



Munich Personal RePEc Archive

# **The impact of monetary policy on long-term interest rates : Some empirical evidence from Morocco**

EL FAIZ, Zakaria and ZIANI, Manal

Mohammed 5 University, FSJES-Agdal

July 2016

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/72950/>

MPRA Paper No. 72950, posted 10 Aug 2016 22:40 UTC

# **Influence de la politique monétaire sur le taux long : Quelques évidences empiriques, cas du Maroc<sup>1</sup>**

**EL FAIZ Zakaria\* et ZIANI Manal\***

**Résumé:** Dans un environnement économique incertain, les taux d'intérêt longs se trouvent très volatiles et leur sensibilité par rapport aux taux courts apparaît encore mitigée. Le but de notre travail de recherche est d'analyser cette relation et d'évaluer l'impact de la politique monétaire sur les taux longs tout en envisageant le Maroc comme cas d'application. Pour ce faire, on a utilisé un New Keynesian Model (NKM) augmenté de la structure par terme des taux d'intérêt estimé par la méthode bayésienne sur les données trimestrielles de la période 2004-2015. Le résultat obtenu montre que le taux long augmente suite à une augmentation du taux court ce qui nous permet ainsi de conclure que la politique monétaire au Maroc arrive à influencer les taux d'intérêt à long terme.

**Mots clés :** Modèle NKM, Politique monétaire, Taux long, Structure par terme

**Classification JEL :** E12, E52, E43, E30.

**Abstract** In an uncertain economic environment, long-term interest rates appear to be highly volatile and their sensitivity towards short-term interest rates appears to be still ambiguous. The aim of this work is to analyze this relationship, and to evaluate the impact of short-term interest rate on long-term interest rate in Morocco. We used a New Keynesian Model augmented with the term structure of interest rates, estimated with Bayesian methods on quarterly data for the period 2004-2015. The result shows that long-term interest rate increases in response to an increase in short term interest rate, which signifies that monetary policy in Morocco has the ability to influence long-term interest rates.

**Key words:** NKM Model, Monetary Policy, long-term interest rates, term structure

**JEL Classification:** E12, E52, E43, E30.

---

<sup>1</sup> Ce document est un Mémoire de fin d'études, soutenue en juillet 2016 pour l'obtention du Master des Sciences économique de la FSJES-Agdal. Nous remercions nos encadrants : Pr. Tounsi Said, Lahcen Oulhaj, Idriss EL Abbassi et Lahlou Kamal (Bank Al-Maghrib) pour leurs suggestions et orientations.

\* Etudiants en Master des Sciences Economiques, Univ. Mohammed 5 Rabat, FSJES-Agdal.

# SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>I</b>
<b>I. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVUE DE LA LITTERATURE THEORIQUE .....</b>	<b>3</b>
1. LE TAUX D'INTERET DANS LA THEORIE ECONOMIQUE .....	3
2. LA STRUCTURE PAR TERME DES TAUX D'INTERET .....	7
3. LA POLITIQUE MONETAIRE ET LE TAUX DE LONG TERME.....	11
<b>III. REVUE DE LA LITTERATURE EMPIRIQUE .....</b>	<b>16</b>
1. LES RESULTATS DES MODELES VAR ET SVAR .....	16
2. LES RESULTATS DES NEW KEYNESIAN MODELS .....	17
3. RESULTATS D'AUTRES METHODES .....	19
<b>IV. TEST EMPIRIQUE .....</b>	<b>19</b>
1. CONTEXTE MACROECONOMIQUE ET TAUX D'INTERET AU MAROC .....	19
2. LES DONNEES .....	25
3. LE MODELE .....	27
4. DISCUSSION DES RESULTATS .....	34
<b>V. CONCLUSION .....</b>	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>40</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>44</b>
ANNEXE I : DÉRIVATION DES MODÈLES .....	44
ANNEXE II : STATISTIQUES DESCRIPTIVES .....	49
ANNEXE III : CODE DYNARE .....	51
ANNEXE IV : RESULTATS DU MODELE VAR .....	53

## ***I. Introduction***

Le taux d'intérêt de long terme est l'un des indicateurs les plus importants qui reflètent la santé économique d'un pays, et les banques centrales se trouvent toujours à la recherche des méthodes pour l'influencer, au moins en partie. L'importance des taux d'intérêt de long terme réside principalement dans le rôle qu'ils jouent pour les investisseurs d'un côté et pour les banques centrales d'un autre. Pour les investisseurs, les taux longs sont considérés comme le point de référence pour la détermination des décisions d'investissement dans les actifs de différentes maturités. Cette décision prend en compte le niveau des taux longs et leurs degrés de volatilité qui peuvent informer sur le niveau anticipé de l'activité et de la politique monétaire. Du côté des banques centrales, celles-ci reposent sur les taux longs dans la prévision des phases de récession en utilisant l'écart entre taux court et taux long, ainsi que pour anticiper le niveau d'inflation future.

Le background théorique stipule l'existence d'un Co-mouvement entre le taux court considéré comme l'instrument de la banque centrale et les taux longs déterminés sur le marché financier. En effet la banque centrale peut augmenter ou diminuer son taux directeur dans l'objectif d'impacter l'activité réelle, dont la maîtrise de l'inflation et la stimulation de l'activité économique demeurent les objectifs finals. En effet, pour faire face à des tensions inflationnistes, la banque centrale tend à augmenter son taux directeur, qui doit produire une augmentation instantanée des taux d'intérêt de long terme, ce qui freine la demande, et par conséquent, le taux d'inflation courant et anticipé baissent. Par le même mécanisme, la banque centrale peut stimuler l'activité économique, où une diminution du taux court peut faciliter l'accès aux biens d'investissement en diminuant le taux d'intérêt de long terme. Cependant, plusieurs travaux empiriques ont montré que ce processus est difficilement assimilable. L'impact de la politique monétaire sur les taux longs reste faible et ambigu dans la plus part des pays puisqu'il est tributaire de plusieurs conditions (crédibilité de la politique monétaire, engagement explicite sur un niveau d'inflation cible, ancrage des anticipations...).

Le contexte actuel nous offre un champ large de réflexion, avec le ralentissement qui a marqué l'activité économique à l'échelle internationale (crise des subprimes 2007, crise de la dette souveraine 2010...) et qui a renouvelé le débat sur les questions de croissance, du chômage et de l'efficacité des politiques économiques. En effet, les banques centrales ont confronté beaucoup de difficultés pour aider l'économie à reprendre son rythme de croissance malgré la baisse des taux directeurs. En réalité, à partir de 2007 les taux d'intérêt de long terme n'ont pas montré une variation significative suite à la diminution des taux d'intérêt de court terme, qui se rapprochaient de 0% aux États-Unis, et qui sont devenus négatifs au niveau de l'Union Européenne. Situation qui a poussé les banques centrales à mettre en œuvre de nouvelles politiques non conventionnelles comme l'assouplissement quantitatif afin d'arriver à rendre opérationnel le canal monétaire et faire baisser l'ensemble des taux d'intérêt sur le marché des capitaux.

Par ailleurs, le contexte marocain a été marqué par plusieurs réformes ayant contribué à la modernisation de son système financier. La réforme la plus marquante demeure la modification des statuts de Bank Al-Maghrib, où il y avait un renforcement de son autonomie et la définition de l'objectif de la stabilité des prix comme l'une des missions fondamentales de la banque centrale. Dans le même sens de réforme, plusieurs efforts ont été menés pour la modernisation du marché des capitaux en générale, et du marché adjudicataire en particulier. En effet, le marché adjudicataire est devenu la première source de financement du trésor aujourd'hui, où il constitue plus de 75% de la dette de trésor contre 35% en 1993. Par conséquent, les conditions de financement de trésor sont largement déterminés sur ce marché, ainsi, on peut suspecter un effet de la politique monétaire à travers son taux directeur sur les taux d'intérêt long sur le marché adjudicataire, ce qui nous pousse à nous interroger sur la qualité des réformes mises en œuvre à travers l'évaluation de l'influence de la politique monétaire sur les taux longs du marché des bons de trésor.

Dans ce cadre, on suppose que la politique monétaire au Maroc a un effet sur les taux d'intérêt de long terme du marché des bons de trésor comme hypothèse fondamentale de ce travail de recherche, ainsi que les réformes qu'a entamé le Maroc dans le processus de modernisation du marché des capitaux a joué un rôle majeur dans l'amélioration de cet effet. Et comme troisième hypothèse, on suppose que la politique du ciblage implicite de l'inflation peut stabiliser la prime de l'inflation et de l'incertitude des investisseurs à l'égard de la banque centrale. Sur ce mémoire, nous essayerons de vérifier l'ensemble de ces hypothèses en essayant de répondre à la question centrale de ce travail qui est la suivante :

*Est-ce que la banque centrale marocaine arrive à influencer le taux d'intérêt de long terme ?*

Cette problématique conduit aux questions subsidiaires suivantes, auxquelles nous essayerons de répondre sur ce mémoire :

- Quels sont les déterminants du taux d'intérêt de long terme ?
- Quel est le degré de l'impact de la politique monétaire sur les taux longs ?
- Quelles sont les variables qui influencent le plus la variabilité des taux longs ?
- Une politique de stabilisation des prix (ciblage implicite de l'inflation) pourrait-elle contribuer à la stabilisation des taux long ?

Vu l'intérêt que suscite le sujet présent, ce mémoire vise à répondre aux questions qui touchent aux liens entre le taux d'intérêt de court terme et le taux d'intérêt de long terme, en examinant soigneusement les chocs de la politique monétaire sur le marché interbancaire et sur le marché des bons de trésor.

Le travail présent sera subdivisé en cinq titres, après l'introduction du sujet, un deuxième titre portera sur la revue de la littérature théorique, où seront abordées les différentes définitions et relations théoriques entre les taux d'intérêt de différentes maturités. Ensuite, un troisième titre sur la littérature empirique qui présentera les

différents résultats et méthodes utilisées dans l'évaluation de ce genre de questions. Au niveau du quatrième titre, on essayera d'aborder le contexte de l'étude en exposant l'évolution de la politique monétaire et le marché adjudicataire depuis 1998 et le cadre macroéconomique actuel, ainsi que le modèle et la discussion des principaux résultats de notre étude. Finalement, les conclusions et les principales recommandations issues de ce travail de recherche seront développées dans un cinquième titre.

## **II. Revue de la littérature théorique**

### **1. Le taux d'intérêt dans la théorie économique**

Le taux d'intérêt est l'un des éléments fondamentaux dans l'analyse économique, et toutefois l'une des mystères qui a fait couler beaucoup d'encre mais sans pour autant décrire le mécanisme derrière son ajustement. L'évolution de la théorie économique nous permet de faire la distinction entre plusieurs définitions du taux d'intérêt selon les hypothèses de chaque modèle. Dans ce qui va suivre, on va essayer d'explorer les différentes définitions des taux d'intérêt en comparant les modèles classiques et keynésiens dans l'objectif de définir le cadre conceptuel de notre analyse.

#### **1.1. Le modèle néoclassique du taux d'intérêt**

Pour les néoclassiques, le taux d'intérêt  $r_t$  est une variable réelle qui se détermine sur le marché des biens et qui assure l'équilibre entre l'épargne et l'investissement. Le taux d'intérêt représente le taux pour lequel le ménage est prêt à renoncer à sa consommation présente pour recevoir  $c_t(1 + r_t)^n$  de consommation additionnelle dans  $n$  période future (voire Fisher (1933)). Et par conséquent, la consommation future représente l'épargne présent  $S_t$  du ménage.

Pour maximiser son utilité, le ménage doit égaliser l'utilité marginale de substitution entre la consommation présente et future (Equation d'Euler) au prix relatif de la consommation présente  $1 + r_t$ . Dans cette logique, l'épargne est considérée comme un placement en capital, qui rapportera  $1 + r_t$  par rapport à un investissement (placement de l'épargne) en  $t$ . L'épargne est donc un flux qui se transforme en biens d'équipement destinés à la production. La décision de l'épargne  $S_t$  est conditionnée par le rendement futur de l'investissement *i.e.* productivité marginale du capital anticipée (Voire modèle 1.1 et 1.2 en annexe).

#### **1.2. La théorie des fonds prêtables**

La théorie des fonds prêtables vise à expliquer la confrontation entre l'épargne  $S_t$  et l'investissement  $I_t$  et rendre le modèle néoclassique encore plus réaliste. Cette théorie suppose l'existence d'un marché de fonds, où se confrontent l'offre et la demande de fonds prêtables et se détermine le niveau du taux d'intérêt.

Selon Sargent (1969), le marché des fonds prêté est composé des demandeurs de fonds (demande d'investissement) et des offreurs de fonds (offre d'épargne), et qu'il

existe trois types de taux d'intérêt : le taux d'intérêt nominal  $i_t$  qui représente le rendement nominal d'une obligation sur le marché<sup>2</sup>, puis le taux d'intérêt du marché  $r_t^m$  qui n'est autre que le taux nominal ajusté de l'inflation. Ce taux est responsable de l'équilibre entre l'épargne  $S_t$  et l'investissement  $I_t$  (*i.e.* le taux d'intérêt réel *ex post*<sup>3</sup>). Et finalement le taux d'intérêt de plein emploi  $r_t$ , identique au taux d'intérêt du *modèle 1.2*, appelé autrement le taux naturel de Wicksell (*i.e.* le taux d'intérêt réel *ex ante* (voir *Wicksell(1898)*)).

*Le modèle*

$$I_t = I(r_t^m, \Delta y_t) \quad \frac{\partial I_t}{\partial r_t^m} < 0, \quad \frac{\partial I_t}{\partial \Delta y_t} > 0$$

$$S_t = S(r_t^m, y_t) \quad \frac{\partial S_t}{\partial r_t^m} > 0, \quad \frac{\partial S_t}{\partial y_t} > 0$$

La condition de l'équilibre du plein emploi est l'égalité *ex ante* entre l'épargne et l'investissement. Le taux naturel est la solution de cette équation. Soit  $E_t$  l'excès de la demande des fonds prêtables sur le marché

$$E_t = I_t - S_t = 0 \Leftrightarrow E_t(r_t^m, \Delta y_t, y_t) = 0$$

A l'équilibre, la solution s'écrit (*voir démonstration en annexe*) :

$$r_t = f(\Delta y_t, y_t) \quad \frac{\partial f}{\partial \Delta y_t} > 0, \quad \frac{\partial f}{\partial y_t} < 0$$

Le *modèle 1.3* nous montre qu'une augmentation du taux de croissance de la production  $\Delta y_t$  incite les agents à demander plus de fonds prêtables pour créer de nouveaux investissements, poussant ainsi le taux d'intérêt d'équilibre (taux d'intérêt *ex ante*) à augmenter. Parallèlement, une augmentation du niveau de la production engendre une augmentation du volume de l'épargne, ce qui entraîne une diminution du taux d'intérêt d'équilibre.

La théorie des fonds prêtables offre une explication de la façon par laquelle se détermine le taux d'intérêt de long terme sur le marché financier et les mécanismes de réalisation de l'équilibre entre l'investissement et l'épargne. Néanmoins cette théorie ne nous permet pas d'introduire des actifs de différentes maturités et les primes susceptible d'influencer les taux longs. En effet, le développement du marché financier et du marché monétaire a produit une multiplicité de types de fonds avec différents taux d'intérêt selon leurs durées de vie, d'où la nécessité d'introduire d'autres facteurs explicatifs de la détermination du taux d'intérêt.

---

<sup>2</sup> Le taux nominal est calculé par l'équation de Fisher (1933)

$(1 + i_t) = (1 + r_t)(1 + E_t \pi_{t+1}) \approx r_t = i_t - E_t \pi_{t+1}$ .

<sup>3</sup> le taux d'intérêt *ex post*, est le taux nominal moins l'inflation observée  $r_t^m = i_t - \pi_t$ , alors que le taux d'intérêt réel *ex ante* égal au taux nominal moins l'inflation anticipée  $r_t = i_t - E_t \pi_{t+1}$  (Bénassy-Quéré et al. 1998)

### 1.3. Le taux d'intérêt réel et taux nominal

Fisher (1933) a distingué entre deux taux d'intérêt, le taux réel et le taux nominal. Cette distinction est justifiée en cas de présence de l'inflation et de l'instabilité de la masse monétaire. Les décisions des agents sont faites sur la base du taux d'intérêt réel, qui remplit toujours la même fonction : un prix relatif de la consommation présente  $(1 + r)^n$ , et selon la théorie quantitative de la monnaie, une augmentation de la masse monétaire de 1% produit une hausse des prix de 1%, de ce fait, et pour Fisher, le taux nominal  $i_t$  est la somme du taux d'intérêt réel  $r_t$  et  $E_t\pi_{t+1}$  le taux d'inflation anticipé moyen sur les  $t$  périodes futur.

*Relation de Fisher*

$$(1 + i_t)^n = (1 + r_t)^n(1 + E_t\pi_{t+1})^n \Leftrightarrow (1 + i) = \sqrt[n]{(1 + r_t)^n(1 + E_t\pi_{t+1})^n}$$

Pour  $t = 1$  on a :

$$(1 + i_t) = (1 + r_t)(1 + E_t\pi_{t+1})$$

En développant la relation :

$$i_t = r_t + E_t\pi_{t+1} + r_tE_t\pi_{t+1}$$

Si les agents anticipent une inflation moyenne nulle, le taux d'intérêt nominal sera identique au taux réel. Par contre, s'ils anticipent un taux d'inflation moyen faible, on peut dans, ce cas, négliger  $r_tE_t\pi_{t+1}$  et réécrire l'équation comme suit :  $r_t = i_t - E_t\pi_{t+1}$ . Notant que celui-ci est un taux réel *ex ante*<sup>4</sup> sans risque. Si les agents intègrent le risque dans leurs anticipations (risque de monétisation, d'inflation surprises...) l'équation deviendra  $r_t = i_t - E_t\pi_{t+1} + \varepsilon_t$ , où  $\varepsilon_t$  représente la prime de risque qui peut inclure l'ensemble des informations pouvant modifier les anticipations autre que la prime d'inflation  $E_t\pi_{t+1}$ .

### 1.4. Le modèle keynésien du taux d'intérêt

Les hypothèses du modèle keynésien du taux d'intérêt sont la rigidité nominale et la rigidité réelle *i.e.* la rigidité des prix et des salaires, qui peuvent produire un déséquilibre de court terme sur le marché des biens et le marché de travail. La deuxième hypothèse est la non neutralité de la monnaie, où les politiques monétaires peuvent avoir un effet réel sur l'activité économique.

Le taux d'intérêt est fixé sur le marché monétaire, où la demande des encaisses réelles est déterminée à partir la théorie de la préférence pour la liquidité, et l'offre de monnaie est déterminée par la banque centrale qui joue un rôle actif, et tend à réduire l'écart entre l'état de l'activité à court terme et son état stationnaire de long terme.

---

<sup>4</sup> Le taux d'intérêt réel *ex ante* égal au taux nominal moins l'inflation anticipée  $r_t = i_t - E_t\pi_{t+1}$ , alors que le taux d'intérêt *ex post*, est le taux nominal moins l'inflation observée  $r_t^m = i_t - \pi_t$  (Bénassy-Quéré et al. 1998)

#### Le modèle 1.4

Comparativement au *modèle 1.2*, et pour introduire la préférence pour la liquidité, le ménage représentatif doit maximiser son utilité procurée par la consommation  $C_t$ , le loisir  $l_t = 1 - n_t$  et la détention des encaisses réelles  $\frac{M_t}{P_t}$ ,  $P_t$  étant le niveau des prix des biens. En introduisant la monnaie dans le modèle, toutes les variables seront exprimées en valeurs nominales<sup>5</sup>.

$$\max_{c_t, n_t, b_{t+1}, M_t} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left( \frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \psi \frac{N_t^{1+\eta}}{1+\eta} + \theta \log \left( \frac{M_t}{P_t} \right) \right)$$

Sous contrainte :

$$P_t C_t + (B_{t+1} - B_t) + (M_t - M_{t-1}) = W_t N_t + \Pi_t + i_{t-1} B_t$$

Contrairement au *modèle 1.2*, Le ménage reçoit un salaire et un profit nominal notés respectivement  $W_t N_t$  et  $\Pi_t$ , et un intérêt sur le placement des bons  $i_{t-1} B_t$ , avec  $i_t$  le taux d'intérêt nominal et  $B_t$  la valeur nominale des bons.

Après optimisation, les conditions optimales :

$$\psi N_t^\eta = C_t^{-\sigma} w_t \quad (4.1)$$

$$\frac{C_t^{-\sigma}}{\beta E_t C_{t+1}^{-\sigma}} = E_t (1 + i_t) \left( \frac{P_t}{P_{t+1}} \right) \quad (4.2)$$

$$\frac{C_t^\sigma}{\theta \left( \frac{M_t}{P_t} \right)} = \frac{i_t}{(1 + i_t)} \quad (4.3)$$

L'équation (4.2) représente le taux marginal de substitution entre la consommation  $C_t$  et la consommation future  $C_{t+1}$ , le prix relatif de la consommation inter-temporelle est égale à  $(1 + i_t) \beta E_t \left( \frac{P_t}{P_{t+1}} \right)$ , avec  $\frac{P_t}{P_{t+1}}$  le niveau général des prix anticipé *i.e.* l'inflation anticipée. On définit l'inflation  $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$ , l'équation (4.2) peut-être réécrite en terme d'inflation :

$$\frac{C_t^{-\sigma}}{\beta E_t C_{t+1}^{-\sigma}} = E_t \frac{(1 + i_t)}{(1 + \pi_{t+1})}$$

Sous l'hypothèse de flexibilité des prix et la neutralité de la monnaie, l'équation (4.2) sera identique à l'équation d'Euler du *modèle 1.2*, car  $E_t \frac{(1+i_t)}{(1+\pi_{t+1})} = (1 + r_t)$ . L'équation (4.3) représente le taux marginal de substitution entre la consommation  $C_t$  et la détention d'encaisses réelles  $\frac{M_t}{P_t}$  à l'instant  $t$ . En effet, le ménage préfère détenir de la

<sup>5</sup> Les variables exprimés en nominale sont notées en majuscule alors que les variables réelles sont notées en minuscule.

liquidité quand il pense que la détention des encaisses réelles  $\frac{M_t}{P_t}$  est plus rentable que la détention des titres d'où le prix relatif  $\frac{i_t}{(1+i_t)}$ , qui désigne le rapport entre le taux d'intérêt à l'instant  $t$  et le prix relatif de la consommation inter-temporelle de l'équation (4.2). Le taux d'intérêt est donc, la rémunération des fonds que les épargnants exigent pour renoncer à la liquidité.

La théorie keynésienne traditionnelle stipule que la banque centrale oriente la demande en contrôlant l'offre de monnaie. En effet, les décisions du ménage conditionnées par l'équation d'Euler (4.2), seront influencées directement par les décisions de la banque centrale, où la consommation est décroissante en fonction du taux d'intérêt.

Dans l'ensemble, les deux approches néoclassique et keynésienne nous procurent une distinction entre, d'un côté, les taux longs *i.e.* le taux de marché et le taux naturel, et de l'autre côté le taux de court terme *i.e.* taux fixé par la banque centrale. Le manque au niveau de cette analyse réside dans l'absence de l'explication de la relation entre les taux courts et les taux longs. D'où le besoin de la présentation des théories de la structure par terme des taux qui nous procurent une tentative d'explication des interrelations entre ces taux.

## ***2. La structure par terme des taux d'intérêt***

La structure par terme du taux d'intérêt nous permet d'évoquer plusieurs explications de la relation entre les taux courts et les taux longs, ainsi que l'explication de la dynamique des taux par rapport au changement de la conjoncture économique. Selon Mishkin (2013), une bonne théorie de structure par terme du taux d'intérêt doit expliquer trois faits stylisés :

- Les taux d'intérêts des différentes maturités évoluent dans le même sens.
- Quand les taux courts sont faibles, les courbes de rendements ont plus de chance d'être croissantes, et ils tendent à être décroissants quand les taux courts sont élevés.
- Les courbes des rendements sont habituellement croissantes.

Parmi les théories qui expliquent la structure par terme des taux on cite la théorie des anticipations (Fisher (1933) ; Lutz (1940) ; Meiselman (1962)), la théorie de la prime de risque Hicks (1946), la théorie de segmentation de marchés Culbertson (1957) et la théorie de l'habitat préféré Modigliani et Sutch (1966).

### ***2.1. La théorie des anticipations***

Énoncée par Fisher (1933) et développée ensuite par Lutz (1940), la théorie des anticipations a été formulée dans un univers certain où la théorie des anticipations explique les taux longs comme la moyenne du taux courts courant et futurs anticipés par les agents économiques. Cette formulation s'appuyait sur les hypothèses d'efficience des

marchés financiers (les agents ont des anticipations rationnelles et sont indifférents au risque), de parfaite substituabilité des titres, d'homogénéité des anticipations des agents et finalement de celle de forte connaissance par les agents économiques de niveau futur de taux d'intérêt de court terme.

Les titres dans le modèle de Lutz dans un univers certain sont présentés par des obligations zéro-coupon, et le taux d'intérêt s'exprime par :

$$r_t^j = \frac{r_t + r_{t+1}^e + r_{t+2}^e + \dots + r_{t+(j-1)}^e}{j}$$

Et la relation liant le prix et le rendement des obligations s'exprime par :

$$p_t^j = \frac{1}{(1 + r_t^j)^j}$$

Où  $r_t^j$  représente le taux d'intérêt d'une obligation en  $t$  d'un titre de maturité  $j$ ,  $r_{t+j}^e$  représente le taux d'intérêt anticipé sur les  $j$  périodes futures, et  $p_t^j$  représente le prix d'une obligation en  $t$  de maturité  $j$ .

Puis, cette théorie a été reformulée dans un univers incertain par Meiselman (1962), où l'hypothèse d'anticipations parfaites selon laquelle *les taux réalisés ex post seront toujours égaux aux taux anticipés ex ante*, a été remise en cause et s'est devenue plus difficile à défendre dans le cadre d'un avenir incertain. La nouvelle hypothèse posée est que les modifications apportées à l'instant  $t$  sur les anticipations des taux futurs sont proportionnelles à l'écart constaté par les agents à l'instant  $t$  entre le taux courant et le taux anticipé à la période précédente (*Error Correction Model*).

La théorie des anticipations arrive à expliquer les deux premiers faits stylisés, alors qu'elle n'explique pas le troisième, où la forme de la courbe des taux devrait être décroissante. Selon la théorie des anticipations, la courbe des taux devrait être en moyenne plate et non croissante Mishkin (2013).

## 2.2. La théorie de segmentation des marchés

Culbertson (1957), a élaboré la théorie de segmentation de marchés. Ici les titres d'échéances différentes ne sont pas substituables et les marchés sont parfaitement cloisonnés. Autrement dit, l'offre et la demande de chaque segment déterminent un taux indépendamment des offres et des demandes des autres segments. La structure par terme des taux perd tout son sens du fait de l'indépendance des taux chacun d'entre eux étant déterminé indépendamment sur un compartiment de marché. La durée qui emporte la préférence des investisseurs n'est donc pas la même pour chacun d'eux. Elle dépend du segment auquel chacun opère. Les considérations de risque n'expliquent pas tout. Des restrictions à caractère institutionnel et légal peuvent aussi lier certains investisseurs à certains segments de marché.

La théorie de la segmentation des marchés stipule une indépendance entre les taux, et que les investisseurs ont généralement une préférence pour les obligations de court terme que des obligations de long terme, par conséquent les taux longs doivent être supérieurs aux taux courts, d'où la forme croissante de la courbe des taux. Par conséquent, la théorie de la segmentation des marchés n'explique que le troisième fait stylisé.

### 2.3. La théorie de la prime de risque et la théorie de l'habitat préféré

La plupart des investisseurs savent que les prévisions ne peuvent qu'être incertaines, et c'est l'une des raisons qui leurs pousse, selon la théorie de prime de risque (ou de liquidité), à avoir une préférence pour les placements de courte durée. Plus la période d'investissement est longue, plus il y a de risque d'événements imprévisibles qui peuvent compromettre la capacité de remboursement de l'émetteur du titre d'endettement. Ces facteurs empêchent les actifs à maturités différentes d'être des substituts parfaits. Substitution qui, selon les adeptes de cette théorie, *peut être rachetée moyennant le paiement d'une prime de risque*. Chose qui fait donc que la courbe des taux d'intérêt a toujours une pente positive et qu'une structure inversée des taux d'intérêt ne doit être qu'une sorte d'aberration de marché qui ne peut pas durer longtemps.

Cette théorie complète la théorie des anticipations en ajoutant une prime de risque qui peut être exprimé par :

$$r_t^j = \frac{r_t + r_{t+1}^e + r_{t+2}^e + \dots + r_{t+(j-1)}^e}{j} + l_t^j$$

Avec  $l_t^j$  la prime de risque associée à une obligation de maturité  $j$ . Cette prime est toujours croissante en fonction de la maturité des obligations.

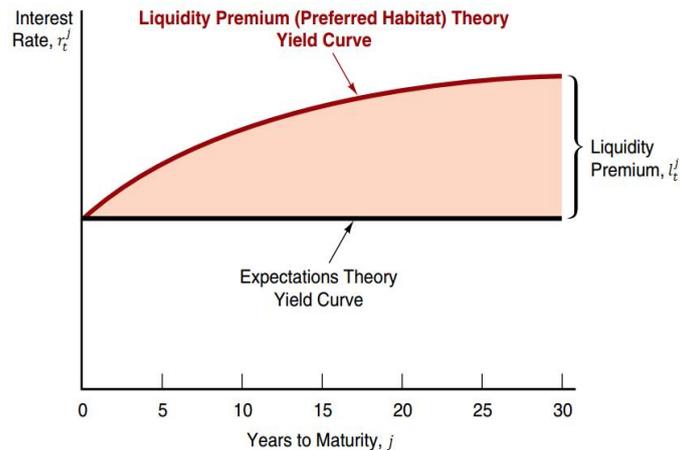
La théorie de l'habitat préféré consiste à fusionner la théorie de la prime de liquidité et de la segmentation des marchés. En effet, Modigliani et Sutch (1966) admettent que les différents acteurs de marché de capitaux ont un compartiment préféré d'intervention, dépendant le plus souvent des caractéristiques de leurs ressources. Cependant, ces agents seraient disposés à quitter leur habitat préféré en contrepartie d'une prime d'habitat incorporée dans le taux d'intérêt. Les rendements des actifs dépendront donc du taux à court terme présent, des taux courts anticipés et des primes d'habitat.

Ces deux théories nous permettent alors d'expliquer les trois faits stylisés, en admettant l'aversion pour le risque et l'incertitude sur les taux futurs d'où la prime de risque, et que la demande des obligations sur le marché est déterminée par rapport aux préférences des investisseurs aux temps, où on admet, que les investisseurs préfèrent des obligations de court terme face à des obligations de long terme. Finalement, la relation entre le compartiment (ou habitats) est assurée par des arbitrages entre les obligations de différentes maturités en fonction des anticipations des investisseurs.

---

Figure 1 : La structure par terme des taux d'intérêt

---



---

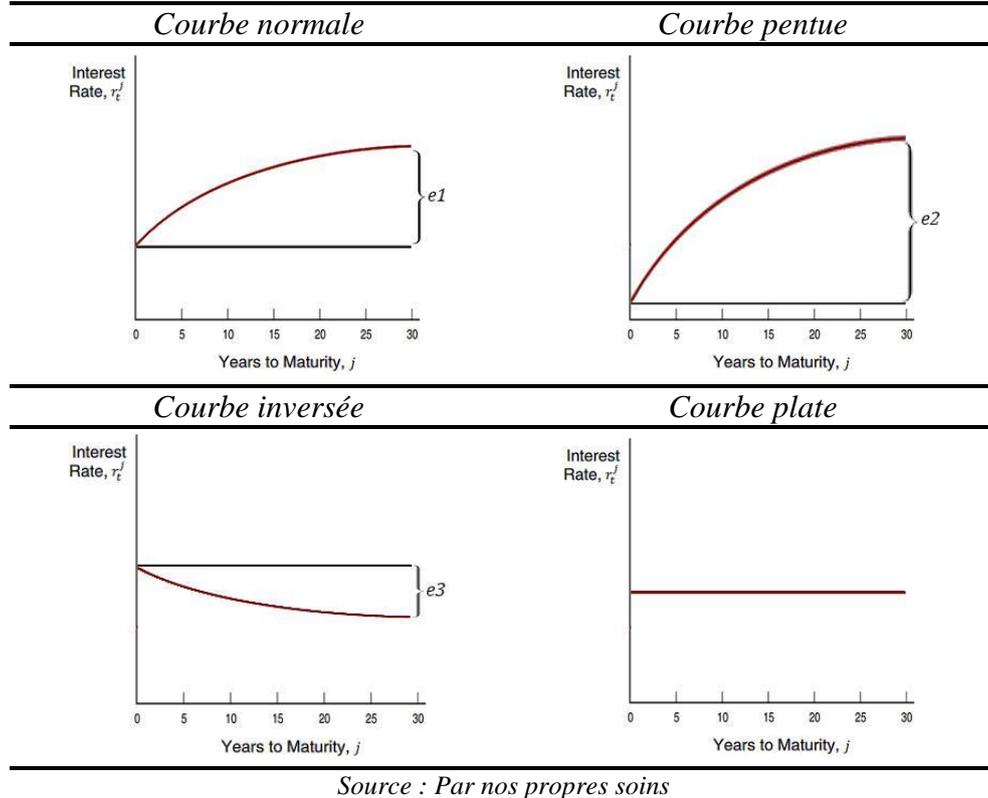
Source : Mishkin (2013)

---

#### 2.4. La structure par terme des taux et le cycle économique

À travers la revue de littérature développée sur la structure par terme des taux, l'une des caractéristiques fondamentales de cette courbe est la forme ascendante de la courbe des taux (*Liquidity Premium (Preferred Habitat) Theory Yield Curve*), cette forme est considérée comme la forme usuelle d'une structure des taux, où les taux longs sont plus élevés que les taux courts. En relief avec le cycle économique, la courbe des taux peut avoir une forme ascendante dans deux cas : la phase de reprise où l'output gap est élevé *i.e.* la production réelle est très faible par rapport à la production potentielle de l'économie, ce qui correspond à un niveau d'activité économique prometteur dans le futur avec un degré important du risque d'inflation, la courbe des taux prend une forme pentue avec un écart ( $e2$ ) entre les taux élevé (*c.f. figure 2*). La réduction de l'output gap et la stabilisation de l'économie réduit l'écart entre les taux (le *spread*), cela est expliqué par l'augmentation des taux courts et la diminution des risques inflationnistes, ainsi que la confiance que montrent les investisseurs en faveur de l'activité économique (la confiance vis à vis de la banque centrale sera discutée dans la section *La politique monétaire et le taux de long terme*). La courbe prend sa forme normale et l'écart ( $e1$ ) correspond à un risque d'inflation modéré et à la prime de l'habitat préféré.

Figure 2 : Formes de la courbe des taux



Plus les facteurs sont utilisés en pleine capacité, plus les pressions inflationnistes augmentent, ce qui pousse les autorités monétaires à augmenter les taux d'intérêt de court terme. Notant que, plus les investisseurs sont de plus en plus méfiants de l'activité économique future, ils choisissent des maturités de court terme, ce qui produit une nouvelle augmentation des taux courts et une diminution des taux longs. Ces conditions produisent une pente décroissante de la courbe des taux avec un spread négatif (e3). Face à cette situation, les autorités monétaires vont baisser leurs taux courts, jusqu'à avoir un spread nul (une forme plate de la courbe des taux), le niveau du risque est alors identique entre le court et le long terme. Le retour à la phase de reprise peut rétablir la confiance dans l'activité économique et revenir à la première phase avec une courbe plate.

Parallèlement, les décisions de la banque centrale influencent la courbe des taux à travers les anticipations des agents, la cible de l'inflation et la crédibilité de l'autorité monétaire. Ces éléments peuvent créer des facteurs susceptibles de déformer la courbe des taux. Ces facteurs vont être sujet de discussion par la suite après la présentation de la politique monétaire et la formation du taux de court terme.

### 3. La politique monétaire et le taux de long terme

#### 3.1. Règle monétaire et la structure par terme des taux

Pour faire face aux déséquilibres de court terme la théorie keynésienne a préconisé l'intervention de l'État à travers sa politique monétaire pour stimuler et relancer la

demande. En effet, la banque centrale avait le pouvoir de fixation de l'offre de monnaie sur le marché monétaire, et avec la forme décroissante de la demande de liquidité, toute diminution ou augmentation de l'offre de monnaie pourra impacter la consommation (la relation entre les équations (4.2) et (4.3)). Le cadre d'analyse keynésien des années 60 a suggéré des politiques monétaires discrétionnaires où les autorités monétaires ne bénéficiaient pas d'une autonomie vis-à-vis du gouvernement.

La crise des années 70 qui a été marquée par une stagflation, a montré la faiblesse de la politique monétaire discrétionnaire, jugée par Friedman (1960) comme source d'inflation et d'instabilité de la masse monétaire (le retour de la théorie quantitative de la monnaie). Friedman dans ce sens a préconisé des politiques non activistes à règle fixe. En effet, il a proposé que la croissance de la masse monétaire soit proportionnelle au taux de croissance de l'économie. L'autorité monétaire est donc obligée de suivre une règle qui ne réagit pas avec le changement de l'activité, et qui se contente de fixer un coefficient constant de la croissance des grandeurs monétaires.

Sous plusieurs conditions et avancés théoriques, tels que les travaux sur la préservation de la crédibilité des autorités monétaires développée par Barro et Gordon (1983), et la cohérence temporelle par Kydland et Prescott (1977), Taylor (1993) énonça de nouvelles mesures de décision synthétisées dans une règle activiste qui dépend du niveau de l'inflation et de l'output gap. De ce fait, les actions des autorités monétaires sont établies comme des réponses aux changements de l'inflation gap (l'écart entre l'inflation observée  $\pi_t$  et l'inflation cible) et de l'output gap  $x_t$  (l'écart entre le niveau d'activité observé et potentiel).

L'objectif de la politique monétaire est donc de minimiser les fluctuations, et d'ancrer les anticipations en ciblant la stabilité des prix. Suivant Galí (2008), les autorités monétaires doivent choisir un state-contingent  $\{\pi_t, x_t\}_{t=0}^{\infty}$  qui minimise :

$$\frac{1}{2} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (\pi_t^2 + \alpha_x x_t^2)$$

Sous contrainte :

$$\pi_t = \beta E_t \{\pi_{t+1}\} + \kappa x_t + \mu_t$$

La règle de Taylor (1993) :

$$i_t = r + \pi^* + \alpha(\pi_t - \pi^*) + \kappa x_t + \mu_t$$

À long terme, l'activité économique peut atteindre son équilibre de plein emploi, d'où  $x_t = 0$  (absence d'écart entre production réelle et production potentielle). Et si les autorités monétaires réussissent à atteindre le niveau cible de l'inflation  $\pi_t - \pi^*$ , le taux d'intérêt sera égal à la somme du taux réel neutre de long terme  $r$  (taux de Wicksell) et l'inflation observée  $i_t = r + \pi^*$ , d'où la condition de l'équilibre l'égalité entre le taux  $ex$

*ante* et *ex post* exposée dans l'approche néoclassique et la théorie quantitative de la monnaie.

À partir de ce développement, la politique monétaire dans la théorie keynésienne a pour objectif de minimiser les fluctuations de l'activité économique en influençant la demande à travers le taux d'intérêt de court terme. À long terme, et sous l'hypothèse de flexibilité et de neutralité de la monnaie, l'économie peut atteindre son état stationnaire où le niveau du taux court nominal sera égal au taux long réel en supposant une inflation cible de  $\pi^* = 0$ .

Le canal du taux d'intérêt est considéré comme le canal traditionnel et l'un des canaux les plus importants de la transmission de la politique monétaire selon Taylor (1995). En se basant sur le New Keynesian Model canonique, la modification du taux d'intérêt par la banque centrale pourra impacter directement la sphère réelle en modifiant les conditions de financement des investisseurs. Ce modèle se présente ainsi :

*Le modèle*

$$\tilde{Y}_t = E_t \tilde{Y}_{t+1} - \frac{1}{\sigma} (\tilde{i}_t + E_t \tilde{\pi}_{t+1}) + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\tilde{\pi}_t = \lambda \tilde{Y}_t + \beta E_t (\tilde{\pi}_{t+1}) + z_t \quad (2)$$

$$\tilde{i}_t = \rho \tilde{i}_{t-1} + (1 - \rho) [\varphi_\pi \tilde{\pi}_{t+1} + \varphi_y \tilde{Y}_t] + v_t \quad (3)$$

L'équation (3) représente la règle de Taylor (1993) avec rigidité du taux d'intérêt de court terme et inflation anticipée (Clarida *et al.* (2000)), la banque centrale fixe son taux d'intérêt  $i_t$  suite au changement du niveau de l'inflation  $\pi_{t+1}$  ou de l'activité  $y_t$  et le choc  $v_t$ . Le changement du taux  $i_t$  impact directement le niveau de l'activité  $\tilde{Y}_t$  (équation (1)) à travers le taux d'intérêt réel ( $i_t - E_t(\pi_{t+1})$ ), qui influence à son tour la production représentée par la New Keynesian Phillips Curve (équation (2)) et le niveau général des prix *i.e.* l'inflation. Or en présence de différentes maturités du taux d'intérêt, la transmission se fait par le canal de la structure par terme des taux d'intérêt (la courbe des taux ou courbe des rendements). Le niveau futur de l'activité économique ainsi que les anticipations des agents économiques représentent des variables clés dans la transmission de la politique monétaire aux taux des différentes maturités. Ainsi, le niveau, la pente et la forme de la courbe des taux peuvent changer en fonction du changement de la politique monétaire.

### **3.2. La structure par terme des taux face aux chocs de la politique monétaire**

La politique monétaire constitue un élément fondamental dans la formation des anticipations des investisseurs dans le marché. En effet, Les investisseurs fondent leurs anticipations des taux futurs sur la base du comportement de la banque centrale qui détermine le taux d'intérêt de court terme. Suivant Roley et Sellon (1995), cinq scénarios peuvent se produire en combinant la théorie des anticipations et le comportement futur de la banque centrale.

Pour développer leur modèle, Roley et Sellon (1995) suggèrent de travailler dans le cadre de la théorie des anticipations, et supposent que la politique monétaire est le seul facteur susceptible d'influencer les taux anticipés en négligeant les primes de la liquidité, de risque et d'inflation. Ils supposent également l'existence sur le marché de 4 taux pour des obligations de 4 maturités différentes : les obligations à taux court ayant une maturité d'une année (on utilisera le taux directeur dans la suite du modèle), ce taux est supposé fixé par la banque centrale, alors que les obligations de deux et trois ans sont considérées comme des taux de moyen terme, finalement, le taux des obligations de 4 ans est considéré comme taux de long terme. Ainsi, les taux d'intérêt des différentes maturités sont la moyenne des taux courts présent et futurs anticipés sur les quatre périodes.

**Scénario I :** Un taux d'intérêt de court terme stable sur les 4 prochaines années

Le premier scénario correspond à la situation où les investisseurs n'anticipent pas un changement future du comportement de la banque centrale. Autrement dit, les taux forward de court terme sont les mêmes sur les quatre prochaines années. Supposant que le taux directeur est de 4%, les taux anticipés sous la condition de la stabilité de ce taux, les taux anticipés seront égaux au taux directeur, et la courbe des taux serait plate (voir figure 3, courbe I). Exemple le taux d'intérêt de long terme est égale à :

$$r_t^4 = \frac{r_1 + r_2^e + r_3^e + r_4^e}{4} = \frac{4 + 4 + 4 + 4}{4} = 4\%$$

**Scénario II :** Anticipation du changement permanent du taux directeur

Les autorités monétaires peuvent changer leur cible du taux directeur, ce changement peut être interprété par les investisseurs comme un changement permanent de la cible du taux directeur. Cette situation implique un déplacement de la courbe des taux parallèlement à la courbe initiale. Admettant dans notre exemple que la banque centrale augmente son taux directeur à 5%, et que les investisseurs n'anticipent pas un autre changement sur les quatre années prochaines, le taux d'intérêt pour toutes les maturités sera égale à 5%, et la courbe serait plate, mais à un niveau supérieur de la courbe I (voir figure 3 courbe II).

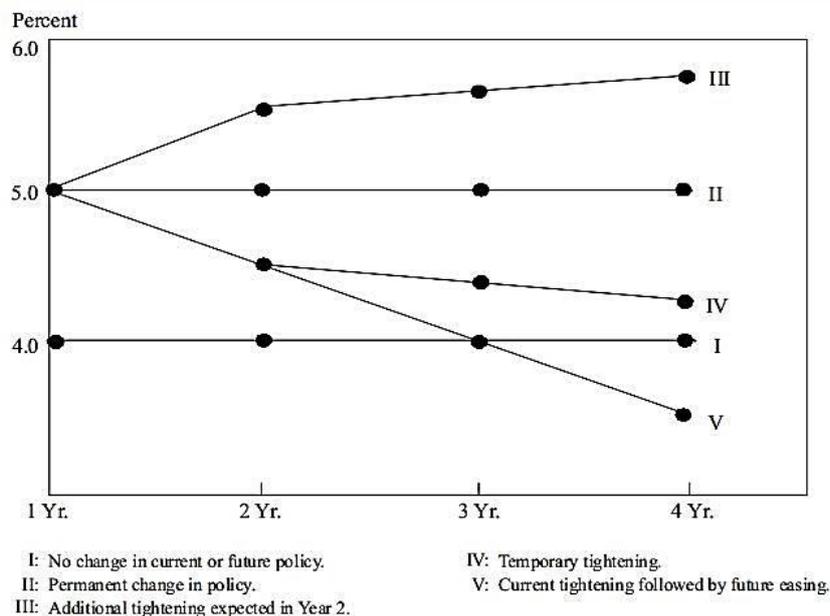
**Scénario III :** Anticipation d'une augmentation future du taux directeur

Après l'augmentation de la banque centrale de son taux directeur, les investisseurs continuent à anticiper une nouvelle augmentation pour la deuxième année et ensuite une stabilisation du taux directeur pour la troisième et la quatrième année. Dans ce cas, le taux anticipé pour les maturités de 2 à 4 années est de 6% avec un taux directeur de 5%. Comme effets de ces conditions, la courbe sera croissante (Courbe III). Exemple du taux d'intérêt des obligations d'une maturité de 3 ans :

$$r_t^3 = \frac{r_1 + r_2^e + r_3^e}{3} = \frac{5 + 6 + 6}{3} \approx 5,67\%$$

Maturités	1 an	2 ans	3 ans	4 ans
Taux forward	5	6	6	6
Taux des obligations	5	5,5	5,67	5,75

*Figure 3 : La courbe des taux face à la politique monétaire*



*Source : Roley et Sellon (1995)*

#### **Scénario IV** : anticipation du retour du taux directeur à la cible initiale

On peut imaginer un quatrième cas, où la décision de la banque centrale est interprétée par les investisseurs comme une décision temporaire. De la sorte, la première augmentation du taux directeur sera suivie par une diminution et un retour au taux directeur initial. Cela engendre une structure des taux décroissante où le taux long se rapproche au taux forward. Les taux forward et les taux de la courbe IV se présentent ainsi :

Maturités	1 an	2 ans	3 ans	4 ans
Taux forward	5	4	4	4
Taux des obligations	5	4,5	4,33	4,25

#### **Scénario V** : anticipation d'une diminution successive des taux durant toute la période

Le cinquième scénario suppose que les investisseurs anticipent une diminution successive de 1% sur les 3 années futures après une première augmentation du taux directeur durant la première année. Comme résultat, les taux de la courbe vont continuer de diminuer jusqu'à un taux inférieur au taux initial. La courbe des taux serait donc inversée (Courbe V).

Ainsi Roley et Sellon (1995) suggèrent que le niveau du taux long dépend des anticipations des investisseurs formées sur la base des politiques futures de la banque

centrale. Ces anticipations déterminent le sens que prend la courbe des taux ainsi que l'amplitude de réponse du taux long où :

- Le sens pris par la courbe des taux quand un changement de politique monétaire surgit reflète les anticipations des investisseurs de la de la politique monétaire future. Ainsi dans le cas normal, une hausse des taux courts engendrera une hausse des taux longs. Une réponse inverse montre que les investisseurs anticipent que l'action courante de la politique monétaire se renversera dans le futur ;

- L'amplitude de la réponse des taux longs dépend de la persistance anticipée de l'action de politique monétaire : si les agents économiques anticipent qu'une telle action de politique monétaire sera persistante, les taux longs exprimeront une forte réaction. Par contre si les agents économiques anticipent que l'action de politique monétaire sera temporaire, il se peut que le niveau des taux longs ne change pas voire même se renverser ;

L'importance de cette analyse réside dans le poids qu'exercent les anticipations les anticipations des agents dans la détermination des taux longs. Chose étant confirmée par Roley et Sellon (1995) dans leur étude où la réponse des taux longs aux actions de la politique monétaire se révélait plus variable que la réponse des taux courts, ceci reflète le fait que le rôle des anticipations dans la détermination des taux longs est plus important que celui joué dans la détermination des taux courts.

### ***III. Revue de la littérature empirique***

L'importance des taux d'intérêt de long terme et l'influence des taux courts sur les taux longs ont fait objet de plusieurs recherches dont l'objectif était de démystifier les interrelations qui peuvent exister entre ces deux variables. Au niveau de cette section, on va présenter quelques travaux, tout en organisant cette présentation en trois sous titres. Dans un premier titre, on présentera les travaux ayant utilisé les modèles VAR et SVAR, puis dans un second titre, on présentera les travaux ayant recourus aux modèles NKM et finalement dans un troisième titre, on présentera les travaux ayant utilisés d'autres méthodes empiriques pour l'analyse de la problématique.

#### ***1. Les résultats des modèles VAR et SVAR***

Berument et Froyen (2006) ont examiné les effets de la politique monétaire sur les taux d'intérêt longs aux États Unis en examinant la période allant de Janvier 1975 à Aout 2002. Cette période a été répartit en deux sous périodes : période avant 1979 et celle après 1979 où il y avait passage vers un autre régime de politique monétaire (celui de ciblage d'inflation). Le but était principalement de tester l'hypothèse qui stipule qu'un degré élevé de ciblage d'inflation exercé par la Fed a affaiblie la réponse des taux longs aux chocs du taux de réserves fédérales. Effectivement, un choc positif de la politique monétaire (hausse de 1% du taux des réserves fédérales) conduit à une augmentation très faible et à durée très courte suivie par un mouvement du taux long dans le sens opposé, surtout pour la période qui commence de 1987 (politique de ciblage d'inflation à haut

degré). Le résultat de Berument et Froyen (2006) ne s'est pas arrêté sur ce point, les deux auteurs après obtention des résultats ont effectué une comparaison avec les travaux de la littérature, ils ont remarqué l'existence d'un conflit au niveau des résultats trouvés. Ce fait revient principalement à la période étudiée et la méthodologie utilisée qui diffèrent d'un travail à l'autre. Dans le même sens, Berument et Froyen (2009) analysent la même problématique avec la même décomposition des périodes, en se basant cette fois sur deux approches : une approche VAR et une approche basée sur les fonctions de réaction. Les résultats des travaux empiriques analysés par Berument et Froyen (2009) et obtenus à partir des deux approches utilisées pour la période avant 1979 convergent, et même chose pour la période allant de 1979 à 1987. Cependant pour la période après 1987, l'analyse des travaux a montré une divergence au niveau des résultats, qui peut être expliquée par les méthodes qui diffèrent d'un auteur à l'autre, et selon que les chocs de politique monétaire sont anticipés ou non. Bonga-Bonga (2009), a expliqué le sens de variation des taux longs par rapport aux chocs de la politique monétaire, de l'offre et de la demande en identifiant un modèle VAR Structurel. Il a montré que les taux courts et les taux longs varient dans le même sens dans le cas de choc de demande alors qu'ils varient dans le sens inverse dans le cas de choc d'offre positif. Plus explicitement, quand un choc de demande frappe l'économie, un accroissement du taux d'intérêt court pousse les investisseurs via le mécanisme des anticipations à prévoir un niveau élevé des taux courts dans les périodes antérieures d'où un accroissement des taux courts futurs anticipés et par conséquent un accroissement des taux longs. Ce travail a montré que la politique monétaire en Afrique du sud peut modifier le niveau des taux longs en jouant sur les taux courts. Ang *et al.* (2011), étudiaient la problématique du point de vue changement de la politique monétaire en utilisant un VAR pour le cas des États-Unis sur la période 1952-2007. Plus précisément, ils essayaient de voir l'impact d'un changement de politique monétaire sur la dynamique de la structure par terme des taux. Le résultat confirme une grande sensibilité des taux longs par rapport à un changement de coefficient d'inflation du fait qu'un tel changement expose les prix des bons à des risques inflationnistes et macroéconomiques futurs.

## ***2. Les résultats des New Keynesian Models***

La nécessité de l'intégration de la structure par terme des taux dans le New Keynesian Model est motivée par plusieurs raisons. La première raison relève de la structure du modèle, en effet, le NKM canonique néglige les interrelations qui peuvent se produire dans un environnement où coexistent plusieurs taux d'intérêt avec différentes maturités. Deuxièmement, le taux d'intérêt pris en considération dans le modèle correspond au taux d'intérêt de la banque centrale de court terme, alors que le taux qui demeure plus important dans l'orientation de la demande d'investissement est le taux de long terme. D'autant plus que la structure par terme peut fournir des informations sur l'influence de la banque centrale sur le marché financier et l'efficacité du canal monétaire dans la transmission de sa politique, ainsi que des informations sur l'activité économique et le niveau de l'inflation anticipée par les agents.

Rudebusch et Wu (2004) présentent un « macro-finance model » en combinant les modèles affines de la structure par terme des taux (voir Duffie et Kan (1996) ; Duffie (2002) ; Smith et Taylor (2009) sur les modèles affines de la structure des taux) et le New Keynesian Model canonique. Rudebusch et Wu concluent que la structure par terme joue un rôle fondamental dans la détermination de la politique monétaire, d'où la nécessité de la prise en considération de la sphère financière dans les NKM. Wu (2006) propose une application empirique d'un macro-finance model à la Rudebusch et Wu, dans lequel Wu (2006) examine la sensibilité de la structure par terme face à des chocs exogènes de la politique monétaire. Les estimations et les simulations effectuées par Wu conduisent à deux résultats : la pente de la structure des taux peut être expliquée par les chocs exogènes de la politique monétaire, et le niveau de la structure peut être relié aux chocs technologiques. L'importance des résultats de Wu réside dans la distinction entre les chocs endogènes/exogènes dans la détermination de la pente et du niveau de la courbe des rendements, ce qui nous informe sur l'effectivité de la politique monétaire et l'impact qu'elle pourra engendrer sur les taux de long terme. Cependant, l'introduction des modèles affines de la structure par terme des taux au niveau des deux papiers de Rudebusch et Wu (2004) et Wu (2006) n'avait pas des fondements microéconomiques. Bekaert *et al.* (2010) présentent un programme de dérivation d'un NKM avec une structure par terme endogène reliée à l'équation IS du modèle. Le modèle Bekaert *et al.* (2010) implique que la prime de terme ne varie pas dans le temps, et que les taux longs sont formés conformément à la théorie des anticipations. Les résultats de Bekaert *et al.* (2010) sont compatibles avec ceux trouvés par Wu (2006), où ils confirment que les chocs de la politique monétaire dominent les variations de la pente de la courbe, alors que son niveau est impacté par les chocs du ciblage de l'inflation.

Suivant les travaux de Bekaert *et al.* (2010), María-Dolores et Vázquez (2008) développent et estiment un NKM standard augmenté de la structure par terme. En effet, María-Dolores et Vázquez proposent d'analyser la structure par terme à travers l'écart entre le taux court et le taux long. Le spread dérivé est le résultat d'une combinaison entre deux équations IS avec deux taux d'intérêts de maturités différentes.

$$(\tilde{i}_t^{10} - \tilde{i}_t) = \sigma(E_t \tilde{Y}_{t+10} - E_t \tilde{Y}_{t+1}) + E_t(\tilde{\pi}_{t+10} - \tilde{\pi}_t) + \sigma(\varepsilon_t^{10} - \varepsilon_t) \quad (1)$$

$$\tilde{\pi}_t = \frac{(1-\phi)(1-\phi\beta)}{\phi}(\sigma + \eta)\tilde{Y}_t + \beta E_t(\tilde{\pi}_{t+1}) + z_t \quad (2)$$

$$\tilde{i}_t = \rho\tilde{i}_{t-1} + (1 - \rho)[\varphi_\pi\tilde{\pi}_{t+1} + \varphi_y\tilde{Y}_t + \varphi_i(\tilde{i}_t^{10} - \tilde{i}_t)] + v_t \quad (3)$$

L'objectif de María-Dolores et Vázquez (2008) et María-Dolores *et al.* (2013) en introduisant le spread dans la règle de politique monétaire, est d'évaluer le rôle des informations tirées du marché financier à travers l'écart des taux. Les auteurs ont trouvé que le coefficient lié au spread est significatif mais réduit, ceci signifie que les autorités monétaires de la zone euro répondent faiblement à la composante informationnelle tirée du marché financier, mais pas indépendamment à celui-ci.

### **3. Résultats d'autres méthodes**

Mishkin et Estrella (1997) ont utilisé un modèle de régression pour évaluer les variations du spread (l'écart entre le taux long et le taux court, rapproché par le taux des bonds de trésor à maturité 10 ans et ceux à maturité 3 mois) suite aux modifications de la politique monétaire dans le cas des États Unies, et quatre pays de l'union européen<sup>6</sup>, sur la période 1973-1995. Les résultats montrent que la politique monétaire est l'un des déterminants importants de la structure par terme des taux. Les auteurs ont confirmé que la banque centrale influence les taux longs par sa politique, et que plus la banque centrale est crédible, plus le spread sera réduit. Gurkaynak *et al.* (2005), de leur tour, ont démontré que les taux longs sont sensibles aux chocs macroéconomiques et aux chocs de la politique monétaire mesurés par les taux futurs des réserves fédérales. Ces auteurs ont expliqués cette sensibilité des taux longs aux changements macroéconomiques par le changement des anticipations, tirant ainsi comme principale implication pour la conduite de la politique monétaire, un engagement sur un niveau explicite d'inflation cible pour rendre la politique monétaire plus crédible et donc pour aider à stabiliser les taux longs et les anticipations d'inflation. Cette question de stabilisation des taux longs faisait sujette d'étude avant par Ayuso *et al.* (1994), qui l'en avaient traité de point de vue volatilité des taux courts en utilisant un modèle ARCH exponentiel. Ces auteurs ont étudié la transmission de la volatilité des taux d'intérêt tout au long de la courbe des taux pour le Royaume Unie, l'Allemagne, la France et l'Espagne. Le résultat pour le cas du Royaume Unis, la France ainsi que l'Espagne rejoint celui tiré par Gurkaynak *et al.* (2005), où la volatilité des taux courts se transmet effectivement aux taux longs. Cependant, pour le cas de l'Allemagne, le résultat était contradictoire où les signes de la variance conditionnelles étaient rarement significativement différents de zéro. L'explication est donnée par le fait que les marchés interbancaires de différentes maturités sont segmentés.

Larraín (2005) a mené une analyse dans le même sens pour le cas de la Chili à travers un modèle de régression sur la période aout 2002 à juin 2005 en se basant sur des données journalières. Sur son papier, l'auteur distingue entre deux types de réponses à savoir les réponses du taux long nominal et du taux long réel. Le résultat affirme l'existence d'une relation positive et significative du taux long nominal face à un choc de politique monétaire, effet qui n'apparaît pas sur le taux long réel. Ceci rejoint la conclusion de Gurkaynak *et al.* (2005) selon laquelle, le changement dans le taux long à la suite d'un choc de politique monétaire est causé par le changement des anticipations d'inflation, d'où la nécessité d'un ancrage des anticipations pour garder la stabilité des taux longs.

## **IV. Test empirique**

### **1. Contexte macroéconomique et taux d'intérêt au Maroc**

Depuis sa création, Bank Al-Maghrib a connu plusieurs phases de mutations. La phase qui a marqué profondément le développement de cette institution est celle de sa

---

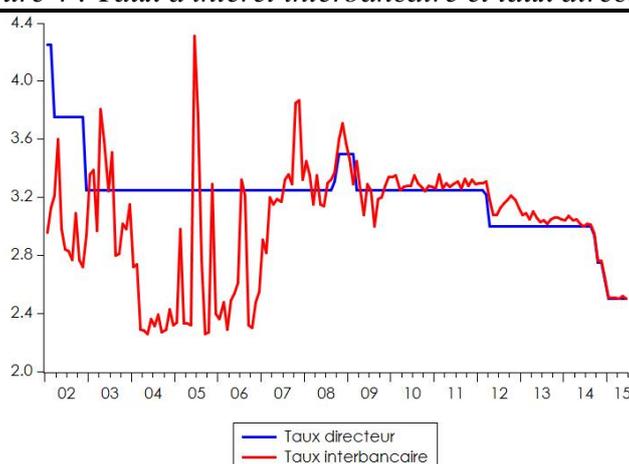
<sup>6</sup> La France, L'Italie, L'Allemagne et la Grande Bretagne.

libéralisation pendant les années 80 sous l'influence des tendances libérales et les mutations de l'économie nationale suite au programme d'ajustement structurel appliqué en 1983. On peut scinder le développement de Bank Al-Maghrib en trois périodes : la phase de répression financière, la phase de libéralisation financière et la phase d'indépendance institutionnelle (Ouchchikh 2013 ; Akaaboune (2009)).

À partir de 1995, la banque centrale a changé sa stratégie en matière d'intervention, qui a passée d'un mode d'intervention direct à des interventions indirectes à travers l'injection et le retrait de la liquidité (Akaaboune, 2009), tout en fixant le taux interbancaire comme objectif opérationnel. Il s'agit du début du passage d'une politique à base monétaire à une politique à base de taux d'intérêt.

Pendant cette période, les taux d'intérêt ont été élevés, et ne permettaient pas la transformation de l'épargne nationale en investissement productif. Face à ce problème, les autorités monétaires ont procédé à une diminution progressive du taux directeur, qui a passé de 7% en 1995 à 5% en 1999, pour enfin arriver 2,5% début 2016.

*Figure 4 : Taux d'intérêt interbancaire et taux directeur*



*Donnée mensuelles de 2002M01-2015M6*

*Source des données : Bank Al-Maghrib*

Les opérations de privatisation entamées par le Maroc au début des années 2000, notamment la cession de 35% du capital de Maroc Telecom en 2001 et 80% du capital de la Régie des tabacs en 2003 et la hausse des transferts des MRE, ont produit une situation d'abondance de liquidité sur le marché monétaire. Situation qui a engendré une déconnexion du taux interbancaire et du taux directeur, où la banque centrale a maintenu son taux de 3.25% sur toute la période 2003 – mis 2008, alors que le taux interbancaire a fluctué sur une moyenne de 2.3% (avec un taux minimum sur la période de 2.26% et un écart-type de 1,21%). À partir de 2007, le manque structurel de liquidité a inversé la situation, où le taux interbancaire a dépassé le taux directeur, chose qui a permis à la banque centrale une maîtrise du taux interbancaire, qui, à partir de 2009, a pu suivre la tendance du taux directeur.

Sur le plan institutionnel, le débat sur l'indépendance, la crédibilité et la clarté des objectifs de Bank Al-Maghrib a continué jusqu'à 2006, où la banque centrale bénéficiait

d'un nouveau cadre institutionnel. L'indépendance de la banque centrale vis-à-vis du gouvernement permettra aux acteurs de fonder leurs anticipations dans un environnement où la stabilité des prix est garantie par la banque centrale. La déclaration du gouverneur de Bank Al-Maghrib du 4 mars 2006 lors d'une conférence de presse s'intègre dans ce sens où dit-il : « Parce que si nous stabilisons les prix, s'il n'y a pas d'inflation, tout un chacun, qu'il soit l'investisseur, l'épargnant, l'opérateur économique, peut faire ses calculs et ses anticipations sans avoir à être sous la menace de l'inflation qui peut véritablement remettre en cause toutes les projections. C'est notre contribution fondamentale, elle est clairement définie et le texte nous a donné l'indépendance totale de le faire ».

Dans la même ligne de réformes, le marché des adjudications des bons de trésors a été créé pour l'amélioration des conditions de financement du trésor, mais aussi pour mobiliser les ressources internes et créer ensuite un marché liquide et attractif. Depuis sa création en 1989, le marché des adjudications a connu une progression remarquable, où l'encours de la dette interne en 1993 représentait environ 35% de la dette de trésor avec un montant de 77 milliard de dirham contre 145 milliard de la dette extérieur. Cette situation s'est renversée depuis 1998, où la dette interne comme externe représentait la même part dans l'encours de trésor. Aujourd'hui, le marché de la dette interne demeure la source principale du financement de trésor, où le volume de la dette interne représente 76% de la dette de trésor pour un montant de 445 milliard de dirham, où 97% de cette dette est émise presque exclusivement sur le marché d'adjudication (Bchir 2014).

Figure 5 : Encours de la dette intérieure et extérieure du trésor en 1993

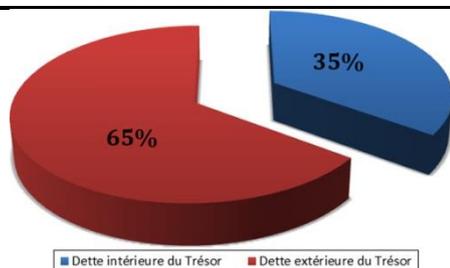
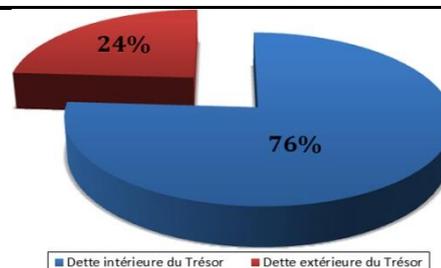


Figure 6 : Encours de la dette intérieure et extérieure du trésor en 2014



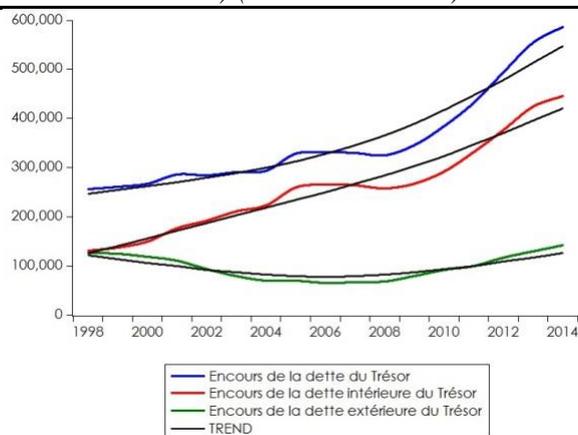
Source : données de la Direction du Trésor et des Finances Extérieures

Le développement du marché des adjudications des bons de trésor a été accompagné de plusieurs réformes et ce, après l'adoption de la loi bancaire de 1995 dans l'objectif de suivre les réformes structurelles du marché des capitaux au Maroc. Pour ce faire, et après la création du marché primaire des bons de trésor en 1989, et la suppression des émissions obligataire administrées en 1991, les principales réformes ont porté sur la création du marché secondaire des bons de trésor en 1996 pour assurer la liquidité des titres, et la mise en place d'un réseau des Intermédiaire en Valeurs du Trésor (IVT) pour animer le marché. Du côté des titres, ceux-ci ont été standardisés pour des valeurs unitaires de 100 000DH et émis sur différents compartiments en fonction d'une ligne maturités qui va de 13 semaines à 30 ans.

Ces réformes ont contribué à l'apparition d'un marché secondaire des bons de trésor attractif et liquide, et qui offre au trésor les meilleures conditions de financement.

Cela est démontré par l'allure qu'a prise l'encours de la dette intérieure par rapport à la dette extérieure, où cette dernière a resté stable sur la période 1998-2014 avec un taux de croissance annuel moyen de 0,7% contre un taux de croissance annuel moyen de 7,5% pour la dette interne sur ladite période.

*Figure 7 : Évolution de l'encours de la dette du Trésor (1998-2014) (En millions DH)*



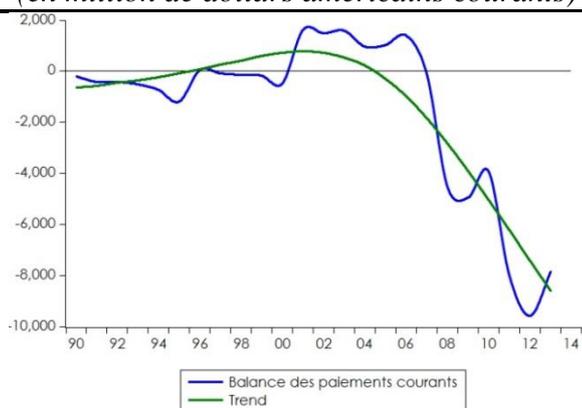
*Source : Données de la DTFE  
Fréquence annuelle, Mise à jour le 31 mars 2015*

Il faut noter qu'à partir de 2007, l'encours de la dette intérieure a connu une légère régression par rapport à sa tendance, vu le recours du trésor à plusieurs émissions de titre sur le marché international. Ces émissions sont dues à la situation macroéconomique difficile qu'a traversée le Maroc depuis 2008 où le déficit budgétaire, le déficit de la balance des paiements et la dégradation des avoirs extérieurs nets sont les titres repères des déséquilibres macroéconomiques sur la période 2008-2012.

À partir de 2008 le solde budgétaire a affiché des chiffres négatifs où il a atteint une situation alarmante en 2012 avec un déficit de 7,252% du PIB. Cette situation est due principalement à l'augmentation des dépenses de la caisse de compensation engendrée par l'alourdissement de la facture énergétique où le prix du pétrole a touché les 117 USD le baril, et aussi l'augmentation des dépenses de personnel à travers laquelle le gouvernement a visé de dynamiser la demande intérieure.

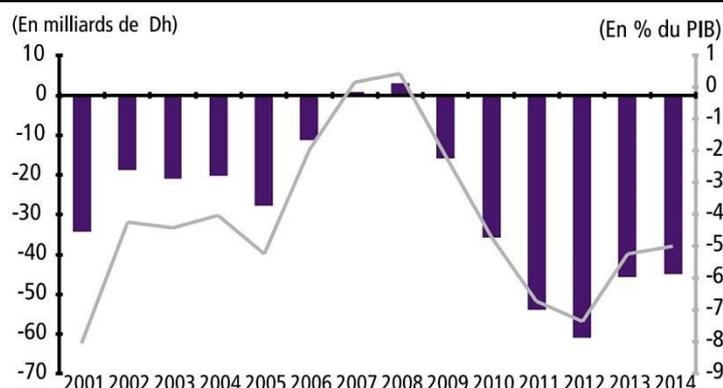
Au niveau de la balance des paiements, à partir de 2007, le déficit du compte courant a atteint une valeur de 9571.268 million d'USD en 2012. Une dégradation due particulièrement à l'augmentation du prix de pétrole et du prix des céréales. Par conséquent, le Maroc est devenu menacé de la pénurie des réserves de change et de la non soutenabilité de la dette publique (Agénor, El Aynaoui 2015).

Figure 8 : Balance des paiements courants  
(en million de dollars américains courants)



Source : Données de la Banque Mondiale  
Fréquence annuelle, Mise à jour le 02 mai 2016

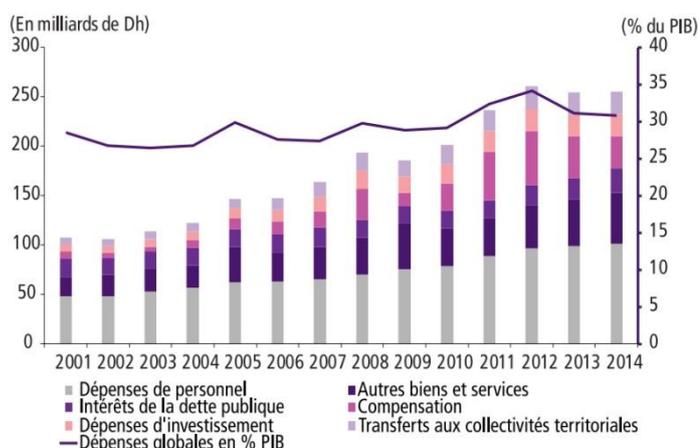
Figure 9 : Évolution du solde budgétaire



Source : Rapport de Bank Al-Maghrib (2014)

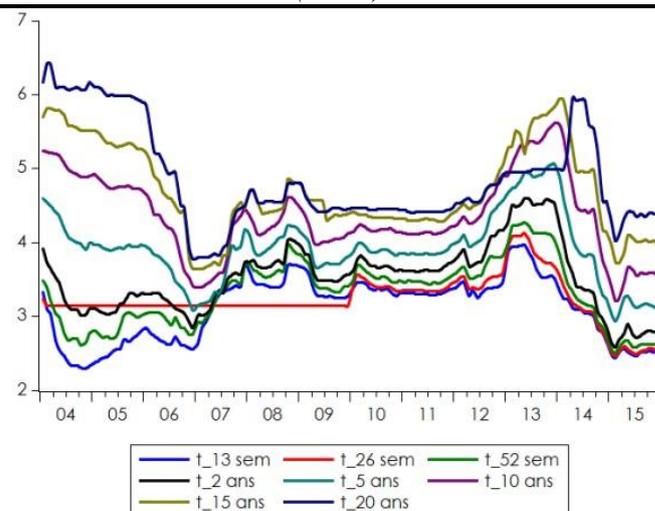
Le début de l'année 2013 a été marqué par une sensible amélioration du niveau de l'activité économique et des équilibres macroéconomiques. Où le taux de croissance a enregistré un taux de 4,4%, dû principalement aux bonnes conditions climatiques qui ont attribué à l'évolution de la valeur ajoutée agricole à un taux de 19%. De même, la balance du compte courant a affiché un recule de 18%, une amélioration due principalement à l'augmentation des exportations du secteur de l'automobile et des revenus du tourisme. De côté des finances publiques, l'indexation des prix du pétrole a impacté positivement les dépenses de compensation qui ont connu un reflux de 3 point de pourcentage, en passant de 6,5% en 2012 à 3,5% en 2014, de même la masse salariale a connu une stabilité à hauteur de 11% du PIB. Ces conditions ont contribué à l'amélioration du déficit budgétaire, qui a affiché une régression de près de 2 point de PIB pour atteindre les -5,15% du PIB en 2014 contre -7,252% du PIB en 2012. Et selon les estimations de la FMI<sup>7</sup>, le déficit budgétaire peu atteindre les 3% en 2017.

Figure 10 : Évolution des dépenses globales du Trésor



Source : Rapport de Bank Al-Maghrib (2014)

Figure 11 : Évolution des taux des bons de trésor (en %)

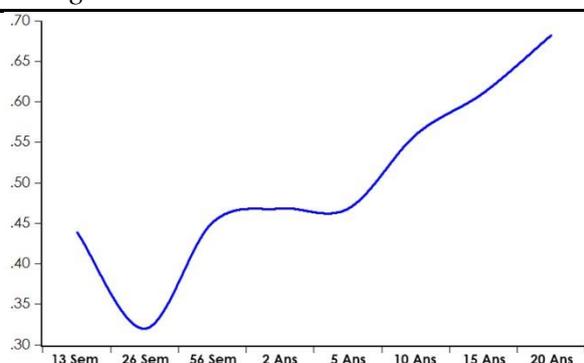


Source : Données de Bank Al-Maghrib

<sup>7</sup> International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, April 2016

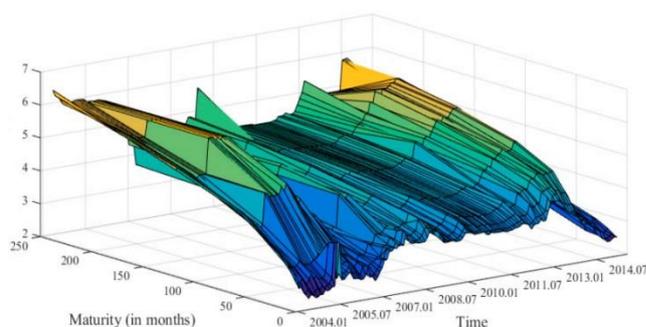
Le marché financier dans son ensemble a été fortement influencé par cette conjoncture macroéconomique difficile qu'a traversée le Maroc sur la période 2008-2015. Le marché adjudicataire ne fait pas exception de cette situation, où les taux d'intérêt ont connu une forte volatilité, et la courbe des taux a pris plusieurs formes. La figure 12 montre la forte volatilité des taux mesurée par l'écart-type sur la période 2004-2015. La courbe sur la figure 12 prend une forme croissante, ce qui contredit le fait stylisé relevé par Mishkin (2013), qui stipule que les taux courts sont plus volatiles que les taux longs. Ce constat peut être expliqué par la méfiance des investisseurs vis-à-vis du climat économique et politique. Le premier est marqué par la crise internationale de 2007, la crise de la dette souveraine de 2011, et le déséquilibre macroéconomique qu'a traversé le Maroc durant cette période. Alors que le climat politique a été marqué par les révolutions au niveau de la région, et une instabilité interne notamment avec l'adoption d'une nouvelle constitution et l'élection d'un nouveau gouvernement en 2011.

Figure 12 : Volatilité des taux des BDT



Source : Élaboré par nos soins, Bank Al-Maghrib

Figure 13 : La courbe des taux (2004-2015)



Source : Ahokossi et al. (2016)

L'examen de la courbe des taux montre que celle-ci a pris plusieurs formes qu'on peut scinder en trois types :

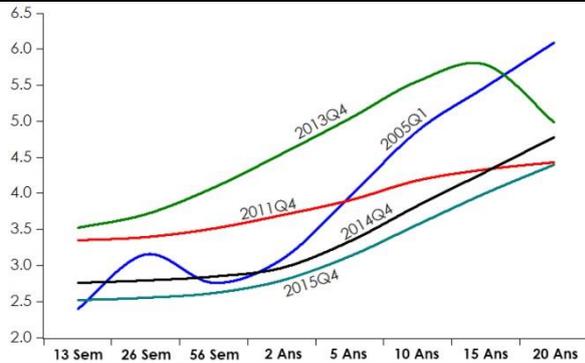
- 2004-2007 : Une courbe pentue où les taux courts étaient très bas vue l'excédent de liquidité discutée auparavant, et des taux d'intérêt longs élevés traduisant un risque d'inflation élevé.

- 2007-2012 : Une courbe normale avec une augmentation des taux courts au-dessus du taux directeur. Une augmentation due principalement au besoin structurel de liquidité, et une diminution des taux longs qui traduit la confiance des investisseurs vis-à-vis Bank Al-Maghrib suite à l'adoption de son nouveau statut et au renforcement de son indépendance. Le niveau faible et stable de l'inflation explique notamment cette baisse des taux long.

- 2012-2014 : Une courbe croissante avec une déformation au niveau de la courbure où la courbe a pris une sorte de convexité. cette période coïncide avec les efforts réalisés par le gouvernement pour rétablir les équilibres macroéconomiques. Effectivement, une amélioration au niveau des équilibres macroéconomiques a été observée à partir de 2013. Les attentes pessimistes des investisseurs vus le niveau de déficit et le risque de souveraineté élevé, se sont traduites par une augmentation de l'ensemble des taux d'intérêt sur le marché adjudicataire. Cette situation s'est aggravée par le recours du

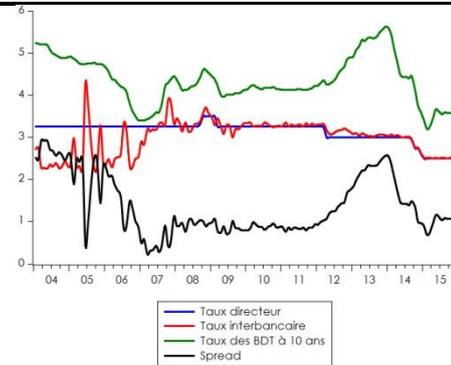
trésor au marché adjudicataire pour assurer son financement, et plus particulièrement son recours à des bons de trésor d'une maturité longue ayant créé une sorte de pression sur ce compartiment. Les taux de 10 et 15 ans ont subi une forte augmentation par rapport aux taux de 20 et 30 ans, ce qui a créé une sorte de déformation qui s'est apparu au niveau de la forme de la courbe.

Figure 14 : Les formes de la courbe des taux



Source des données : Bank Al-Maghrib

Figure 15 : Évolution du spread (en %)



Source : Bank Al-Maghrib  
Fréquence mensuelle.

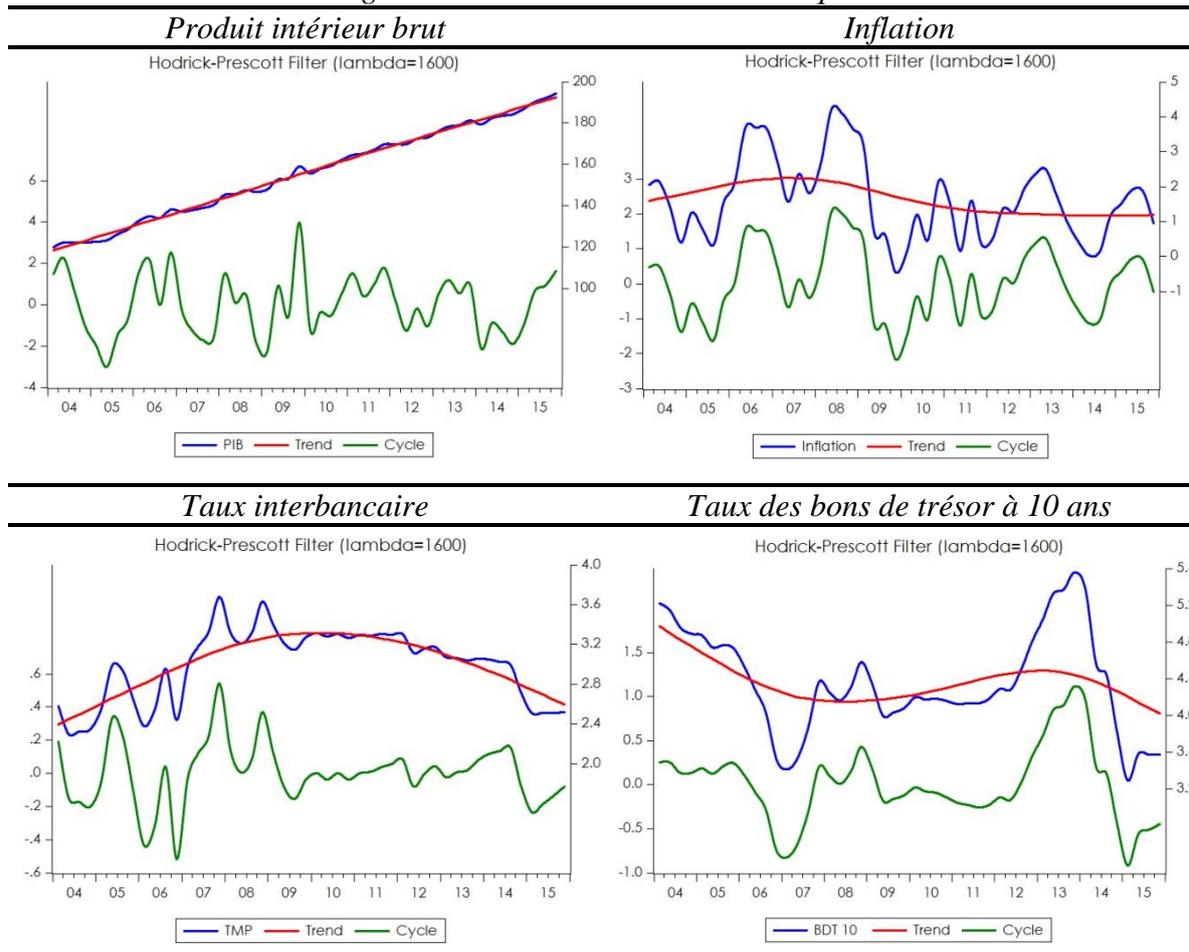
Dès le début de 2014, les taux ont connu une nouvelle phase de diminution, principalement après deux interventions de Bank Al-Maghrib en réduisant le taux directeur à un taux de 2.5% fin 2015. Il faut noter que le taux directeur a été revu à la baisse pour atteindre 2.25% en mars 2016 dans le but de faire face au ralentissement de la demande intérieure et le risque de déflation.

## 2. Les données

Les variables utilisées pour l'estimation du modèle VAR et du NKM portent sur les données trimestrielles de l'output gap, l'inflation, le taux des bons de trésor à 10 ans et le taux interbancaire sur la période 2004Q1-2015Q4<sup>8</sup>. La définition et l'évolution de ces variables est présentée ci-après.

<sup>8</sup> Les données du Produit Intérieur Brut pour l'année 2015 sont calculées sur la base du taux de glissement annuel en % publié par le HCP dans les *Note d'information* trimestrielles.

*Figures 16 : Données macroéconomiques*



*Source des données : IMF (PIB), BAM (Inflation, TDB à 10ans et Taux interbancaire)*

*Taux d'intérêt interbancaire et taux directeur*

Depuis 1996 le taux interbancaire constitue la cible opérationnelle de Bank Al-Maghrib (Lahlou, 2010). Il est le résultat de la confrontation entre l'offre et la demande de fonds sur le marché monétaire, la volatilité de ce taux reste en moyenne proche du taux des avances à 7 jours sur appel d'offres, considéré comme les opérations principales de BAM (taux directeur).

*Output gap*

L'output gap représente l'écart entre la production réelle et la production potentielle. Il est calculé par le logarithme du rapport de la production effective et la production potentielle. Vu que cette dernière est une variable non observable, ses méthodes d'estimation ne trouvent pas une unanimité entre les chercheurs. Sur ce mémoire, la production potentielle sera rapprochée par la tendance calculée sur la base du filtre HP (Hodrick-Prescott). La formule de l'output gap est égale à :

$$Output\ gap = \text{Log} \left( \frac{PIB\ réel}{PIB\ potentielle} \right) \times 100$$

### *L'inflation courante*

L'inflation courante est calculée par la variation annuelle de l'indice des prix à la consommation. La stabilité des prix représente l'objectif final de Bank Al-Maghrib, ce qui implique que toutes les actions de BAM sur le taux directeur ont pour objectif la maîtrise de cette variable. Or depuis le début des années 2000, l'inflation a enregistré une moyenne proche de 1.5%.

### *Taux des bons de trésor à 10 ans*

Nous définissons dans ce mémoire le taux d'intérêt de long terme comme le taux d'intérêt des bons du trésor d'une maturité de 10ans. Ce choix d'approximation est justifié par la qualité des mémoires émis, la liquidité du marché secondaire et l'absence de risque de défaillance sur l'État. Sous ces conditions, les taux du marché adjudicataire servent de référence pour l'ensemble des autres compartiments du marché des capitaux. Ainsi que le volume de la dette pour des maturités de 10 ans représente en moyenne 23% du total de la dette intérieure, et 42% de la dette intérieure de long terme.

## **3. Le modèle**

Suivant Maria-Dolores et Vazquez (2008), notre modèle se basera sur un NKM canonique (voir Woodford (2003) ; Gali (2008) et Sims (2015)) augmenté de la structure par terme des taux. Ce modèle va nous permettre d'analyser l'impact de la politique monétaire sur le taux d'intérêt de long terme, approché par le taux des bons de trésor de 10 ans. Ainsi que la transmission de la politique monétaire aux variables macroéconomique, à savoir, l'inflation calculée sur la base de l'Indice des Prix à la Consommation (IPC), et l'output gap qui représente l'écart entre la production réelle et la production potentielle. Le taux moyen pondéré du marché interbancaire est considéré comme l'instrument de la politique monétaire vu que le taux directeur ne montre pas une variabilité sur la période considérée.

### **3.1. Dérivation de la courbe IS**

Le ménage représentatif a pour objectif de maximiser son utilité inter-temporelle composée de la consommation et du loisir. Cela implique, que son revenu tiré de son travail  $N_t$  soit affecté à la consommation  $C_t$  ou le placement de son épargne sous forme de bons de court ou de long terme  $B_{t+j}^j$ , avec  $j$  la maturité des bons  $B_t$ , en fonction du taux d'intérêt  $i_{t-j}^j$  et du niveau d'inflation anticipé  $\pi_{t+j}$ . La fonction d'utilité inter-temporelle du ménage se présente comme suit :

$$\max_{C_t, N_t, B_{t+j}^j} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left( \frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \psi \frac{N_t^{1+\eta}}{1+\eta} \right)$$

$E_0$  : l'opérateur de l'espérance à l'instant 0,  $\beta$  : Le facteur d'actualisation,  $C_t$  : La consommation,  $N_t$  : Nombre d'heures de travail,  $\sigma$  : l'inverse de l'élasticité intertemporelle de substitution de la consommation,  $\eta$  : l'inverse de l'élasticité de l'offre de travail.

La contrainte budgétaire de du ménage s'écrit ainsi :

$$P_t C_t + \sum_{j=1}^n (B_{t+j}^j - B_t^j) = W_t N_t + \Pi_t - P_t T_t + \sum_{j=1}^n i_{t-j}^j B_{t+j}^j$$

$P_t$  : le niveau général des prix,  $B_t^j$  : les bons de trésor de  $j$  maturité,  $W_t$  : salaire nominal,  $N_t$  : nombre d'heures de travail,  $\Pi_t$  : les dividendes reçus des firmes,  $T_t$  : impôt forfaitaire,  $i_t^j$  : taux d'intérêt pour des bons de  $j$  maturités.

Après calcul du lagrangien (Voir annexe 1.1, Modèle 1.4), les conditions optimales sont présentées ainsi :

$$\psi N_t^\eta = C_t^{-\sigma} w_t$$

$$C_t^{-\sigma} = E_t \beta C_{t+j}^{-\sigma} (1 + i_t^j) \left( \frac{P_t}{P_{t+1}} \right)$$

Pour exprimer l'équation d'Euler s'écrit en fonction du taux d'intérêt et de l'inflation, on définit l'inflation comme  $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1$ . L'équation d'Euler s'écrit :

$$C_t^{-\sigma} = E_t \beta C_{t+j}^{-\sigma} (1 + i_t^j) (1 + \pi_{t+j})^{-1}$$

À l'équilibre, et après la log-linéarisation de l'équation d'Euler au tour de l'état stationnaire, l'équation IS peut être ré-exprimée en fonction du niveau de l'activité anticipée  $\tilde{Y}_t$  i.e. l'output gap anticipé, des taux d'intérêt nominaux  $\tilde{i}_t^j$  de  $j$  maturité et de l'inflation anticipée  $\tilde{\pi}_{t+j}$  des  $j$  périodes futures. Suivant la théorie de la prime de risque, on peut introduire une prime  $\varepsilon_t^j$  qui dépend de la maturité des bons  $j$ . L'équation IS s'écrit :

$$\tilde{Y}_t = E_t \tilde{Y}_{t+j} - \frac{1}{\sigma} (\tilde{i}_t^j - E_t \tilde{\pi}_{t+j}) + \varepsilon_t^j$$

Comme notre objectif est d'analyser l'impact de la politique monétaire sur les taux longs, on peut définir  $j$  pour deux maturités différentes,  $j = 1$  pour le taux court, qui peut être rapproché par le taux moyen pondéré du marché monétaire, et  $j = 10$  pour le taux long qui peut être rapproché par le taux des bons de trésor d'une maturité de 10 ans. Cette définition de taux nous donne deux équations IS avec deux taux différents :

Pour le taux d'intérêt de court terme  $j = 1$  :

$$\tilde{Y}_t = E_t \tilde{Y}_{t+1} - \frac{1}{\sigma} (\tilde{i}_t - E_t \tilde{\pi}_{t+1}) + \varepsilon_t$$

Pour le taux d'intérêt de long terme  $j = 10$  :

$$\tilde{i}_t^{10} = \sigma (E_t \tilde{Y}_{t+10} - \tilde{Y}_t) - E_t \tilde{\pi}_{t+10} + \sigma \varepsilon_t^{10}$$

### 3.2. Dérivation du New Keynesian Phillips Curve

The New Keynesian Phillips Curve représente le bloc d'offre dans le NKM. Cette équation met en évidence la relation entre l'inflation, le coût marginal des entreprises, et le niveau de l'inflation anticipée. En effet, Si la demande adressée aux entreprises est élevée, les entreprises vont augmenter les salaires versés afin d'embaucher plus ou inciter les salariés à travailler davantage, ce qui augmente le coût marginal, faisant pression sur des prix et générant l'inflation. De même, les anticipations des agents après l'augmentation des salaires vont influencer positivement l'inflation anticipée et par conséquent l'inflation courante.

Cette équation est dérivée du comportement des producteurs du bien final et des producteurs des biens intermédiaires, qui opèrent dans deux marchés distincts. Le marché des biens finaux est supposé être un marché de concurrence pure et parfaite, alors que le marché des biens intermédiaires, est supposé être un marché de concurrence monopolistique.

#### 3.2.1. Le comportement des producteurs du bien final

Les firmes produisant le bien final sont représentées par l'agrégation en élasticité de substitution constante des firmes des biens intermédiaires  $Y_t(j)$ . En effet, ces producteurs sont représentés par un continuum de  $j$  producteurs sur l'intervalle  $[0, 1]$ . Le marché où opèrent ces firmes est un marché de concurrence pure et parfaite. Soit  $Y_t$  l'offre de produit final sur le marché, la fonction d'agrégation est représentée comme suit :

$$Y_t = \left( \int_0^1 Y_t(j)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} dj \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}}$$

Les firmes produisant le bien final cherchent à maximiser leurs profits représentés par l'équation :

$$\max_{Y_t(j)} P_t \left( \int_0^1 Y_t(j)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} dj \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} - \int_0^1 P_t(j) Y_t(j) dj$$

Après optimisation, la demande agrégée des firmes du produit final en bien intermédiaire est définie par :

$$Y_t(j) = \left( \frac{P_t(j)}{P_t} \right)^{-\epsilon} Y_t$$

Avec  $P_t$  l'indice des prix défini par l'intégral :

$$P_t(j) = \left( \int_0^1 P_t(j)^{1-\epsilon} dj \right)$$

### 3.2.2. *Le comportement des producteurs du bien intermédiaire*

Les producteurs des produits intermédiaires utilisent des inputs afin de produire des biens non semblables  $Y_t(j)$ . On suppose que la production dépend uniquement du facteur travail  $N_t$  et du niveau de technologie  $A_t$  supposé identique pour toutes les firmes, cette fonction prend la forme :

$$Y_t(j) = A_t N_t(j)$$

L'objectif de la firme du produit intermédiaire est de minimiser son coût (le salaire versé) sous contrainte de la production qui doit satisfaire la demande des firmes de produits finaux, soit :

$$\min_{N_t(j)} W_t N_t(j)$$

Sous contrainte :

$$A_t(j) N_t(j) \geq \left( \frac{P_t(j)}{P_t} \right)^{-\epsilon} Y_t$$

Le lagrangien de ce programme s'écrit :

$$L = -W_t N_t(j) + \varphi_t(j) \left( A_t N_t(j) - \left( \frac{P_t(j)}{P_t} \right)^{-\epsilon} Y_t \right)$$

Après la dérivation partielle du lagrangien par rapport à  $N_t$  nous avons :

$$\frac{\partial L}{\partial N_t(j)} = 0 \Leftrightarrow W_t = \varphi(j) A_t$$

On obtient finalement la formule du coût marginal nominal :

$$\varphi_t = \frac{W_t}{A_t}$$

Le coût marginal  $\varphi$  est identique pour toutes les firmes ainsi que la productivité et le salaire (absence de frictions sur le marché de travail). Or une augmentation de la productivité conduit à la baisse du coût marginal. Et comme les firmes des produits intermédiaires opèrent dans un marché de concurrence monopolistique, à court terme ces firmes peuvent maximiser leurs profit qui égal à :

$$\Pi_t(j) = \frac{P_t(j)}{P_t} Y_t(j) - \frac{W_t}{P_t} N_t(j)$$

Avec l'expression du coût marginal nominal  $W_t = \varphi A_t$ , on peut récrire la fonction du profit comme suit :

$$\Pi_t(j) = \frac{P_t(j)}{P_t} Y_t(j) - mc_t Y_t(j)$$

Comme nous sommes dans un marché de concurrence monopolistique, les firmes exercent un pouvoir sur les prix. La maximisation de ce profit se fait donc par le biais du prix. On parle à ce niveau de la fixation du prix ou « Price Setting ». Plusieurs mécanismes de fixation de prix ont été développés dans le cadre du New Keynesian Model comme la rigidité à la Taylor (1979), Rotemberg (1981) et la rigidité à la Calvo (1983). Le mécanisme adopté sur ce mémoire est celui de Calvo (1983). L'idée sur laquelle se base ce mécanisme est que seulement une fraction des firmes qui ré-optimise ses prix, alors que le reste des firmes ne ré-optimisent pas leurs prix. De ce fait, on désigne par  $\phi$ , la probabilité que la firme ne change pas son prix. D'où le nouveau facteur d'escompte qui tient compte de cette rigidité. L'expression du profit à maximiser peut se réécrire de la forme suivante.

$$\max_{P_t(j)} E_t \sum_{s=0}^{\infty} (\beta\phi)^s \frac{u'(C_{t+s})}{u'(C_t)} \left( \frac{P_t(j)}{P_{t+s}} \right)^{-\epsilon} Y_{t+s} - mc_{t+s} \left( \frac{P_t(j)}{P_{t+s}} \right)^{-\epsilon} Y_{t+s}$$

Après la résolution du problème des producteurs des biens intermédiaires, et la log linéarisation autour de l'état stationnaire<sup>9</sup>, l'expression de la courbe du NKPC peut être exprimée comme suit :

$$\tilde{\pi}_t = \frac{(1-\phi)(1-\phi\beta)}{\phi} (\sigma + \eta) \tilde{Y}_t + \beta E_t(\tilde{\pi}_{t+1}) + z_t$$

### 3.2.3. Comportement de la banque centrale

Le comportement de la banque centrale est modélisé à travers une règle monétaire de type Taylor-dynamique. Cette équation relie le taux d'intérêt nominal de court terme au taux d'inflation, au niveau de l'activité réelle et à l'écart entre les taux de court et de long terme.

$$\tilde{r}_t = \rho \tilde{r}_{t-1} + (1-\rho) [\varphi_\pi \tilde{\pi}_{t+1} + \varphi_y \tilde{Y}_t] + v_t$$

Avec  $\rho$  : le paramètre de lissage du taux d'intérêt,  $\tilde{\pi}_{t+1}$  : l'inflation anticipée,  $\tilde{Y}_t$  : l'output gap,  $v_t$  : le choc du taux d'intérêt reflétant la dimension non systématique de la politique monétaire (Lahlou 2015).  $\varphi_\pi, \varphi_y$  : les orientations de la politique monétaire afin

<sup>9</sup> Voir Sims (2015), Gali (2008) pour plus de détail sur la dérivation du NKPC.

de stabiliser l'inflation et l'activité économique. Les quatre équations du NKM log linéarisées s'écrivent comme suit :

$$\tilde{Y}_t = E_t \tilde{Y}_{t+1} - \frac{1}{\sigma} (\tilde{i}_t + E_t \tilde{\pi}_{t+1}) + \varepsilon_t \quad (1)$$

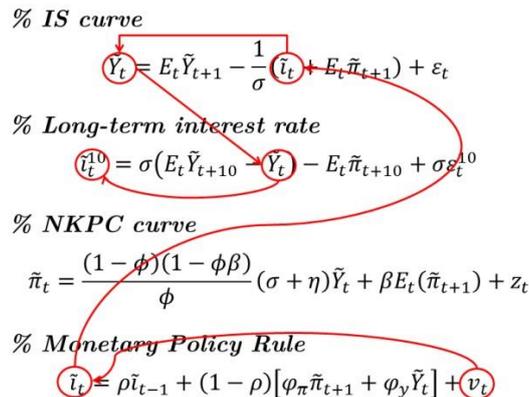
$$\tilde{i}_t^{10} = \sigma (E_t \tilde{Y}_{t+10} - \tilde{Y}_t) - E_t \tilde{\pi}_{t+10} + \sigma \varepsilon_t^{10} \quad (2)$$

$$\tilde{\pi}_t = \frac{(1-\phi)(1-\phi\beta)}{\phi} (\sigma + \eta) \tilde{Y}_t + \beta E_t (\tilde{\pi}_{t+1}) + z_t \quad (3)$$

$$\tilde{i}_t = \rho \tilde{i}_{t-1} + (1 - \rho) [\varphi_\pi \tilde{\pi}_{t+1} + \varphi_y \tilde{Y}_t] + v_t \quad (4)$$

L'équation (1) représente l'équation IS, l'équation (2) représente l'équation du taux d'intérêt de long terme qui dépend de l'écart entre le niveau de l'activité anticipée sur 10 ans et le niveau courant de l'activité issus de la courbe IS. L'équation (3) représente le bloc d'offre du modèle, où l'inflation est liée à son niveau anticipé et au niveau courant de l'activité. L'équation (4) représente la règle de Taylor-Dynamique qui associe le taux d'intérêt de court terme à l'ensemble des variables du modèle, contrairement à María-Dolores et Vázquez (2008) et María-Dolores *et al.* (2013), nous n'introduisons pas le spread dans la règle de Taylor-Dynamique, pour des raisons d'identification du modèle. Pour estimer le modèle avec le spread, il faut recourir à la méthode GMM ou à l'inférence indirecte, et ce conformément à la méthodologie de María-Dolores et Vázquez (2008). Notant que la non intégration du spread dans notre modèle ne va pas impacter notre analyse, où notre objectif est de mesurer l'impact d'un choc de la politique monétaire sur les variables de notre modèle, et plus précisément sur le taux d'intérêt de long terme.

La relation entre le taux de court terme et le taux de long terme dans notre modèle est assurée par la courbe IS, où un choc de politique monétaire  $v_t$  impact le niveau de l'activité  $\tilde{Y}_t$  à travers le taux directeur  $\tilde{i}_t$ . Le taux d'intérêt de long terme  $\tilde{i}_t^{10}$  est impacté par ce choc, qui –le taux long– augmente suite à l'augmentation du taux directeur de la banque centrale, et inversement. Ce mécanisme se réalise à travers la modification de l'écart entre le niveau de l'activité anticipée sur 10 ans et le niveau courant ( $E_t \tilde{Y}_{t+10} - \tilde{Y}_t$ ). Cela peut être traduit schématiquement :



Le modèle est estimé à l'aide de l'estimation bayésienne avec 800 000 itérations, en utilisant le logiciel Dynare/Matlab<sup>10</sup>. Les aprioris du modèle sont issus de la littérature empiriques, notamment ceux de Lahlou (2015) et Loukili et Echcharfi (2015), de la littérature. Les résultats des estimations du modèle ainsi que les valeurs à priori sont présentées dans le tableau suivant<sup>11</sup> :

<i>New Keynesian Model estimated parameters</i>						
	<i>prior mean</i>	<i>post. mean</i>	<i>90% HPD interval</i>		<i>prior</i>	<i>pstdev</i>
<i>sigma</i>	0.200	0.0526	0.0087	0.0920	<i>beta</i>	0.1000
<i>beta</i>	0.400	0.4059	0.2410	0.5696	<i>beta</i>	0.1000
<i>theta</i>	0.100	0.1025	0.0853	0.1197	<i>beta</i>	0.0100
<i>eta</i>	0.010	-0.0058	-0.0319	0.0183	<i>norm</i>	0.0100
<i>rho</i>	0.500	0.3299	0.0559	0.5709	<i>beta</i>	0.2500
<i>phi_pi</i>	1.500	1.1314	0.6235	1.6022	<i>gamma</i>	0.2500
<i>phi_y</i>	0.500	0.6916	0.5300	0.8528	<i>norm</i>	0.1000
<i>rho_b</i>	0.500	0.1175	0.0017	0.2315	<i>beta</i>	0.2500
<i>rho_bl</i>	0.500	0.4832	0.3454	0.6160	<i>beta</i>	0.1000
<i>rho_p</i>	0.100	0.0489	0.0089	0.0883	<i>beta</i>	0.0500
<i>rho_r</i>	0.650	0.3780	0.2113	0.6211	<i>beta</i>	0.0700

L'estimation du NKM sera complétée par une estimation d'un modèle VAR, dont l'objectif est d'analyser la convergence des résultats. Les variables utilisées dans l'estimation du modèle VAR sont les mêmes que celles utilisées dans le NKM, à savoir le taux interbancaire, l'inflation, le taux des bons de trésor de 10 ans et l'output gap, soit :  $X_t = [Tpgap, inf, TMP, BDT]$ , le modèle VAR s'écrit comme :

$$X_t = C + \sum_{k=1}^p B_k X_{t-k} + \varepsilon_t$$

Avec  $C$  le vecteur  $[4 \times 1]$  des constantes,  $B_k$  la matrice  $[n \times n]$  des paramètres du modèle,  $p$  le nombre de retard optimal, et  $\varepsilon_t$  le vecteur des innovations *i.i.d.*. Pour l'identification des chocs, on utilisera l'ordre d'exogénéité proposé par Maria-Dolores et Vazquez (2008) à savoir  $X_t = [TMP, inf, BDT, Opgap]$ <sup>12</sup>. Contrairement aux modèles traditionnels de l'analyse des mécanismes de transmission de la politique monétaire qui considèrent l'instrument de la politique monétaire (approximé par le TMP du marché interbancaire) comme une variable exogène, on va supposer que cet instrument est une variable endogène dans notre modèle. En effet, cette décision est basée sur le fait que la politique monétaire prend en considération le changement qui surgit au niveau des autres variables macroéconomiques. D'autant plus que l'objet de ce modèle est l'évaluation du

<sup>10</sup> La version du logiciel Dynare est V. 4.4.3, ainsi que le code Dynare est disponible en annexe.

<sup>11</sup> Nous n'allons pas interpréter les résultats de l'estimation des paramètres, l'intérêt que nous portons à cette estimation s'appuie sur l'analyse des réponses impulsionnelles et la décomposition des chocs.

<sup>12</sup> TMP : Taux moyen pondéré du marché interbancaire, inf : Inflation, BDT : Bons de trésor de 10 ans, Opgap : Output gap.

choc de la politique monétaire en comparant les réponses impulsionnelles des deux modèles VAR et NKM, ce dernier suppose que le taux d'intérêt est une variable endogène, alors qu'un choc exogène ne reflète que la dimension non systématique de la politique monétaire. Le test de *Dickey-Fuller Augmenté* et de *Phillips-Perron*, montrent que les variables [*TMP, inf, BDT*] sont stationnaires en première différence, alors que [*Opgap*] est stationnaire en niveau. La figure 23 dans l'annexe IV montre l'évolution des variables stationnaires en fréquences trimestrielles utilisées dans les estimations sur la période [2004Q1 – 2015Q4]. Le nombre de retards optimal  $p$  du modèle est choisi sur la base de critère d'information *Akaike information criterion* (Voir Annexe IV), suivant ce critère le retard choisi est de l'ordre de 1. Après estimation du modèle, le test de racine unitaire montre que le modèle VAR est stationnaire, en effet, l'inverse des racines du polynôme caractéristique du modèle se trouve dans le cercle unitaire. De même, le test de l'autocorrélation des erreurs montre que les innovations sont non corrélées (Voir Annexe IV). Par conséquent, les modèles estimés (NKM et VAR) peuvent nous produire des résultats robustes, qui peuvent nous servir à mieux comprendre la politique monétaire et son influence sur le taux d'intérêt de long terme.

#### **4. Discussion des résultats**

Les résultats du New Keynesian Model montrent que la banque centrale oriente sa politique vers la stabilisation des prix, de l'output gap et du spread, avec une préférence à l'inflation qui demeure son objectif final. En effet, le coefficient associé à l'inflation gap (l'écart entre l'inflation observée et l'inflation cible) est de *1.1314*, un coefficient largement supérieur à celui associé à l'output gap qui égale à *0.6916*.

##### **4.1. Réponses impulsionnelles**

L'analyse de la fonction des réponses impulsionnelles est l'un des outils les plus utilisées dans l'analyse de la propagation des chocs. En effet, une réponse impulsionnelle se réfère à la réaction d'un système dynamique en réponse à un changement externe. Dans ce qui va suivre on analysera simultanément les réponses impulsionnelles des deux modèles NKM et VAR, suite à un choc de politique monétaire sur le taux interbancaire (TMP). La figure 16 et 17 *Impulse Responses to a positive Shock in the monetary policy* nous présente les réponses des quatre variables des modèles [*TMP, inf, BDT, Opgap*].

L'examen des réponses impulsionnelles du modèle NKM et du modèle VAR (figure 16, 17) montrent qu'un choc d'un point d'écart-type (One Standard Deviation) au niveau du taux court exerce un effet significatif sur les quatre variables étudiées.

Les résultats du NKM (figure 16) montrent qu'un choc d'un point d'écart-type (One Standard Deviation) au niveau du taux d'intérêt de court terme (taux interbancaire), engendre une diminution instantanée de l'inflation et de l'output gap de 0.4 et 1.5 point respectivement. Le modèle VAR (figure 17) montre des résultats comparables avec ceux du NKM, avec des différences au niveau du degré et du délai des réponses. Où le degré de la réaction l'output gap demeure plus faible que celui du NKM avec une diminution de 0.4 point. La réponse de l'inflation reste très proche de celle du NKM, où elle diminue

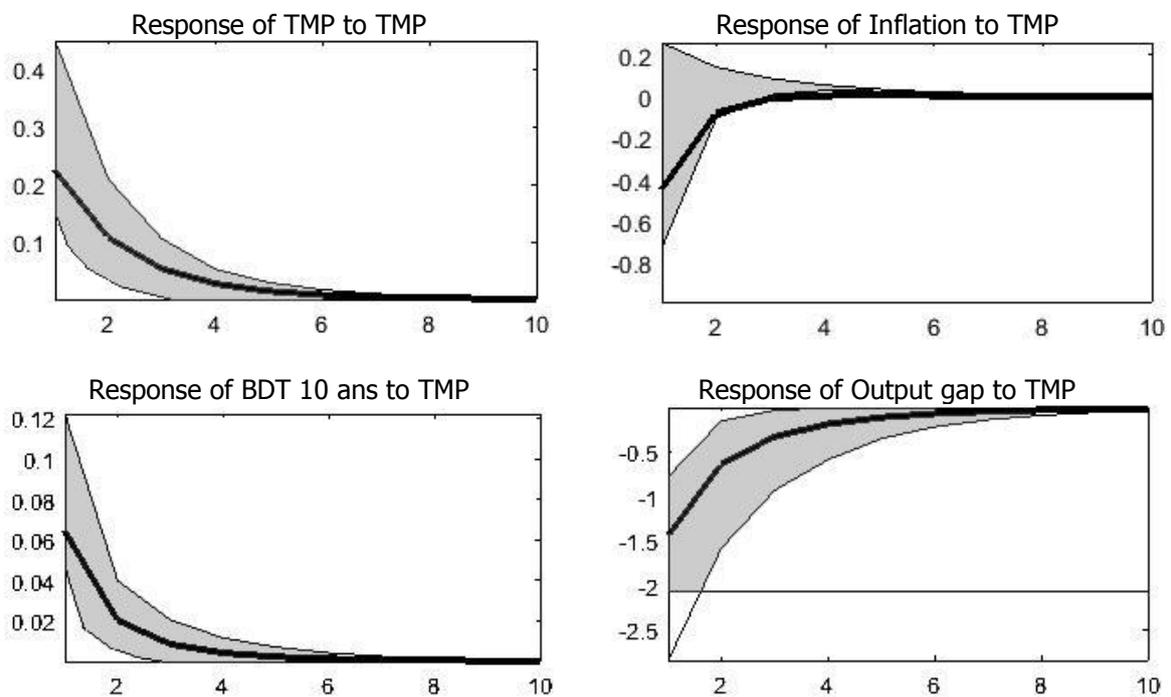
instantanément avec 0.2 point. Ces deux variables retrouvent leurs états stationnaires après le cinquième trimestre.

Au niveau des taux d'intérêt, le taux des bons de trésor de 10 ans enregistre une réponse positive suite au choc du taux interbancaire. Les résultats des deux modèles sont presque identiques, où l'augmentation du taux long enregistrée est aux environs de 0.07 points de pourcentage au niveau du NKM, et de 0.1 au niveau du VAR, suite à l'augmentation du taux court qui atteint 0.2 point au niveau des deux modèles. Ce sens de variation laisse accepter l'hypothèse d'existence d'un effet de la politique monétaire sur les taux longs.

---

*Figures 17 : Impulse Responses to a positive Shock in the monetary policy (NKM)*

---

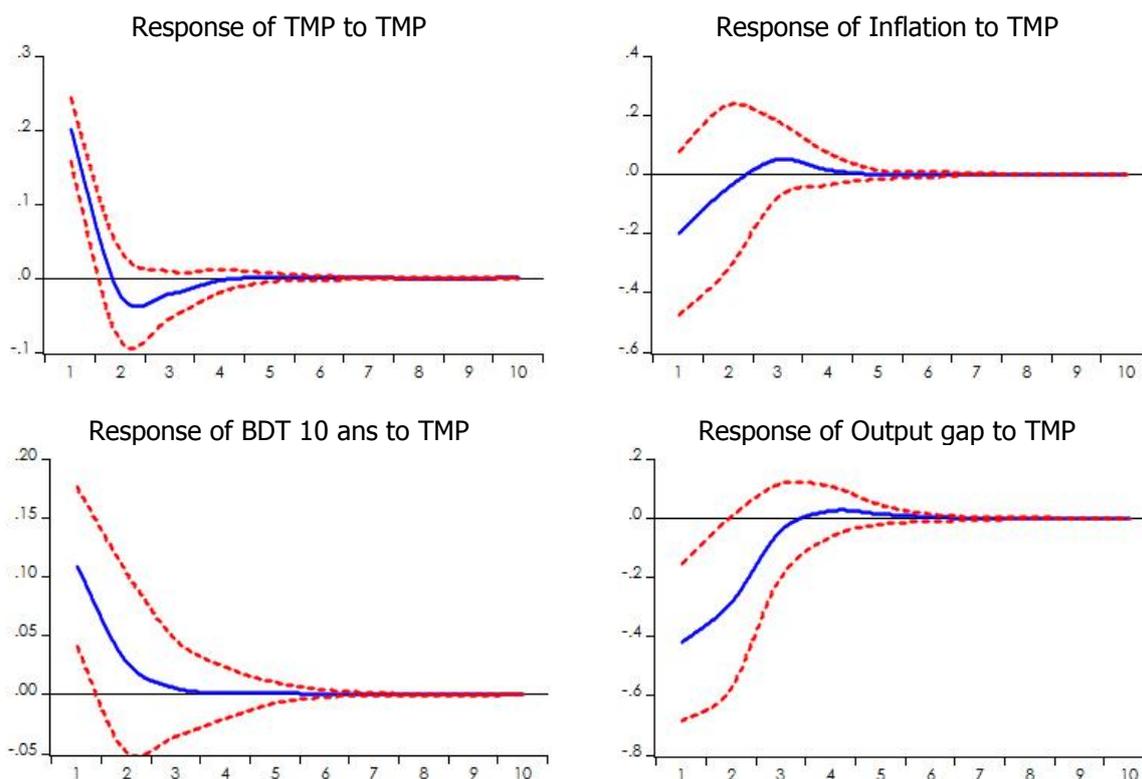


---

*Source : Calcul des auteurs, Dynare/Matlab*

---

Figures 18 : Response to Cholesky One S.D. Innovations in the monetary policy (VAR)



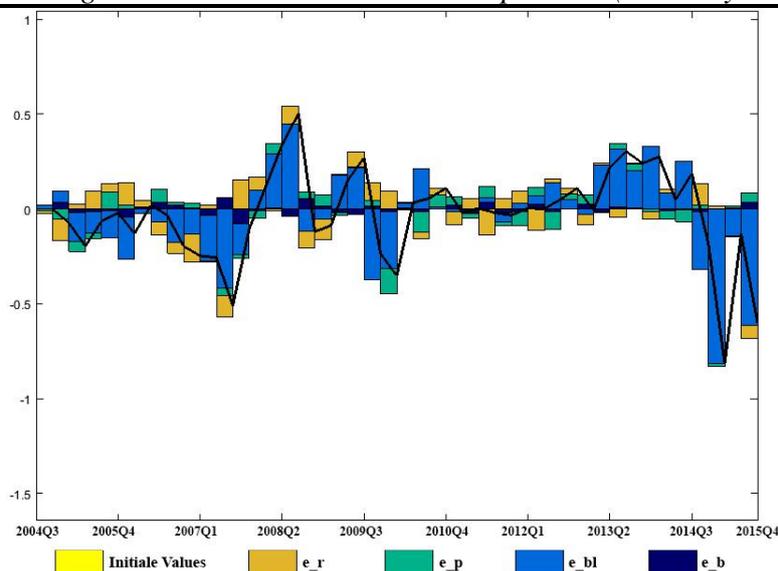
Source : Calcul des auteurs

### 1.1. Décomposition du taux de long et de court terme

La figure 18 présente la décomposition du choc du taux d'intérêt de long terme. Cette décomposition montre l'importance du choc de la prime de risque ( $e_{bl}$ ), du taux d'intérêt de court terme ( $e_r$ ) et de l'inflation ( $e_p$ ) dans la déviation du taux d'intérêt de long terme par rapport à son état stationnaire. La même figure montre que le choc de la demande a peu contribué dans ce processus. En effet, à partir de 2004, on constate que l'influence du choc de la prime de risque a contribué fortement et négativement dans le choc du taux d'intérêt, et ce jusqu'à la fin de 2007. Ce constat est expliqué par la baisse des taux d'intérêt de long terme, qui traduit l'amélioration du déficit budgétaire sur cette période (voir figure 9). Alors que depuis le début de 2008 et la fin de 2012, on constate une régression dans le rôle du choc de la prime de risque dans la variance du taux long. La baisse des taux d'intérêt de court terme et l'affermissement du climat macroéconomique ont contribué positivement dans l'amélioration des conditions de financement du trésor, et par conséquent la stabilisation des taux. A partir 2013, le creusement du déficit et le recours massive du trésor au marché intérieur, ainsi que le climat international marqué par la crise de la dette souveraine ont créé une pression sur le marché adjudicataire qui a connu une forte augmentation au niveau des taux d'intérêt. Au cours de 2014, et suite aux politiques de diminution du taux court menées par la banque centrale, le taux long a été revu une nouvelle fois à la baisse, ce qui montre le poids que joue la prime de risque et le taux d'intérêt dans les variations du taux long. Par contre le

choc d'inflation est moyennement stable sur la période et n'est pas très significatif, vu que cette variable est maîtrisée par la banque centrale et qu'il n'a pas connu de forte période de volatilité sur la période d'étude.

*Figures 19 : Long term interest rate shock decomposition (New Keynesian Model)*



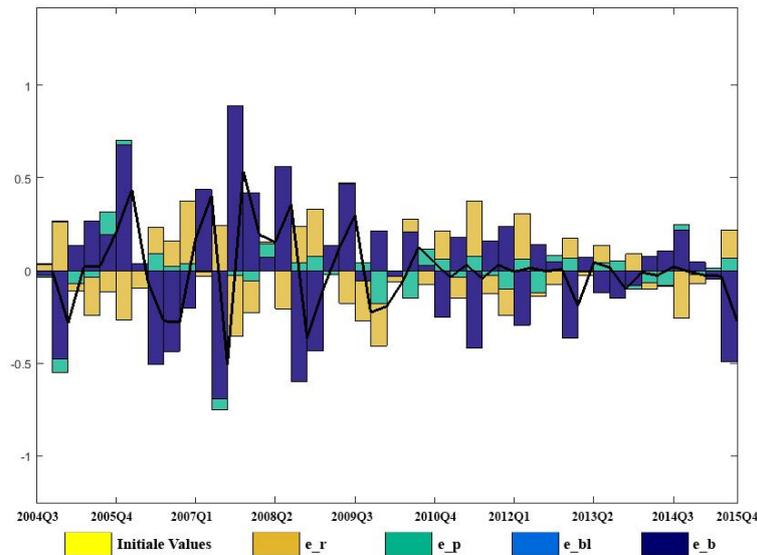
*Source : Calcul des auteurs, Dynare/Matlab*

Au niveau du taux d'intérêt de court terme, il est difficile d'interpréter les résultats comme l'action directe de la banque centrale sur la période 2004-2008. Cette difficulté réside dans le fait que le taux de court terme utilisé pour l'estimation est le taux interbancaire qui a connu une forte volatilité durant cette période avant sa stabilisation après 2008. La décomposition du choc du taux d'intérêt de court terme montre que le choc de la demande (exprimée par le niveau de l'activité *i.e.* Output Gap) contribue fortement dans la déviation du taux d'intérêt de court terme de son état stationnaire. En effet, les différentes politiques menées par le gouvernement visaient la stimulation de la demande qui a créé des tensions inflationniste, ce qui produit des variations du taux de court terme. En deuxième lieu vient la dimension non systématique de la politique monétaire ( $e_r$ ), où une grande partie du choc du taux court est due aux chocs exogènes de la politique monétaire, alors que la variation de l'inflation contribue moins significativement dans la variance du taux d'intérêt.

---

Figures 20 : Short term interest rate shock decomposition (New Keynesian Model)

---



---

Source : Calcul des auteurs, Dynare/Matlab

---

## V. Conclusion

L'objectif de notre travail était de vérifier et d'évaluer l'influence de la banque centrale sur les taux d'intérêt de long terme, dans un cadre d'indépendance de la banque centrale et de ciblage d'inflation implicite pour le cas du Maroc sur la période 2004Q1-2015Q4. Pour ce faire, on a estimé deux modèles, un modèle New Keynesian (NKM) augmenté de la structure par terme des taux et un modèle Vector Autoregressive (VAR) sur des données trimestrielles. À travers ces deux modèles, on a essayé d'évaluer l'impact d'un choc de politique monétaire sur le taux des bons de trésor de 10 ans du marché adjudicataire.

Les résultats des simulations des chocs ont montré que Bank Al-Maghrib arrive à influencer les taux des bons de trésor de maturité de 10 ans en modifiant son taux directeur dès la première période. En effet, un choc sur le taux interbancaire produit une augmentation du taux d'intérêt des bons de trésor de 0.07 points pour le modèle NKM, et de 0.1 point au niveau du modèle VAR. Alors que l'inflation et l'output gap diminuent suite à ce choc, ce qui correspond aux acquis théoriques.

L'analyse de la décomposition du choc nous a montré qu'une grande partie de la variance du taux des bons de trésor est expliquée par la variance de la prime de risque. En effet, les résultats montrent que les chocs de l'inflation et du taux court avaient un impact stable sur la période étudiée, ce qui peut être expliqué par la confiance des investisseurs dans la banque centrale, alors que l'output gap ne contribue que faiblement dans ce processus. Par contre, le taux court a connu une forte variabilité due aux chocs de la demande, en effet, la banque centrale doit orienter la demande afin de tenir ses engagements en matière de stabilisation des prix. De même, l'analyse de la

décomposition du choc du taux court nous indique que le taux long n'a pas impacté la variance du taux court.

Ces résultats confirment les deux hypothèses de départ, où on a pu démontrer qu'il existe un effet positif du choc du taux court sur les taux des bons de trésor sur la période étudiée, mais il paraît que cet effet n'est pas assez grand. Une relation qu'on ne pouvait pas vérifier sans les conditions d'ouverture et de la dynamique du marché adjudicataire, conditions ayant été assurées par les efforts de modernisation du marché financier au Maroc. De même, on a trouvé que la politique de ciblage implicite de l'inflation a stabilisé la prime de l'inflation et de l'incertitude des investisseurs à l'égard de la banque centrale, constat qui confirme notre troisième hypothèse élaborée dans le cadre de ce travail.

Cependant, parmi les limites de ce travail de recherche, une grande partie de la variance du taux long n'est expliquée que par la prime de risque qui englobe d'autres facteurs explicatifs de cette variable. En effet, le modèle par construction ne nous permet pas d'introduire d'autres variables déterminantes pour expliquer la variabilité des taux longs comme la prime de souveraineté, la prime de liquidité..., ou même le niveau de la dette du trésor et la politique budgétaire, ce qui nous oblige à élaborer une nouvelle dérivation d'un Medium Scale NKM ou un DSGE qui permet d'introduire l'ensemble de ces facteurs. Ainsi que la taille de l'échantillon qui demeure faible (44 observation). Une augmentation du nombre d'observations peut conduire à avoir plus de précision dans ce genre de simulation. L'ensemble de ces limites constituent pour le chercheur plusieurs voies de recherche, c'est ainsi dans les futures études, on propose la construction d'un DSGE dans l'optique de corriger ces limites et analyser les interrelations qui peuvent exister entre le gouvernement et la banque centrale, et leurs implications sur le modèle.

## Bibliographie

- Agénor, P. R., El Aynaoui, K. (2015). MOROCCO : Growth strategy for 2025 in an evolving international environment. OCP Policy Center, number 978-9954-35-175-8..
- Ahokpossi, C., Garcia-Martinez, P., Kemoe, L. (2016). Monetary and Fiscal Policies and the Dynamic of the Yield Curve in Morocco. IMF Working Paper 16/103, May, (Washington: International Monetary Fund).
- Akaaboune, M., (2009). Politique monétaire marocaine et libéralisation financière, Revue juridique politique et économique du Maroc, N°43, Premier semestre.
- Ang, A., Boivin, J., Dong, S., & Loo-Kung, R. (2011). Monetary policy shifts and the term structure. *The Review of Economic Studies*, 78(2), 429-457.
- Ayuso, J., Haldan, A. and Restoy, F. (1994). Volatility transmission along the money market yield curve. Banco de España. Documento de trabajo n° 9403.
- Bank Al-Maghrib (1999-2014), Rapports annuels.
- Bank Al-Maghrib (1999-2016), Bulletins trimestriels.
- Barro, R. J., & Gordon, D. B. (1983). Rules, discretion and reputation in a model of monetary policy. *Journal of monetary economics*, 12(1), 101-121.
- Bchir, M, T. (2014). Conduite de la politique budgétaire au Maroc, analyse théorique et examen empirique de la relation entre le déficit budgétaire et le taux d'intérêt à long terme (Thèse de doctorat). Dir. Tounsi, S., FSJES Agdal, Rabat.
- Bekaert, G., Cho, S., & Moreno, A. (2010). New Keynesian macroeconomics and the term structure. *Journal of Money, Credit and Banking*, 42(1), 33-62.
- Bénassy-Quéré, A., Boone, L., & Coudert, V. (2003). Les taux d'intérêt. Ed. La Découverte.
- Berument, H. et Froyen, R. (2006). Monetary policy and long- term US interest rates. *Journal of macroeconomics* (28) 737-751.
- Berument, H. et Froyen, R. (2007). Monetary policy and long- term US interest rates: How close are the linkages? *Journal of economics and business* (61) 34-50.
- Bonga-Bonga, L. (2009). Monetary policy and long-term interest rates in South Africa. *International Business & Economics Research Journal (IBER)*, 9(10).
- Calvo, G. A. (1983). Staggered prices in a utility-maximizing framework. *Journal of monetary Economics*, 12(3), 383-398.

- Clarida, R., Galí, J., & Gertler, M. (2000). Monetary Policy Rules and Macroeconomic Stability: Evidence and Some Theory. *The Quarterly journal of economics*, 115(1), 147-180.
- Culbertson, J. M. (1957). The term structure of interest rates. *The Quarterly Journal of Economics*, 485-517.
- Duffee, G. R. (2002). Term premia and interest rate forecasts in affine models. *The Journal of Finance*, 57(1), 405-443.
- Duffie, D., & Kan, R. (1996). A yield-factor model of interest rates. *Mathematical finance*, 6(4), 379-406.
- Estrella, A. et Mishkin, F. (1997). The predictive power of the term structure of interest rates in Europe and the United states: implications for the European central Bank. *European economic review* (41) 1375-1401.
- Fisher Irving. (1933). *La Théorie De L'intérêt*. Ed. Pierre Coste. Librairie Marcel Giard, Paris.
- Friedman, M. (1960). *A program for monetary stability* (Vol. 541). New York: Fordham University Press.
- Galí, J. (2008). *Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework and Its Applications*. Princeton University Press.
- Gurkaynak, S., Sack, B. and Swanson, E. (2005). The sensitivity of long term interest rates to economic news: Evidence and implications for macroeconomic models. *The American economic review*, Vol. 95 n°1, 425-436.
- Hicks, J. R. (1946). *Value and Capital: An Inquiry Into Some Fundamental Principles of Economic Theory*. Oxford: Clarendon Press.
- International Monetary Fund (April 2016). *World Economic Outlook Database*.  
<https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata/index.aspx>
- Kydland, F. E., & Prescott, E. C. (1977). Rules rather than discretion: The inconsistency of optimal plans. *The journal of political Economy*, 473-491.
- Lahlou, K. (2010). Essai d'estimation de la fonction de réaction de Bank Al-Maghrib, in *La modélisation de la politique économique : objet et enjeux*, Actes de l'Ecole académique, 2010, Rabat.
- Lahlou, K. (2015). Analyse des interactions entre la politique budgétaire et la politique monétaire au Maroc, in *Politique budgétaire et Activité Economique au Maroc : Une Analyse Quantitative*, ed. by EL Mokri K., Ragbi A., and Tounsi S., FSJES Rabat-Agdal and OCP Policy Center.

- Larraín, M. (2005). Monetary policy and long-term interest rates in Chile. *Documentos de Trabajo (Banco Central de Chile)*, (335), 1.
- Loukili, H., & Echcharfi, N. (2015). Les marges de manœuvre de la politique monétaire et le régime de change au Maroc. Le rôle des restrictions sur le compte de capital. Univ. Mohammed V. FSJES-Agdal. Rabat
- Lutz, F. A. (1940). The structure of interest rates. *The Quarterly Journal of Economics*, 36-63.
- María-Dolores, R., & Vázquez, J. (2008). Term structure and the estimated monetary policy rule in the Eurozone. *Spanish Economic Review*, 10(4), 251-277.
- María-Dolores, R., Vázquez, J., & Londoño, J. M. (2013). On the informational role of term structure in the US monetary policy rule. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Elsevier, vol. 37(9), pages 1852-1871.
- Meiselman, D. (1962). *The term structure of interest rates*. Prentice-Hall.
- Mishkin, F. S. (2013). *Monnaie, banque et marchés financiers*. 10e édition. Pearson France.
- Modigliani, F., & Sutch, R. (1966). Innovations in interest rate policy. *The American Economic Review*, 56(1/2), 178-197.
- Ouchchikh, R. (2013). *Mécanismes de transmission de la politique monétaire au Maroc (Thèse de doctorat)*. Dir. Abbassi, I. Université Cadi Ayyad. Marrakech.
- Poutineau, J. C., Sobczak, K., & Vermandel, G. (2015). The analytics of the New Keynesian 3-equation Model. Poutineau, JC, & Sobczak, K & Vermandel, G.(2015). *The analytics of the New Keynesian*, 110-129.
- Roley, V. V., & Sellon Jr, G. H. (1995). Monetary policy actions and long-term interest rates. *Economic Review-Federal Reserve Bank of Kansas City*, 80(4), 73.
- Rotemberg, J. J. (1982). Sticky prices in the United States. *The Journal of Political Economy*, 1187-1211.
- Rudebusch, G. D., & Wu, T. (2004). The recent shift in term structure behavior from a no-arbitrage macro-finance perspective. *FRB of San Francisco Working Paper*, (2004-25).
- Sargent, T. J. (1969). Commodity price expectations and the interest rate. *The Quarterly Journal of Economics*, 127-140.
- Sims, E. (2015). *A New Keynesian Model with Both Price and Wage Stickiness*. Graduate Macro Theory. University of Notre Dame

- Smith, J. M., & Taylor, J. B. (2009). The term structure of policy rules. *Journal of Monetary Economics*, 56(7), 907-917.
- Spieser, P. (2002). La structure des taux d'intérêt. SEFI Société éducative et financière internationale.
- Taylor, J. B. (1979). Staggered wage setting in a macro model. *The American Economic Review*, 69(2), 108-113.
- Taylor, J. B. (1993). Discretion versus policy rules in practice. In *Carnegie-Rochester conference series on public policy* (Vol. 39, pp. 195-214). North-Holland.
- Taylor, John B. (1995). The Monetary Transmission Mechanism: An Empirical Framework. *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, no. 4.
- Wicksell, K. (1898). *Interest and Prices*. MacMillan: Londres, 1936
- Woodford, M. (2003). *Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy*. Princeton University Press.
- Wu, T. (2006). Macro Factors and the Affine Term Structure of Interest Rates. *Journal of Money, Credit and Banking*, 1847-1875.

# Annexes

## Annexe I : Dérivation des modèles

### Dérivation du modèle 1.1

$$\max_{c_t, S_{t+1}} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (u(c_t))$$

Sous contrainte :

$$c_t + (S_{t+1} - S_t) = x_t + S_t r_{t-1}$$

Le lagrangien :

$$L = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left( u(c_t) + \lambda_t (x_t + S_t r_{t-1} - c_t - (S_{t+1} - S_t)) \right)$$

Les conditions de premier ordre :

$$\frac{\partial L}{\partial c_t} = 0 \Leftrightarrow u'(c_t) = \lambda_t$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_{t+1}} = 0 \Leftrightarrow \lambda_t = \beta E_t (\lambda_{t+1} (1 + r_t))$$

La condition d'optimalité est la suivante :

$$u'(c_t) = \beta E_t (u'(c_{t+1}) (1 + r_t)) \Leftrightarrow \frac{u'(c_t)}{\beta E_t u'(c_{t+1})} = (1 + r_t)$$

Dans ce modèle, le ménage utilise son revenu  $x_t$  pour maximiser son utilité qui est supposée être procurée seulement par la consommation  $c_t$ , et maximiser le placement de son épargne  $(S_{t+1} - S_t)$ , avec  $S_t$  l'épargne détenue par le ménage en début de période sur laquelle il tire une rémunération de  $S_t r_{t-1}$ , et  $S_{t+1}$  l'épargne détenue en  $t + 1$ .  $\beta^t$  étant le facteur d'escompte<sup>13</sup>.

### Dérivation du modèle 1.2

Contrairement au *modèle 1.1*, le ménage est obligé de travailler pour tirer un revenu  $w_t n_t$ , avec  $w_t$  le taux de salaire d'une heure de travail, et  $n_t$  le nombre d'heures de travail. Par conséquent, le ménage essaie de maximiser sa fonction d'utilité composée de la consommation et du loisir  $l_t = 1 - n_t$ .

---

<sup>13</sup> Si  $\beta = 1$ , les ménages sont parfaitement patient et n'escompte pas le future, consommer à l'instant  $t$  ou à l'instant  $t + 1$  procure le même niveau d'utilité  $\beta^0 u(\bar{C}) = \beta^1 u(\bar{C}) = \dots = \beta^n u(\bar{C})$ . Si  $\beta < 1$ , dans ce cas les ménages sont impatient pour leur consommation, et escompte le future  $\beta^0 u(\bar{C}) < \beta^1 u(\bar{C}) < \dots < \beta^n u(\bar{C})$ .

*Le ménage représentatif*

$$\max_{c_t, n_t, b_{t+1}} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (u(c_t) + v(l_t))$$

Sous contrainte :

$$c_t + (b_{t+1} - b_t) = w_t n_t + \Pi_t + r_{t-1} b_t$$

Le lagrangien :

$$L = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left( u(c_t) + v(l_t) + \lambda_t (w_t n_t + \Pi_t + r_{t-1} b_t - c_t - (b_{t+1} - b_t)) \right)$$

Les conditions de premier ordre :

$$\frac{\partial L}{\partial c_t} = 0 \Leftrightarrow u'(c_t) = \lambda_t$$

$$\frac{\partial L}{\partial l_t} = 0 \Leftrightarrow v'(l_t) = \lambda_t w_t$$

$$\frac{\partial L}{\partial b_{t+1}} = 0 \Leftrightarrow \lambda_t = \beta E_t (\lambda_{t+1} (1 + r_t))$$

Le revenu du ménage est composé du salaire  $w_t n_t$ , des droits de propriété sur la firme  $\Pi_t$ , et de l'intérêt perçu sur les bons  $r_{t-1} b_t$ . Ses dépenses sont la consommation  $c_t$ , et le placement de l'épargne  $(b_{t+1} - b_t)$ .

La solution optimale :

$$v'(l_t) = u'(c_t) w_t \quad (2.1)$$

$$\frac{u'(c_t)}{\beta E_t u'(c_{t+1})} = (1 + r_t) \quad (2.2)$$

Une augmentation du taux d'intérêt doit conduire le ménage à augmenter son épargne  $(S_{t+1} - S_t)$  vu que le prix relatif de la consommation inter-temporelle augmente et par conséquent demander une quantité additionnelle de bons égale à  $(b_{t+1} - b_t)$ .

La firme demande des bons sur le marché financier, et cela en optimisant sa fonction de revenu escompté. En effet, la firme a pour objectif de maximiser sa fonction de revenu  $\Pi_0$ , composée de l'output  $y_t = a_t f_t(n_t, k_t)$ , moins le salaire versé au ménage  $w_t n_t$ , et les dépenses d'investissement  $I_t$ . La firme a accès au marché financier où elle peut emprunter des fonds qui constituent une ressource pour financer ces dépenses en investissement dans la fonction  $\Pi_0$ , et paye au ménage les services de la dette  $r_t d_t$ .

*La firme représentative*

$$\max_{n_t, k_t, d_{t+1}} \Pi_0 = E_t \sum_{t=0}^{\infty} M_t (a_t f_t(n_t, k_t) - w_t n_t - I_t + (d_{t+1} - d_t) - r_t d_t)$$

s.c.

$$I_t = k_{t+1} - (1 - \delta)k_t$$

On peut réécrire le programme sous la forme :

$$\max_{n_t, k_{t+1}, d_{t+1}} \Pi_0 = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} M_t (a_t f_t(n_t, k_t) - w_t n_t - k_{t+1} + (1 - \delta)k_t + \Delta d_{t+1} - r_t d_t)$$

Les conditions d'optimalité sont les suivantes :

$$\frac{\partial \Pi_0}{\partial n_t} = 0 \Leftrightarrow a_t f_t^n(n_t, k_t) = w_t$$

$$\frac{\partial \Pi_0}{\partial k_{t+1}} = 0 \Leftrightarrow M_{t+1}(R_{t+1} + (1 - \delta)) = M_t$$

$$\frac{\partial \Pi_0}{\partial d_{t+1}} = 0 \Leftrightarrow M_t = M_{t+1}(1 + r_t)$$

Avec  $R_{t+1} = a_{t+1} f_t^k(n_{t+1}, k_{t+1})$

Le stock optimal de bons détenus par la firme à l'instant  $t + 1$  dépend de l'équation (2.5), avec  $M_t$  le facteur d'escompte de la firme qui égale à  $\beta^0 E_0 u'(c_t)^{14}$ . La décision d'obtention d'un nouveau prêt sera égale à  $\frac{u'(c_t)}{\beta E_t u'(c_{t+1})} = (1 + r_t)$ . Cette relation est identique au comportement d'optimisation du problème du ménage. De la même manière, la firme optimisera ses dépenses en investissement par  $\frac{u'(c_t)}{\beta E_t u'(c_{t+1})} = E_t(R_{t+1} + (1 - \delta))$ , avec  $R_{t+1}$  le rendement marginal anticipé du capital, et  $\delta$  le taux de dépréciation. De (2.4) et (2.5), on peut déduire que le taux d'intérêt réel égal à la productivité marginale du capital anticipée moins le taux de dépréciation du capital  $r_t = E_t R_{t+1} - \delta$ .

La participation des ménages dans le capital des entreprises est assurée par le marché des bons, où les demandeurs de bons  $b_t$  (ménages) offrent leurs épargne aux firmes qui souhaitent accumuler leur capital en augmentant leur investissent  $I_t$  (offre de bons  $d_t$ ). L'épargne  $S_t$  sera placée donc sous forme de bons  $b_t$ , et les firmes demanderont des prêts  $d_t$  sur le marché financier.

---

<sup>14</sup> Comme le ménage détient le droit de propriété de la firme, et chaque unité supplémentaire du revenu de la firme lui procure  $u'(c_t)$  d'utilité additionnelle escomptée par le facteur  $\beta^t$ , dans ce cas le facteur d'escompte de la firme dépend de l'utilité marginale de consommation du ménage et optimisée par  $M_t = \beta^0 E_0 u'(c_t)$

### Dérivation du modèle 1.3

Soit

$$I_t = I(r_t^m, \Delta y_t) = -ar_t^m + b\Delta y_t \quad a, b > 0 \quad \frac{\partial I_t}{\partial r_t^m} < -a, \frac{\partial I_t}{\partial \Delta y_t} > b$$

$$S_t = S(r_t^m, y_t) = cr_t^m + dy_t \quad c, d > 0 \quad \frac{\partial S_t}{\partial r_t^m} > c, \frac{\partial S_t}{\partial y_t} > d$$

Soit  $E_t$  l'écart entre l'investissement et l'épargne :

$$E_t = I_t - S_t = 0 \Leftrightarrow E_t = -ar_t^m + b\Delta y_t - cr_t^m - dy_t = 0$$

À l'équilibre, le taux *ex ante* est la solution, qui s'écrit :

$$r_t = f(\Delta y_t, y_t) = \frac{b\Delta y_t - dy_t}{(a+c)} \quad \frac{\partial f}{\partial \Delta y_t} > 0, \frac{\partial f}{\partial y_t} < 0$$

### Dérivation du modèle 1.4

Problème du ménage :

$$\max_{C_t, N_t, B_{t+j}^j} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left( \frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \psi \frac{N_t^{1+\eta}}{1+\eta} \right)$$

Sous contrainte :

$$P_t C_t + \sum_{j=1}^n (B_{t+j}^j - B_t^j) = W_t N_t + \Pi_t + \sum_{j=1}^n i_{t-j}^j B_{t+j}^j$$

Le lagrangien s'écrit :

$$L = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[ \frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \psi \frac{N_t^{1+\eta}}{1+\eta} + \lambda_t \left( W_t N_t + \Pi_t + \sum_{j=1}^n i_{t-j}^j B_{t+j}^j - P_t C_t - \sum_{j=1}^n (B_{t+j}^j - B_t^j) \right) \right]$$

Conditions du premier ordre :

$$\frac{\partial L}{\partial C_t} = 0 \Leftrightarrow C_t^{-\sigma} = \lambda_t P_t$$

$$\frac{\partial L}{\partial N_t} = 0 \Leftrightarrow \psi N_t^\eta = \lambda_t W_t$$

$$\frac{\partial L}{\partial B_{t+j}} = 0 \Leftrightarrow \lambda_t = \beta E_t \lambda_{t+j} (1 + i_t^j)$$

Les conditions optimales du ménage :

$$\psi N_t^\eta = C_t^{-\sigma} w_t$$

$$C_t^{-\sigma} = E_t \beta C_{t+j}^{-\sigma} (1 + i_t^j) \left( \frac{P_t}{P_{t+1}} \right)$$

Avec  $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1$ , l'équation d'Euler s'écrit :

$$C_t^{-\sigma} = E_t \beta C_{t+j}^{-\sigma} (1 + i_t^j) (1 + \pi_{t+j})^{-1}$$

Log linéarisation de l'équation d'Euler (avec  $C_t = Y_t$ ) :

$$\tilde{Y}_t = E_t \tilde{Y}_{t+j} - \frac{1}{\sigma} (\tilde{i}_t^j - E_t \tilde{\pi}_{t+j})$$

$\varepsilon_t^j$  représente la prime de risque associée au taux d'intérêt avec  $j$  maturité.

$$\tilde{Y}_t = E_t \tilde{Y}_{t+j} - \frac{1}{\sigma} (\tilde{i}_t^j - E_t \tilde{\pi}_{t+j}) + \varepsilon_t^j$$

Pour le taux d'intérêt de court terme  $j = 1$

$$\tilde{Y}_t = E_t \tilde{Y}_{t+1} - \frac{1}{\sigma} (\tilde{i}_t - E_t \tilde{\pi}_{t+1}) + \varepsilon_t$$

Pour le taux d'intérêt de long terme (les bons de trésor de 10 ans)  $j = 10$

$$\tilde{Y}_t = E_t \tilde{Y}_{t+10} - \frac{1}{\sigma} (\tilde{i}_t^{10} - E_t \tilde{\pi}_{t+10}) + \varepsilon_t^{10}$$

Le taux d'intérêt de long terme en fonction de l'écart de production et de l'inflation anticipée :

$$\tilde{i}_t^{10} = \sigma (E_t \tilde{Y}_{t+10} - \tilde{Y}_t) - E_t \tilde{\pi}_{t+10} + \varepsilon_t^{10}$$

## Annexe II : Statistiques descriptives

### Statistiques descriptives des taux du marché secondaire des BDT

Tableau 1 : Statistiques descriptives des taux d'intérêt des différentes maturités des BDT

	Taux 13 Sem	Taux 26 Sem	Taux 52 Sem	Taux 2 Ans	Taux 5 Ans	Taux 10 Ans	Taux 15 Ans	Taux 20 Ans
Mean	3,107	3,227	3,317	3,525	3,917	4,359	4,707	4,866
Median	3,278	3,150	3,423	3,585	3,908	4,258	4,532	4,560
Maximum	3,974	4,130	4,272	4,601	5,062	5,619	5,941	6,420
Minimum	2,290	2,470	2,509	2,584	2,933	3,209	3,640	3,780
Std. Dev.	0,439	0,320	0,451	0,468	0,468	0,559	0,611	0,682
Sum	447,346	464,654	477,689	507,624	564,032	627,700	677,736	700,668
Sum Sq. Dev.	27,509	14,633	29,072	31,309	31,382	44,743	53,459	66,426
Observations	144	144	144	144	144	144	144	144

Tableau 2 : Courbe des taux : Corrélation entre les différentes maturités

	Taux 13 Sem	Taux 26 Sem	Taux 52 Sem	Taux 2 Ans	Taux 5 Ans	Taux 10 Ans	Taux 15 Ans	Taux 20 Ans
Taux 13 Sem	1,000							
Taux 26 Sem	0,693	1,000						
Taux 52 Sem	0,961	0,807	1,000					
Taux 2 Ans	0,878	0,864	0,970	1,000				
Taux 5 Ans	0,581	0,797	0,749	0,876	1,000			
Taux 10 Ans	0,255	0,623	0,457	0,638	0,923	1,000		
Taux 15 Ans	0,025	0,436	0,230	0,429	0,792	0,958	1,000	
Taux 20 Ans	-0,350	0,063	-0,199	-0,015	0,426	0,709	0,842	1,000

Tableau 3 : Courbe des taux : Autocorrélations

Retard	1	2	3	4	5	...	15	...	20
Taux 13 semaines	0.973	0.933	0.884	0.831	0.775	...	0.286	...	0.111
Taux 26 semaines	0.966	0.916	0.861	0.800	0.736	...	0.026	...	-0.218
Taux 52 semaines	0.972	0.929	0.880	0.825	0.765	...	0.150	...	-0.047
Taux 2 ans	0.969	0.924	0.870	0.808	0.739	...	0.031	...	-0.169
Taux 5 ans	0.961	0.900	0.832	0.755	0.672	...	-0.138	...	-0.360
Taux 10 ans	0.966	0.909	0.840	0.764	0.686	...	-0.122	...	-0.342
Taux 15 ans	0.963	0.910	0.851	0.788	0.720	...	-0.026	...	-0.247
Taux 20 ans	0.965	0.912	0.852	0.787	0.723	...	0.193	...	0.026

Statistiques descriptives des données macroéconomiques

Tableau 4 : Variables macroéconomiques : Autocorrélations

<i>Retards</i>	1	2	3	4	5
<i>Inflation</i>	-0.057	0.050	0.120	-0.644	-0.070
<i>Taux interbancaire</i>	-0.109	-0.184	-0.061	-0.107	0.242
<i>Taux BDT</i>	0.402	0.184	0.007	-0.124	-0.103
<i>Output Gap</i>	0.294	0.081	-0.356	-0.488	-0.127

Tableau 5 : Variables macroéconomiques : Statistiques descriptives

	<i>Inflation</i>	<i>Taux BDT</i>	<i>Taux interbancaire</i>	<i>Output Gap</i>
<i>Mean</i>	-0.020968	-0.032434	0.003178	-0.005689
<i>Median</i>	-0.060567	-0.02	-0.003333	-0.024727
<i>Std. Dev.</i>	1.21	0.24	0.21	1.03
<i>Probability (Normalité)</i>	0.93	0.01	0.67	0.85
<i>Sum Sq. Dev.</i>	36.22	2.55	1.87	46.37
<i>Observations</i>	43	43	43	44

Tableau 6 : Variables macroéconomiques : Covariances

	<i>Inflation</i>	<i>Taux BDT</i>	<i>Taux interbancaire</i>	<i>Output Gap</i>
<i>Inflation</i>	0.84	0.00278	-0.04	-0.02
<i>Taux BDT</i>	0.00278	0.06	0.02	-0.04
<i>Taux interbancaire</i>	-0.04	0.02	0.04	-0.08
<i>Output Gap</i>	-0.02	-0.04	-0.08	1.04

### ***Annexe III : Code Dynare***

```
%-----
% New Keynesian Monetary model and the term structure
% By : EL FAIZ Zakaria and Ziani Manal (2016)
% Code based On : Poutineau & al. (2015).
% Available on : www.vermandel.fr
%-----

%-----
% 1. Defining variables
%-----

var
y pi r rl
s_b s_bl s_p s_r;

varexo e_b e_bl e_p e_r;

parameters sigma eta chi rho phi_pi phi_y phi_dy phi_i theta beta

% shocks
rho_b rho_bl rho_p rho_r;

%-----
% 2. Calibration
%-----

% Parameters
beta      = 0.991;           % discount factor
sigma     = 1;              % risk aversion consumption
eta       = 1;              % labor disutility
theta     = 3/4;           % new keynesian Philips Curve, forward term
epsilon   = 6;              % substitutability/mark-up on prices
rho       = 0;              % MPR Smoothing
phi_pi    = 1.5;           % MPR Inflation
phi_y     = 0.5/4;         % MPR GDP
phi_dy    = 0/4;           % MPR GDP Growth
phi_i     = 0/4;           % MPR Spread

% shock processes
rho_b     = 0.9;
rho_bl    = 0.9;
rho_p     = 0.9;
rho_r     = 0.4;

% steady states
R         = 1/beta;
H         = 1/3;
MC        = (epsilon-1)/epsilon;
W         = MC;
Y         = H;
chi       = W*Y^-sigma*H^-eta;

%-----
% 3. Model
%-----

model(linear);
```

```

% IS curve
y = y(+1) - 1/sigma*(r-pi(+1)) + s_b;

% Long-term interest rate
rl = sigma*(y(+10)-y)-pi(+10)+ sigma*s_bl;

% NKPC curve
pi = beta*pi(+1) + ((1-theta)*(1-beta*theta)/theta)*(sigma+eta)*y + s_p;

% Monetary Policy Rule
r = rho*r(-1) + (1-rho)*( phi_pi*pi + phi_y*y) + s_r ;

% shocks
s_b = rho_b*s_b(-1)+e_b;
s_bl = rho_bl*s_bl(-1)+e_bl;
s_p = rho_p*s_p(-1)+e_p;
s_r = rho_r*s_r(-1)+e_r;

end;
steady;
check;

estimated_params;

% IS curve
sigma, beta_pdf, 0.2, 0.10;

% NKPC curve
beta, beta_pdf, 0.4, 0.10;
theta, beta_pdf, 0.1, 0.01;
eta, normal_pdf, 0.01, 0.01;

% Monetary Policy Rule
rho, beta_pdf, 0.5, 0.25;
phi_pi, gamma_pdf, 1.5, 0.25;
phi_y, normal_pdf, 0.5, 0.10;

% shocks
rho_b, beta_pdf, 0.5, 0.25;
rho_bl, beta_pdf, 0.5, 0.10;
rho_p, beta_pdf, 0.1, 0.05;
rho_r, beta_pdf, 0.65, 0.07;

stderr e_b, inv_gamma_pdf, 1, inf;
stderr e_bl, inv_gamma_pdf, 0.5, inf;
stderr e_p, inv_gamma_pdf, 0.4, 2;
stderr e_r, inv_gamma_pdf, 1, inf;
end;

varobs y pi r rl;

estimation(datafile=data_pfe,plot_priors=1,conf_sig=.95,mh_replic=800000
,mh_nblocks=5,moments_varendo,bayesian_irf,irf=10,mh_jscale=0.3,mode_com
pute=6,mh_init_scale=1) y pi r rl;

shock_decomposition;

dynare_sensitivity;

```

## Annexe IV : Résultats du modèle VAR

Tableau 7 : Augmented Dickey-Fuller test

Variable	Retard	Niveau		1 <sup>ère</sup> différence		Ordre d'intégration
		Valeurs calculées	Valeurs tabulées	Valeurs calculées	Valeurs tabulées	
Inflation	4	-0.75	-1.94	-5.14	-1.94	I(1)
Taux interbancaire	0	-2.16	-2.93	-7.1	-1.94	I(1)
Taux BDT à 10 ans	1	-2.57	-2.93	-3.50	-1.94	I(1)
Output Gap	0	-4.80	-1.94	-	-	I(0)

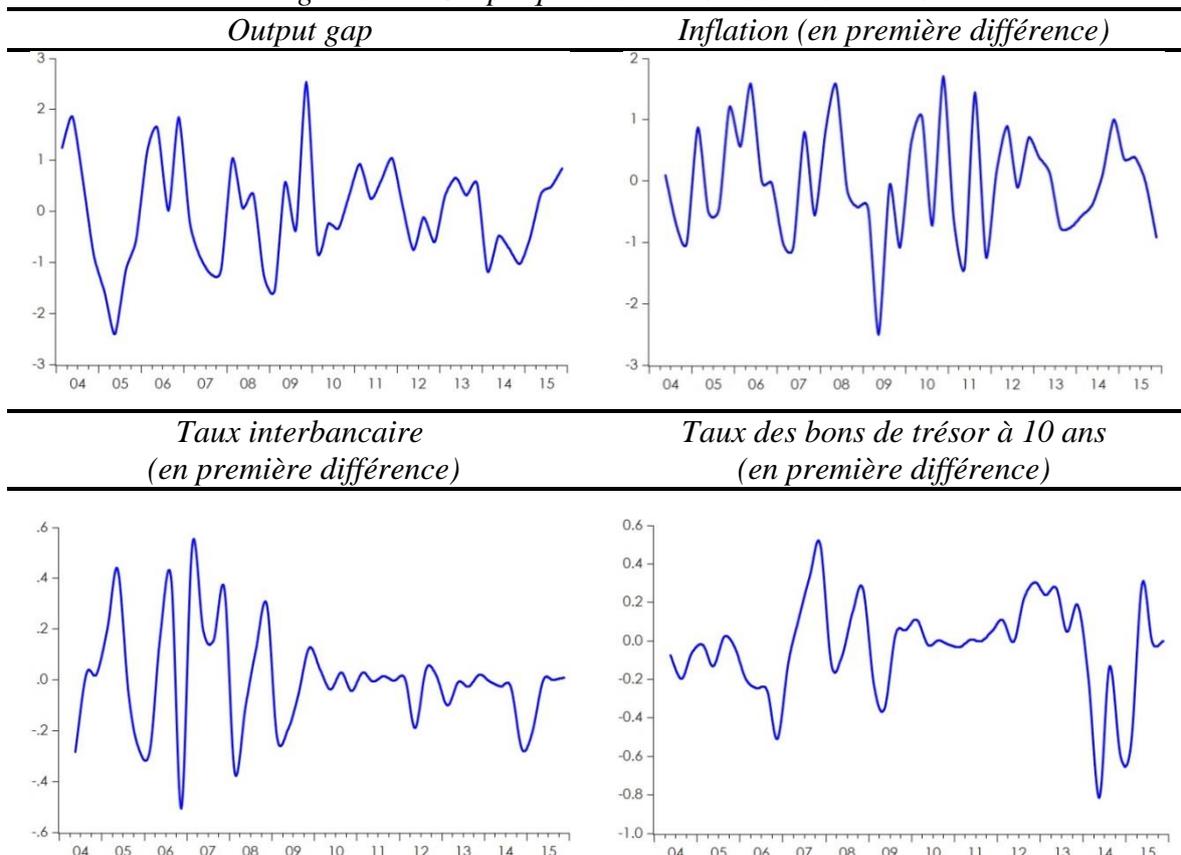
Each Augmented Dickey-Fuller test statistic at 5% level

Tableau 8 : Phillips-Perron test

Variable	Retard	Niveau		1 <sup>ère</sup> différence		Ordre d'intégration
		Valeurs calculées	Valeurs tabulées	Valeurs calculées	Valeurs tabulées	
Inflation	0	-1.70	-1.94	-6.68	-1.94	I(1)
Taux interbancaire	0	-1.96	-2.93	-7.64	-1.94	I(1)
Taux BDT à 10 ans	0	-0.89	-1.94	-3.49	-1.94	I(1)
Output Gap	0	-4.61	-1.94	-	-	I(0)

Each Augmented Dickey-Fuller test statistic at 5% level

Figures 21 : Graphique des variables stationnaires



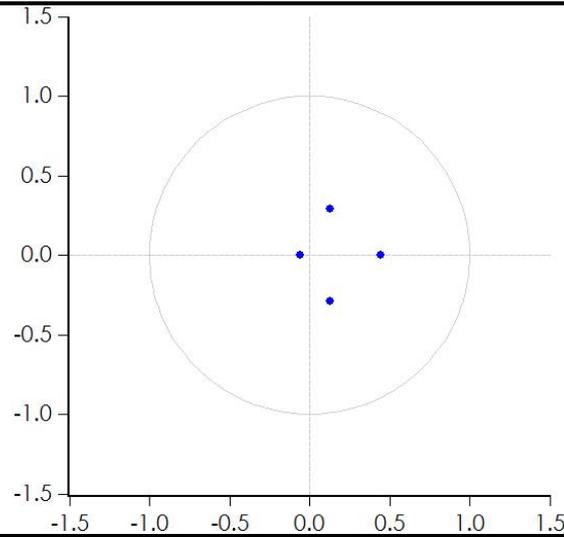
Source des données : IMF (PIB), BAM (Inflation, TDB à 10ans et Taux interbancaire)

Tableau 9 : Critère des retards du modèle VAR

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-100.7808	NA	0.002215	5.239039	5.40792*	5.300104*
1	-83.74161	29.81856*	0.002114*	5.187081*	6.031520	5.492403
2	-79.43425	6.676415	0.003893	5.771712	7.291704	6.321293
3	-66.74790	17.12657	0.004911	5.937395	8.132938	6.731234

\* indicates lag order selected by the criterion (each test at 5% level). LR: sequential modified LR test statistic. FPE: Final prediction error. AIC: Akaike information criterion. SC: Schwarz information criterion. HQ: Hannan-Quinn information criterion

Figure 22 : Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



Source : Calcul des auteurs, Sortie Eviews 9.0

Tableau 10 : VAR Residual Serial Correlation LM Tests

Retards	LM-Stat	Prob
1	5.676084	0.9912
2	9.713205	0.8812
3	8.193374	0.9429

Null Hypothesis: no serial correlation at lag order h