum si le rendement des autres dépôts est important.
- Les clients transfèrent leur épargne à moyen terme d'un comptes sur livret à un dépôt à terme suivant les taux que rémunèrent ces deux produits non réglementés.

Dans les deux cas l'arbitrage se fait entre des produits sur lesquels BNP Paribas réalise une marge différente. Le risque est donc que les clients transfèrent leur épargne d'un produit fortement margé à un produit moins rémunérateur pour la banque ce qui correspondrait à une perte. Nous voulions mesurer ce risque sur le portefeuille actuel de comptes pour cela nous avons utilisé la méthode de l'équivalent delta qui est déjà mise en place pour mesurer un autre risque lié à une optionalité comportementale : le remboursement anticipé financier de crédit à taux fixe.

La méthode du delta équivalent repose sur le calcul de la sensibilité du résultat à une translation de la courbe des taux. Le résultat en question peut être celui réalisé par l'ALM, par le commerce comme c'est le cas dans notre étude, ou par l'ensemble du réseau.

Dans le cas des dépôts à vue non rémunérés, nous avons considéré que le niveau des taux détermine d'une part l'encours moyen par compte et d'autre part le niveau de marge commerciale. Une première étape fut l'élaboration de modèles comportementaux pour prévoir l'évolution de l'épargne non rémunérée en fonction du contexte de taux. Ensuite à partir de ce modèle, le delta moyen a été calculé sur les vingt prochaines années. Il s'est avéré que cette mesure varie suivant le modèle d'arbitrage sélectionné et la prise en compte de marges constantes ou de la marge égale au TCI.

Nous avons retenu le modèle d'arbitrage matriciel qui permet d'assurer un retour à l'échéancier de liquidité central en cas de palier de taux. Celui-ci prévoit un delta équivalent uniquement la première année suivi d'un lent retour à la moyenne dû à la diminution de l'encours du stock sans nouvelle production.

Par ailleurs le delta calculé sous l'hypothèse de marge constante est très différent de celui calculé avec la marge réelle (TCI). Cela s'explique par un effet contraire à l'effet volume qui correspond au fait que les encours restés sur les comptes courants sont plus rémunérateurs pour la banque en cas de hausse des taux. Nous avons isolé dans le calcul du delta le terme associé à cet effet et nous avons choisi de ne pas l'intégrer à la mesure du risque de taux lié à l'arbitrage. Nous avons donc retenu le terme associé à l'effet volume comme mesure du risque de taux que représente cet arbitrage.

Le second risque étudié concerne l'arbitrage entre d'une part les comptes sur livret qui sont fortement margés par BNP Paribas et majoritaires dans le portefeuille actuel et d'autre part les dépôts à terme qui se sont raréfiés dans le portefeuille et qui ne sont pas aussi rentables. Par le passé la répartition entre ces deux produits a été très variable ce qui illustre le phénomène d'arbitrage chez les particuliers. Nous avons utilisé le modèle comportemental clientèle autorégressif à deux régimes pour calculer un delta équivalent avec des marges constantes puis réelles.

Le paramètre de ce modèle est le spread entre le taux client de chaque produit or à long terme, les deux taux client sont censés intégrer le choc et le spread retrouve son niveau non choqué. L'allure du delta s'explique ainsi par le délai pour qu'un choc sur les taux de marché soit répercuté sur chaque taux client.

L'introduction des marges réelles a de nouveau révélé un effet marge. En effet en cas de hausse des taux le taux client des livrets augmente tandis que le Taux de Cession Interne (TCI) diminue. La diminution de l'encours impose à la banque d'emprunter à long terme à taux élevés pour respecter la règle d'adossement. Si l'effet volume est en partie responsable de la diminution de l'encours des livrets, l'hypothèse d'un portefeuille fermé en est la principale justification. Ainsi l'effet « marge » ne peut être attribué qu'en partie à l'arbitrage. Nous avons donc préféré isoler la part propre à l'effet volume qui se trouve être très proche de la mesure effectuée avec la marge constante.

Ainsi pour chacune des deux études d'arbitrage nous avons mesuré le risque de taux que cet effet volume représente. La couverture de ce risque consiste à inclure cette mesure dans l'impasse de taux. La couverture en delta étant dynamique, un calcul régulier du delta devrait être effectué pour adapter la stratégie aux évolutions de la position. Ensuite la couverture éventuelle sera effectuée au global a regard de l'impasse.

Ce mémoire a ainsi mis en exergue un mode de comptabilisation du risque de taux lié à l'arbitrage. Une stratégie vis à vis de ce risque pourrait être une couverture classique à partir de swap.

Si dans le cas des dépôts non rémunérés la fuite d'encours ne peut être évitée, le pilotage des taux client peut permettre de limiter les transferts futurs des livrets et des DAT. Ainsi les stratégies commerciales seront également déterminantes à l'avenir dans la gestion de l'arbitrage clientèle.

Glossaire

Eonia(Euro Overnight Index Average)
Il est le taux quotidien moyen des emprunts interbancaires effectués au jour le jour dans la zone euro par les grandes banques entre elles.

Euribor
Il est le taux IBOR (InterBank Offered Rate) de la zone euro. C'est-à-dire le taux moyen pour chaque maturité auquel 57 grandes banques prêtent à d'autres grandes banques. Les maturités varient d'une semaine à 12 mois.

Péréquation
Une péréquation est un taux que l'ALM accepte de retirer au TCI d'un produit de l'actif calculé en suivant la règle d'adossement pour satisfaire les ambitions commerciales du réseau. Cela permet au réseau de proposer un taux client plus compétitif tout en préservant une marge stable. Cette péréquation diminue alors la marge de l'ALM, pour compenser cette perte l'ALM retirera en retour cette péréquation au TCI des dépôts.

Swaplet
Swap avec un seul échange de flux.

Swap amortissable
Un swap à amortissement est un swap dont le notionnel est amorti sur la vie du swap. L'amortissement peut être appliqué linéairement (le montant d'amortissement pour chaque période est le nominal initial divisé par le nombre de période)ou par annuités constantes (dans ce cas le durée de l'opération n'est pas figée car on ne connaît pas d'avance les montants des intérêt à imputer aux annuité pour obtenir l'amortissement).

Swap de maturité constante (CMS)
C'est un swap de taux d'intérêt dont le taux d'une jambe est refixé périodiquement par rapport à un taux swap de marché. L'autre jambe peut être l'Euribor, un taux fixe ou un autre taux de maturité constante. Dans l'étude le CMS X ans désigne un swap dont une jambe est le taux glissant de maturité X ans et l'autre jambe est l'Euribor 3 mois.

Value at Risk
VaR (α) correspond au montant de pertes qui ne devrait être dépassé qu'avec une probabilité α sur un horizon temporel donné.

Bibliographie

ADAM A., *Handbook of asset and liability management: From Models to Optimal Return Strategies*, Wiley Finance, 2007.

BRIGO D. MERCURIO F., *Interest Rate Models :Theory and Practice*, Springer, 2005.

DENEY P.FRACHOT A.RIBOULET G., *Introduction à la Gestion Actif-Passif Bancaire*, Economica, 2003.

FRACHOT A., SCAILLET O., *Reconstitution de la courbe des taux zéro-coupon et modèle d'arbitrage*, 1994.

HEATH D., JARROW R., MORTON A., *Bond pricing and the term structure of interest rates: A discret time approximation*, Journal of Financial and Quantitative Analysis,vol 25, 1994.

HO T., LEE S., *Term structure movements and interest contingent claims pricing*, Journal of Finance, vol 41, 1986.

HULL J., WHITE A., One *factor interest-rate models and valuation of interest-rate derivatives securities*, 1992.

LAMBERTON D., LAPEYRE B., *Introduction au calcul stochastique appliqué à la fiance*, Ellipse, 1991.

OUESLATI A., *Présentation du modèle CIR à deux facteurs*, Document de travail, 2010.

RACICOT F.E, THEORET R., *Les modèles HJM et LMM revisités et leurs versions étendues*, Document de travail, UQUAM, 2006.

TONTENY.E, *La désaisonnalisation des séries d'agrégats monétaire et de crédit à la banque de France : Aspect théoriques et mise en œuvre*, www.banque-France.fr, 2006.

VASICEK O.,*An equilibrium characterization of the term structure*, Journal of Financial economics 5, 1977.

YOKOSSI T., *Analyse de l'arbitrage comportemental de la clientèle*, 2010.

Annexes

1. Les enjeux de l'ALM de BNP Paribas

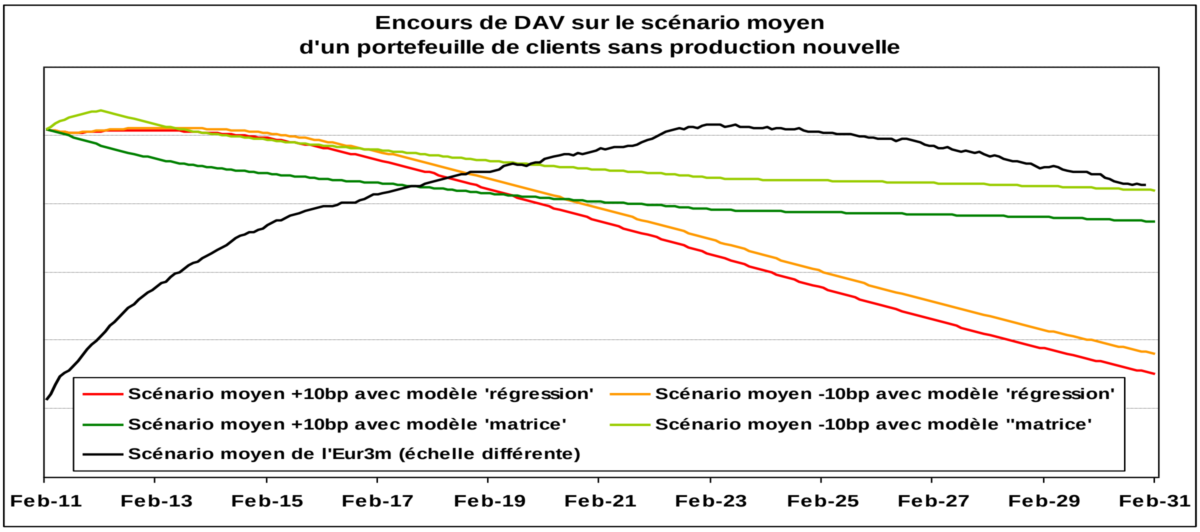
TCI par flux appliqué au bloc linéaire 5 ans

Les réinvestissements sont supposés annuels.

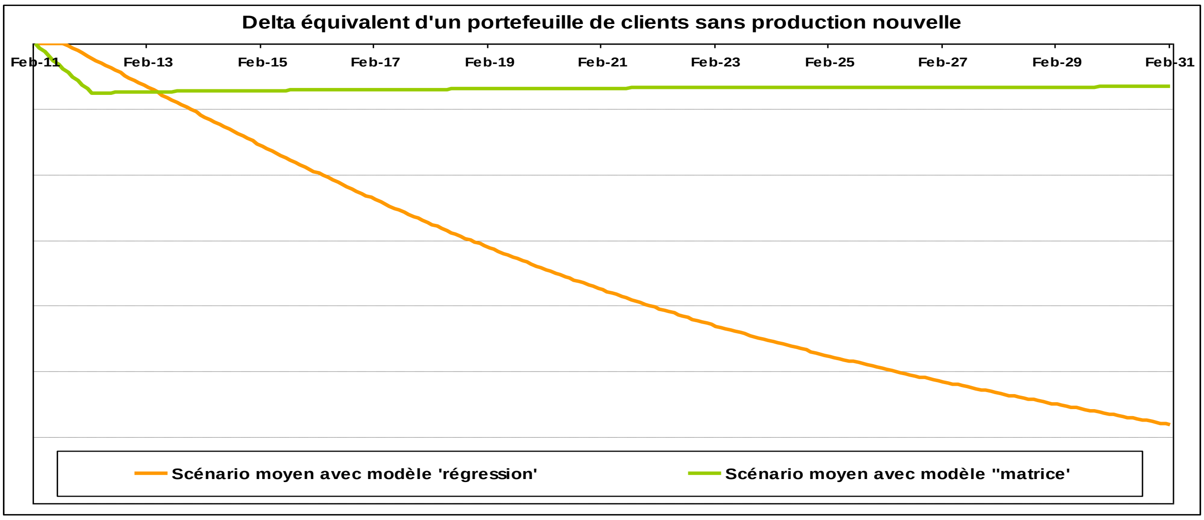
		Bloc A: (1-X%) de l'encours total														
		Stock	Flux de capitaux		Nouveaux investissements						Taux de réinvestissement				Flux d'intérêt	Rendement
Date (an)	Etot	Encours bloc A	Variation encours (passif)	Tombées (actif)	Encours total réinvesti	Encours réinvesti à 1an	Encours réinvesti à 2ans	Encours réinvesti à 3ans	Encours réinvesti à 4ans	Encours réinvesti à 5ans	Taux réinvest à 1an	Taux réinvest à 2ans	Taux réinvest à 3ans	Taux réinvest à 4ans	Taux réinvest à 5ans	PCE: Coupons (versés ou touchés)	TCI bloc A
-5	Etot(-5)	E(-5)			**ER(-5)**	ER(-5)/5	ER(-5)/5	ER(-5)/5	ER(-5)/5	ER(-5)/5	TR1(-5)	TR2(-5)	TR3(-5)	TR4(-5)	TR5(-5)		
-4	Etot(-4)	E(-4)			**ER(-4)**	ER(-4)/5	ER(-4)/5	ER(-4)/5	ER(-4)/5	ER(-4)/5	TR1(-4)	TR2(-4)	TR3(-4)	TR4(-4)	TR5(-4)		
-3	Etot(-3)	E(-3)			**ER(-3)**	ER(-3)/5	ER(-3)/5	ER(-3)/5	ER(-3)/5	ER(-3)/5	TR1(-3)	TR2(-3)	TR3(-3)	TR4(-3)	TR5(-3)		
-2	Etot(-2)	E(-2)			**ER(-2)**	ER(-2)/5	ER(-2)/5	ER(-2)/5	ER(-2)/5	ER(-2)/5	TR1(-2)	TR2(-2)	TR3(-2)	TR4(-2)	TR5(-2)		
-1	Etot(-1)	E(-1)			**ER(-1)**	ER(-1)/5	ER(-1)/5	ER(-1)/5	ER(-1)/5	ER(-1)/5	TR1(-1)	TR2(-1)	TR3(-1)	TR4(-1)	TR5 (-1)		
0	Etot(0)	E(0)			**ER(0)**	ER(0)/5	ER(0)/5	ER(0)/5	ER(0)/5	ER(0)/5	TR1(0)	TR2(0)	TR3(0)	TR4(0)	TR5(0)		
1	Etot(1)	E(1)= Etot(1) *(1-X%)	D(1)= E(1)-E(0)	T(1)=1/5* [ER(0)+ER(-1)+ER(-2)+ER(-3)+ER(-4)]	**ER(1)/5= [D(1)+T(1)]**	ER(1)/5	ER(1)/5	ER(1)/5	ER(1)/5	ER(1)/5	TR1(1)	TR2(1)	TR3(1)	TR4(1)	TR5(1)	PCE(1)	**TCI A (1)= PCE1/E1**
2	Etot(2)	E(2)	D(2)	T(2)	**ER(2)**	ER(2)	ER(2)	ER(2)	ER(2)	ER(2)	TR1(2)	TR2(2)	TR3(2)	TR4(2)	TR5(2)	PCE(2)	**TCI A (2)**
3	Etot(3)	E(3)	D(3)	T(3)	**ER(3)**	ER(3)	ER(3)	ER(3)	ER(3)	ER(3)	TR1(3)	TR2(3)	TR3(3)	TR4(3)	TR5(3)	PCE(3)	**TCI A (3)**
4	Etot(4)	E(4)	D(4)	T(4)	**ER(4)**	ER(4)	ER(4)	ER(4)	ER(4)	ER(4)	TR1(4)	TR2(4)	TR3(4)	TR4(4)	TR5(4)	PCE(4)	**TCI A (4)**
5	Etot(5)	E(5)	D(5)	T(5)	**ER(5)**	ER(5)	ER(5)	ER(5)	ER(5)	ER(5)	TR1(5)	TR2(5)	TR3(5)	TR4(5)	TR5(5)	PCE(5)	**TCI A (5)**

2. Etude de l'Effet Volume sur les DAV non rémunérés

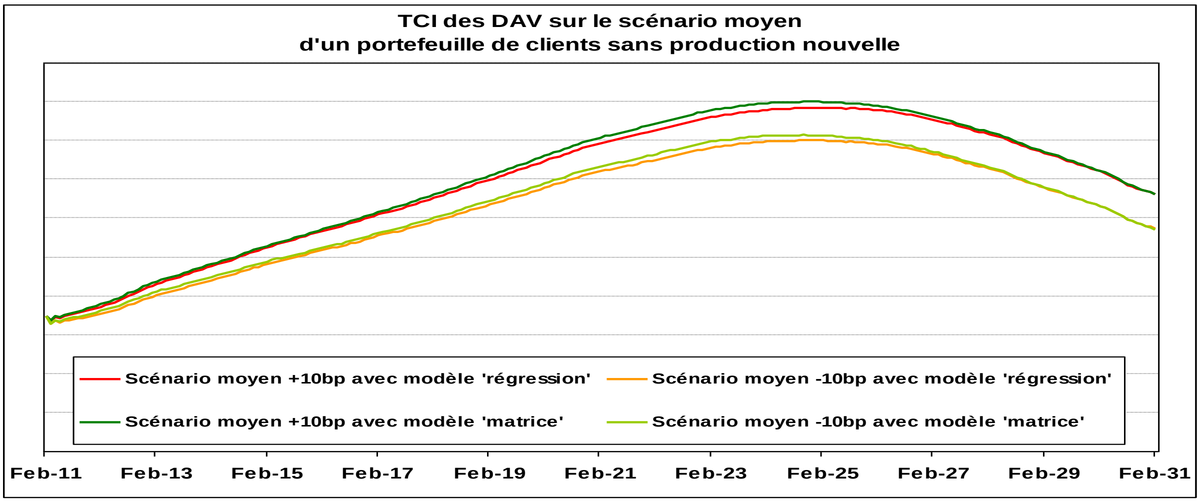
Prévisions de l'encours de DAV sur le scénario moyen



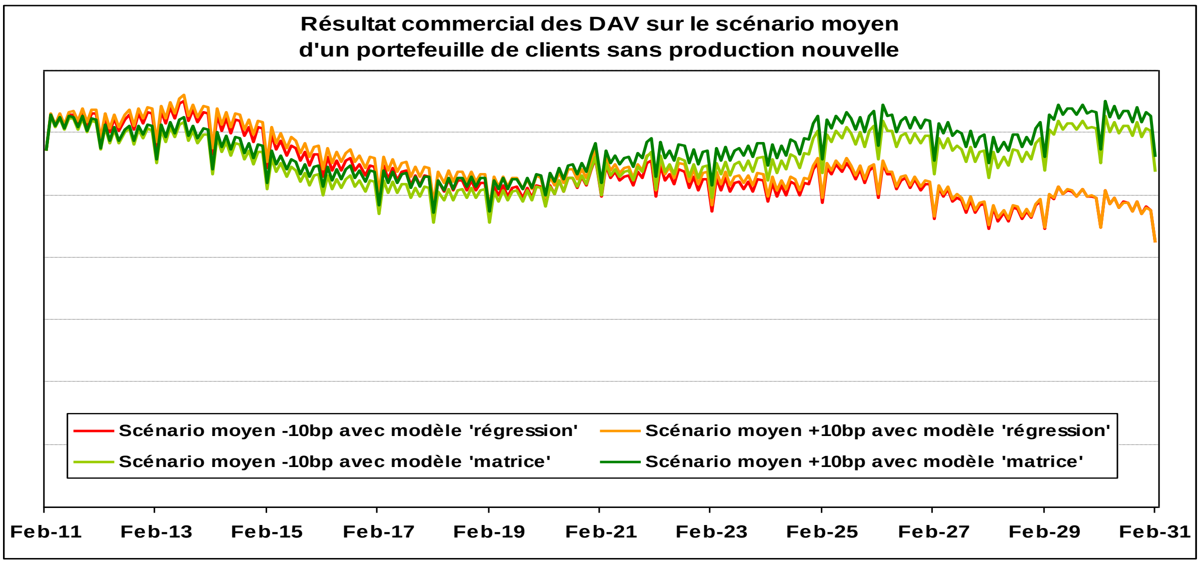
Prévisions du delta équivalent des DAV sous l'hypothèse d'une marge constante sur le scénario moyen



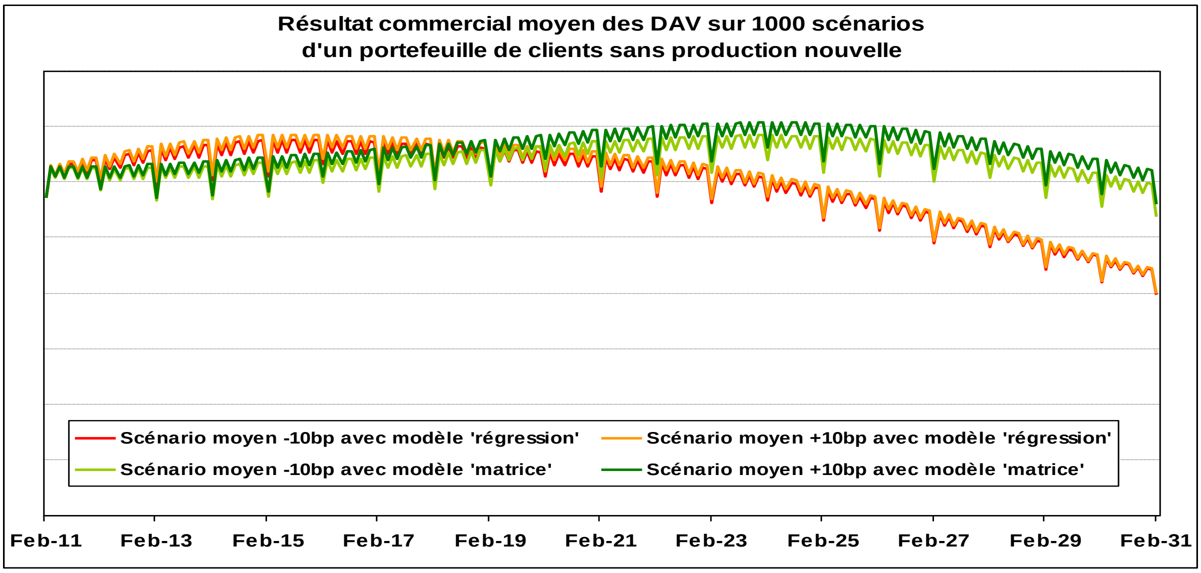
Prévisions du TCI des DAV sur le scénario moyen choqué



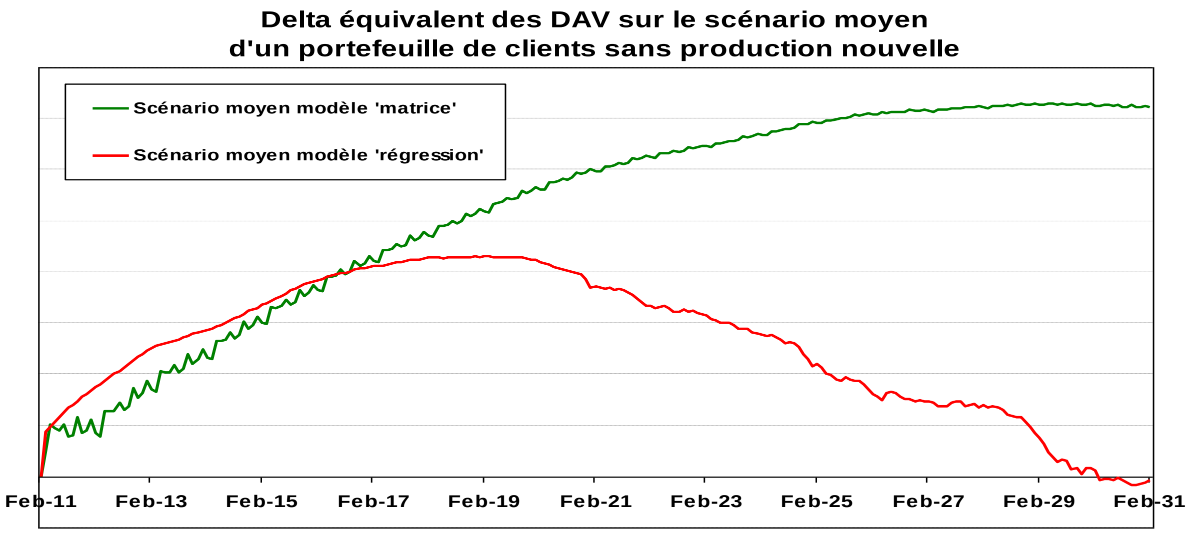
Prévisions du Résultat commercial des DAV sur le scénario moyen



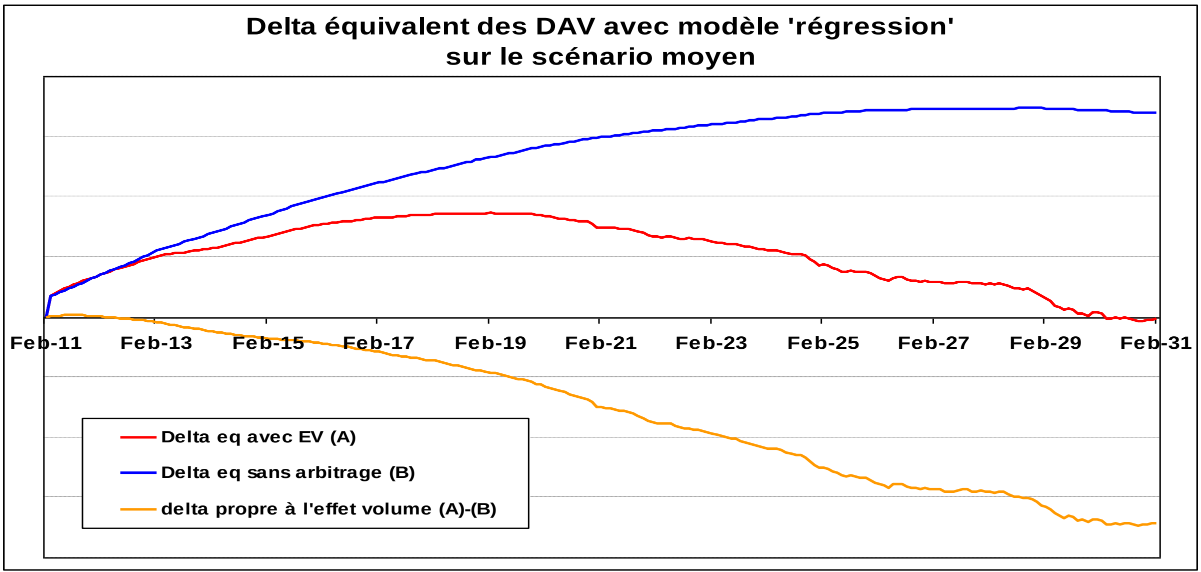
Prévisions du Résultat commercial moyen des DAV sur 1000 scénarios choqués



Prévisions du delta équivalent des DAV sur le scénario moyen

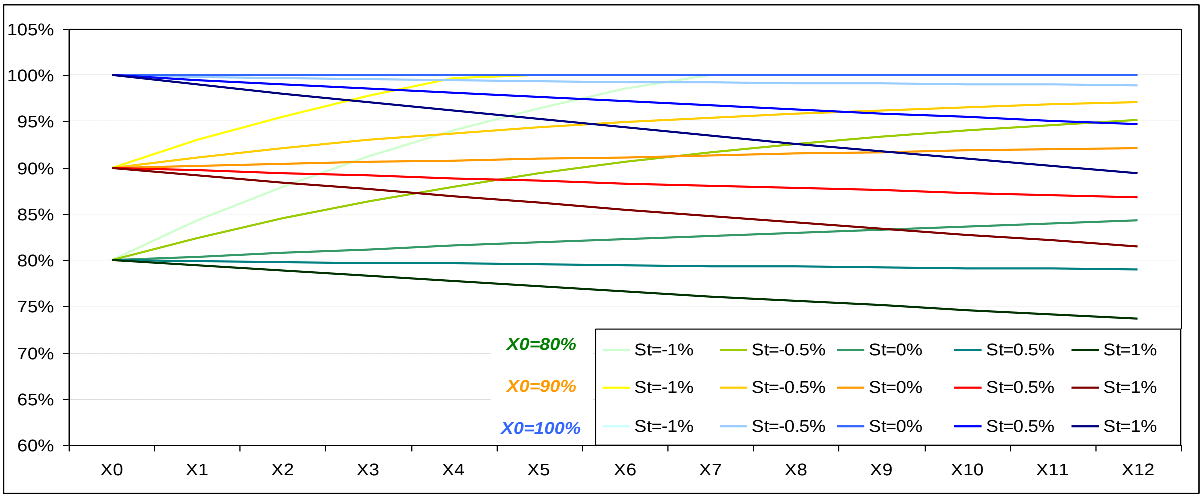


Décomposition du delta équivalent des DAV sur le scénario moyen

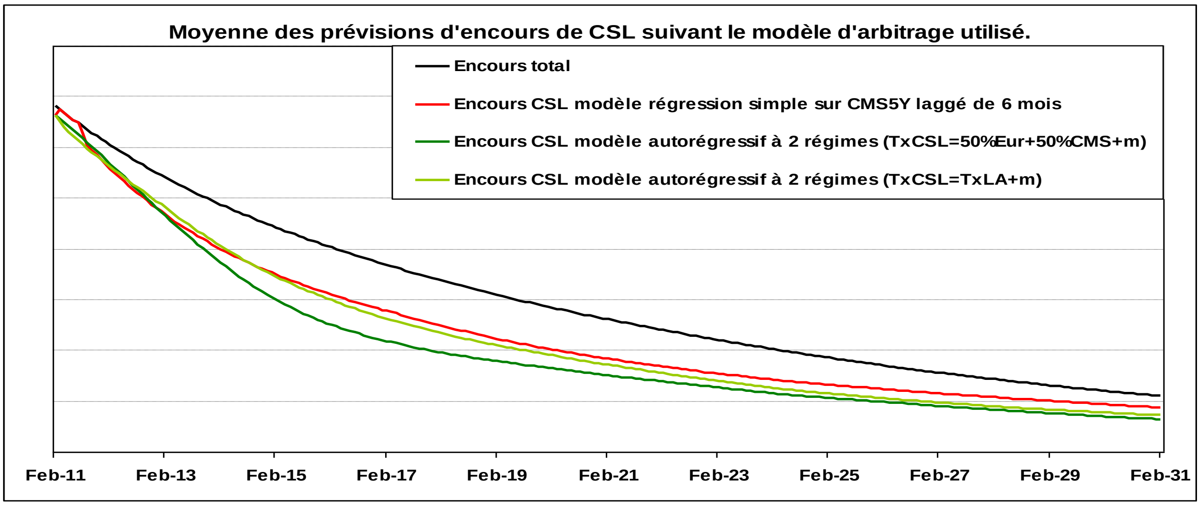


3. Etude de l'Effet Volume entre les DAT et les CSL

Prévision de l'évolution de la proportion de CSL dans un an avec le modèle autorégressif à deux régimes.



Prévisions moyennes de la répartition CSL/DAT



Prévisions moyennes d'envours de CSL avec le modèle autorégressif à deux régime et Tx CSL= TxLA-m