

Laure-Noussigueu Kondja

Promotion 2010

Option Mathématiques Appliquées – Finance

# PROJET DE FIN D'ETUDES

Estimation des revenus d'intérêts des autres  
investissements

Banque de France, sentier (avril-septembre 2010)

Tuteur entreprise : Vichett Oung

Tuteur école : Christophe Pouet

## Remerciements

Je tiens tout naturellement à exprimer ma sincère reconnaissance envers les personnes qui m'ont aidé à réaliser ce projet dans les meilleures conditions.

Je remercie en premier lieu Mr Vichett Oung, responsable du service des intermédiaires financiers, pour m'avoir confié ce sujet, et fait bénéficier de ses conseils avisés et de sa disponibilité.

Je remercie également l'ensemble des équipes du service des intermédiaires financiers, pour leur accueil chaleureux et leur soutien.

Je tiens aussi à remercier Mr Christophe Pouet qui a suivi mon travail avec attention et fait preuve d'une grande disponibilité.

## Problématique :

La France établit une balance des paiements mensuelle depuis 1992. Elle rend publique une balance simplifiée, selon un calendrier annoncé à l'avance, environ six semaines après la fin du mois sous revue. La révision trimestrielle, environ 75 jours après la fin du trimestre considéré, est l'occasion d'améliorer la qualité des données mais également de publier une information plus détaillée. Les révisions annuelles, publiées 5 mois après la fin de l'année, interviennent sur l'année sous revue, mais également sur les deux années précédentes, notamment après prise en compte des résultats des enquêtes annuelles de stocks (position-titre annuelle, stocks d'investissements directs...). Les balances des paiements trimestrielles et annuelles sont basées sur l'addition dans leur dernier statut de révision. Concernant le compte de transactions courantes, sont rendues publiques des statistiques « brutes » ainsi que des statistiques « corrigées des variations saisonnières et des jours ouvrés (CVS-CJO) ».

La balance des paiements de la France est établie en euros. Les transactions en devises sont déclarées dans la monnaie d'origine et sont ensuite converties sur la base du cours moyen mensuel de la devise considérée contre euro. S'agissant des flux calculés à partir d'encours de début et de fin de période, la variation d'encours au cours de la période est effectuée dans la monnaie d'origine. Puis cette variation est convertie sur la base du cours moyen mensuel de la devise considérée contre l'euro.

La balance des paiements est traditionnellement présentée du point de vue de la Nation, contrairement à la comptabilité nationale au sein de laquelle les échanges et l'extérieur sont présentés du point de vue de l'agent « reste du monde ». Par convention, un chiffre positif (crédit) correspond à une exportation ou à une recette lorsqu'il se rapporte à une opération réelle, c'est-à-dire à des échanges de biens, de services et des paiements de revenus. Un chiffre négatif (débit) représente une importation ou une dépense. S'agissant du compte financier, un chiffre positif reflète une diminution des avoirs ou une augmentation des engagements, qu'ils soient financiers ou monétaires. Un chiffre négatif représente une augmentation des avoirs ou une diminution des engagements. Ainsi, un chiffre négatif au titre des avoirs de réserve signifie-t-il que les réserves ont augmenté.

## **Concepts et définitions :**

### **• Résidents / non-résidents :**

Le critère de base est celui de la résidence des agents économiques, distinct du critère de nationalité. Pour les besoins de l'établissement de la balance des paiements, les résidents et les non-résidents se définissent comme suit :

Résidents :

- Les personnes physiques ayant leur principal centre d'intérêt en France, quelle que soit leur nationalité, à l'exception des fonctionnaires et militaires étrangers en poste en France qui restent des non-résidents.
- Les fonctionnaires et autres agents publics français en poste à l'étranger ou mis à la disposition d'organisations internationales ou d'autres employeur non résident.
- Les personnes morales, françaises ou étrangères, pour leurs établissements en France, à l'exception des représentations des pays étrangers et des organismes internationaux installés en France, lorsqu'il y a existence d'une activité économique réelle exercée en France par des unités de production autonomes, quelle qu'en soit leur forme juridique (filiale, succursale, agence, bureau, etc.).

Non-résidents :

- Les personnes physiques étrangères ou françaises qui vivent habituellement à l'étranger, c'est-à-dire qui y ont leur installation effective à l'exception des représentations françaises et des fonctionnaires français en poste à l'étranger.
- Les personnes morales, étrangères ou françaises, pour leurs établissements à l'étranger lorsqu'il y a existence d'une activité économique réelle exercée à l'étranger par des unités de production également autonomes.

### **• France / étranger :**

- Au titre des définitions ci-dessus, il faut entendre par « France » :
- les départements de la France métropolitaine
- la principauté de Monaco
- les départements d'Outre-mer (Guadeloupe, Guyane, Martinique, Réunion)
- les collectivités territoriales (Mayotte et Saint-Pierre-et-Miquelon)
- Tous les autres pays constituent « l'Étranger ».

### **• Secteurs économiques résidents :**

Dans certaines parties de la balance des paiements – notamment les transferts courants, comme les autres investissements, les montants recensés font l'objet d'un classement en fonction du secteur économique auquel appartient le résident partie à l'opération. On distingue dans ce cas :

- les autorités monétaires, c'est-à-dire la Banque de France.

Avril-septembre 2010

- le secteur des administrations publiques qui regroupe les organismes suivants : l'État (le Trésor public), Natexis SA pour son activité de gestionnaire des prêts et dons du Gouvernement Français à des gouvernements étrangers, les organismes divers d'administration centrale (OADC) les collectivités locales, et les organismes de sécurité sociale.
  - le secteur des institutions financières monétaires hors Banque centrale (IFM) comprenant les établissements résidents tel que définis par la législation communautaire et toutes les autres institutions financières résidents dont l'activité consiste à recevoir des dépôts et/ou de proches substituts de dépôts de la part d'entités autres que les IFM et qui, pour leur propre compte (du moins en termes économiques), consentent des crédits et/ou effectuent des placements en valeurs immobilières. Les OPCVM monétaires remplissent les conditions convenues et sont dès lors inclus dans le secteur des IFM.
  - les « autres secteurs » qui comptabilisent les opérations effectuées par des agents autres que ceux inclus dans les trois secteurs précédents : entreprises industrielles et commerciales assurances, institutions financières non monétaires, notamment les entreprises d'investissement et les organismes de placements collectifs à valeurs mobilières non monétaires (OPCVM non monétaires), institutions à but non lucratif au service des ménages.
- **Échéances : long terme / court terme :**  
Pour les besoins de la balance des paiements, le long terme correspond à une échéance à l'origine supérieure à un an ; le court terme à une échéance à l'origine inférieure à un an.

### **Les agents déclarants :**

- **Les établissements de crédit :**  
Ils rendent compte :

- Des paiements effectués, pour leur propre compte ou pour le compte de leur clientèle résidente, avec des non résidents au titre des échanges de services, des revenus, des transferts courants ou des transferts en capital, des investissements directs et des prêts et emprunts non bancaires. Le compte rendu des paiements fournit des détails sur la nature économique de l'opération, le pays de contrepartie, le montant et la monnaie de transaction, ainsi que le numéro d'identification (siren) du résident.
  - Des opérations sur titres effectués entre résidents et non-résidents. Ces flux sont déclarés titre par titre. L'utilisation du code ISIN et de la base titres assure une fiabilité élevée de la ventilation par instrument, de la ventilation géographique et de la ventilation par secteur émetteur.
  - Des encours de dépôt et prêts bancaires vis-à-vis des non résidents. Les institutions de crédit leurs encours par type de contrepartie (interbancaire et clientèle financière/clientèle non financière) et monnaie d'opération avec une distinction entre long terme et court terme Une ventilation géographique des encours est obligatoire pour toutes les banques chaque trimestre ; elle est facultative pour les déclarations mensuelles.
- **La Banque de France :**  
Elle gère les réserves de change de l'État conformément aux règles définies dans le cadre du SEBC et en déclare les encours. Les opérations de sa clientèle ou de l'État sur le compte du Trésor suivent les mêmes principes de déclaration que celles effectuées par le secteur bancaire pour ses clients.
  - **Les comptables publics :**  
Ils transmettent des informations sur leurs règlements avec l'étranger. Les principaux déclarants incluent l'Agence comptable centrale du Trésor, les paieries à l'étranger, les chancelleries et la Poste.
  - **Les entreprises d'investissement :**  
Elles déclarent leurs encours de trésorerie – créances et engagements – avec l'étranger.

- **Les déclarants directs généraux (DDG) :**

Les déclarants directs généraux sont des entreprises ou des groupes d'entreprises dont le montant avec l'étranger, quelles que soient leur nature ou leurs modalités, excède au cours d'une année civile pour au moins une rubrique de services ou de revenus de la balance des paiements, un montant fixé par arrêté (actuellement 30 millions d'euros). Les DDG déclarent toutes leurs opérations transfrontières, y compris les flux via des comptes à l'étranger et les chambres de compensation. Une exception est toutefois à noter : les investissements de portefeuille liés à la gestion des liquidités et aux revenus en capital, quand ils sont effectués via des banques résidentes ne doivent pas être déclarés ; il revient aux banques impliquées de le faire. Cependant, si ces transactions sont réalisées directement via un compte à l'étranger, elles restent sous la responsabilité des DDG. Les déclarations fournissent des détails sur la monnaie, le montant, la nature économique et la ventilation géographiques des transactions.

- **Les déclarants directs partiels (DDP) :**

Les compagnies aériennes étrangères exerçant une activité en France déclarent les règlements liés à leur activité commerciale d'escale ou de représentation, ainsi que les opérations avec leur siège social ou avec des sociétés sœurs à l'étranger.

- **Les Douanes :**

L'administration des Douanes transmet à la Banque de France les données relatives aux exportations et aux importations de biens.

- **Les groupes d'intérêt économique émetteurs des cartes de paiement :**

Les émetteurs des cartes de paiement (Visa, Eurocard, American Express, Diners) déclarent les retraits d'espèces ainsi que les règlements effectués pour l'achat de prestations, par des non-résidents en France ou par des résidents à l'étranger, via une carte de paiements (hors frais et commissions). Ces déclarations sont détaillées per pays, par type de carte (personnelle ou professionnelle) et par type d'opérations (retraits aux distributeurs automatiques, paiements Internet, autres paiements).

- **Les ménages :**

Outre les déclarations qu'ils peuvent être amenés à effectuer au titre de la déclaration directe partielle, les ménages sont susceptibles de répondre aux enquêtes menées par un prestataire externe pour permettre à la direction de balance des paiements d'alimenter les flux de la rubrique « voyage ». Pour les dépenses réalisées par les résidents à l'occasion de déplacements à l'étranger, un panel de 20 000 ménages résidents est interrogé, par téléphone, à propos des voyages motivés par des raisons personnelles. Un autre panel de 10 000 internautes donne des informations sur les voyages pour motifs professionnels. Les dépenses des non-résidents lors de leur présence en France sont déterminées à partir de l'interrogation voyageuse étrangère (132 000 questionnaires à l'année) dans les aéroports et les ports, sur les aires de repos d'autoroutes et sur les grandes lignes ferroviaires internationales

La collecte des données de balance des paiements repose, pour l'essentiel, sur l'obligation faite à tous les résidents de déclarer à la banque de France leurs opérations avec les non résidents, directement ou par l'intermédiaire des banques résidentes. Cette collecte des données mensuelles va prendre fin à partir de 2011, le problème qui se pose aujourd'hui est donc d'estimer les flux d'intérêts c'est-à-dire de donner une bonne estimation des débits et des crédits définit plus haut. Les valeurs estimées, en balances de paiement se retrouveront donc dans la composante transaction courante du PIB.



## Table des matières

### Introduction

<b>I) Présentation de l'entreprise .....</b>	<b>11</b>
A. Banque de France .....	13
B. Direction générale des statistiques.....	14
1. Organisation.....	14
2. Direction de la balance des paiements.....	15
3. Service des intermédiaires financiers.....	16
<b>II) Ma mission dans l'entreprise .....</b>	<b>17</b>
A. Description de la mission .....	18
1. Projet.....	18
2. Ma mission.....	18
B. Analyse des séries .....	19
C. Modélisations.....	29
1. 1 <sup>ère</sup> méthode.....	29
2. 2 <sup>ème</sup> méthode.....	31
3. 3 <sup>ème</sup> méthode.....	32
4. 4 <sup>ème</sup> méthode.....	37

### Conclusion

## Introduction

La balance des paiements est un document statistique, présenté suivant les règles de la comptabilité en partie double, qui rassemble et ordonne l'ensemble de transactions économiques et financières d'une économie, un pays ou une zone économique avec le reste du monde, au cours d'une période donnée.

En dépit de son appellation, la balance des paiements n'a plus vocation à rendre compte des paiements mais des transactions entre résidents et non-résidents.

C'est une balance équilibrée, chaque transaction avec un non-résident, ayant une contrepartie financière, une variation d'avoirs ou de dettes vis-à-vis des non-résidents. Dans le cas le plus simple, une exportation ou une cession de titres par les résidents donne naissance en contrepartie à une augmentation de leurs avoirs liquides (par exemple, les dépôts des résidents auprès des banques non résidentes) ou une diminution de leurs engagements (par exemple un remboursement d'avances précédemment obtenues auprès de banques non résidentes).

À l'échelle nationale, la balance des paiements permet d'évaluer l'insertion de la France dans son environnement extérieur et constitue un élément essentiel de la comptabilité nationale par la fourniture des éléments statistiques qui contribuent à l'élaboration des agrégats nationaux (PIB, revenu national, évolution des avoirs et engagements internationaux de la France).

Sur le plan européen, la balance des paiements de la France est intégrée dans celle de la zone Euro qui est un indicateur de référence pour la politique monétaire menée par le Système européen de banques centrales (SEBC) cet qui est construite en agrégeant les flux de balance des paiements « extra » des différents pays membres (à l'exception de la rubrique " investissements de portefeuille ").

Après avoir exposé notre cadre de travail, nous Présenterons les objectifs de cet outil de simulation, ainsi que notre mission au sein de l'entreprise.

## **I) Présentation de l'entreprise**

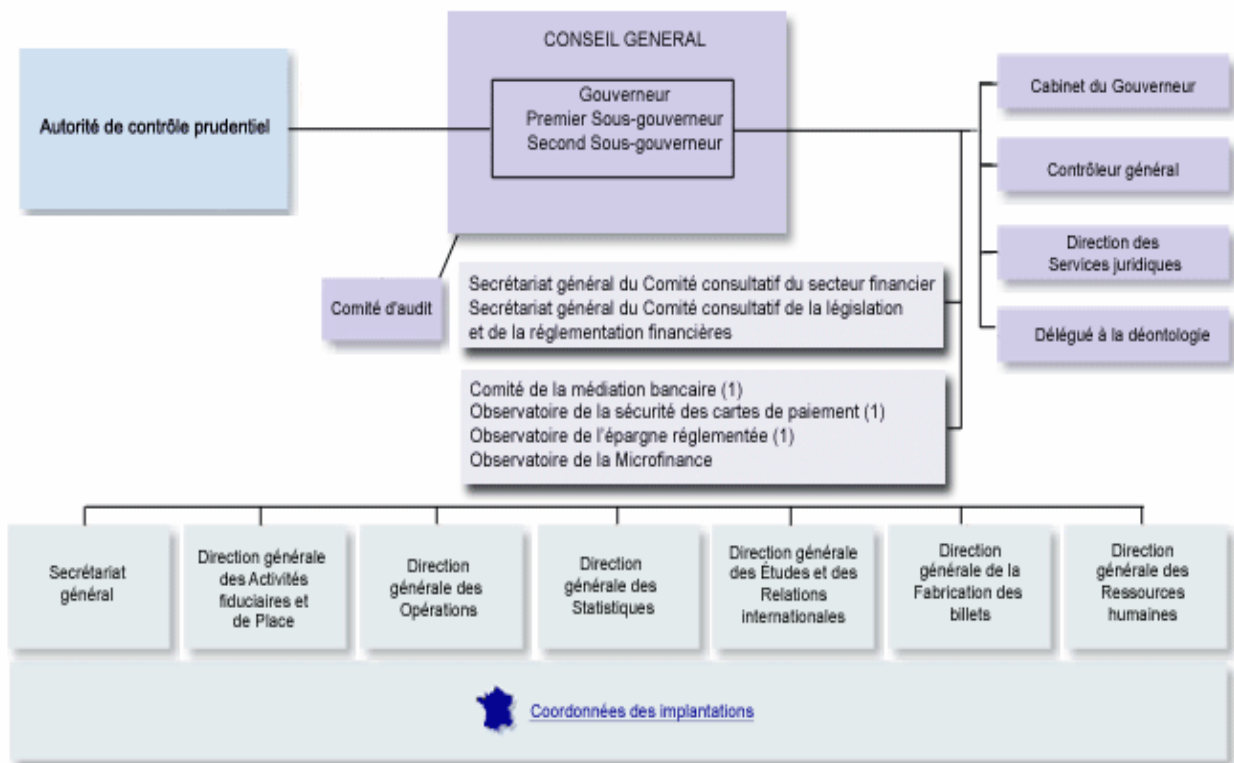
### **A. Banque de France**

La Banque de France crée en 1800, fait partie intégrante du Système européen de banques centrales (depuis 1998), Institué par l'article 8 du traité instituant la Communauté européenne, et participe à l'accomplissement des Missions et au respect des objectifs qui sont assignés à celui-ci par le traité. Dans ce cadre, et sans Préjudice de l'objectif principal de stabilité des prix, la Banque de France apporte son soutien à la politique Économique générale du Gouvernement. Dans l'exercice des missions qu'elle accomplit à raison de sa Participation au Système européen de banques centrales, la Banque de France, en la personne de son Gouverneur ou de ses sous-gouverneurs, ne peut ni solliciter ni accepter d'instructions du Gouvernement Ou de toute personne.

La place de la Banque de France dans le paysage économique et financier se mesure à l'aune des deux composantes majeures de son rôle :

- une contribution active aux décisions arrêtées dans le cadre de nombreuses instances européennes et internationales ;
- une participation concrète à la vie économique nationale, dans le cadre de ses missions : la stabilité monétaire, la stabilité financière et l'autre mission d'intérêt général.

Ainsi l'organisation de la banque de France est la suivante :



## **B. direction générale des statistiques :**

La DGS exploite et analyse sa production statistique dans le domaine conjoncturel et financier. Ce travail collectif repose un ensemble de métiers et de compétences :

- collecte d'informations auprès des entreprises financières et non financières
- conception d'enquêtes et production d'indicateurs statistiques
- analyse
- maîtrise des logiciels métier.

La DGS contribue à la prise de décision du gouvernement de la Banque de France. Elle répond à des besoins nationaux (enquêtes de conjoncture), des engagements européens (statistiques monétaires) et à une des missions fondamentales de la Banque de France (Balance des Paiements).

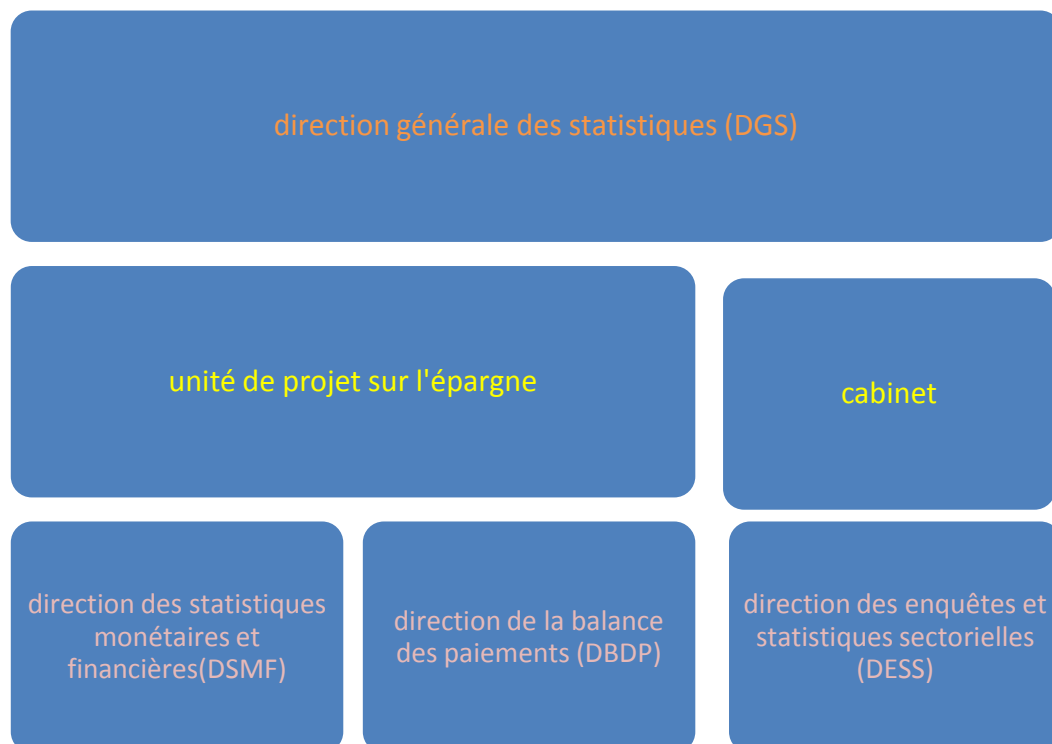
Issue de rapprochements successifs d'unités à forte contribution statistique, la DGS a été créée le 1er octobre 2008. Elle regroupera, pour la première fois, en un lieu unique "Le Building" l'ensemble de ses services à la fin de l'année 2009.

Dans le cadre de ses métiers, la DGS est en interaction permanente avec nombre de partenaires internes et externes (nationaux et internationaux).

Les indicateurs de la DGS intéressent aussi directement l'ensemble de la population (taux du crédit à l'habitat, mesure de l'endettement des ménages...)

## 1. Organisation

L'organisation de la DGS est la suivante :



Le Cabinet est en charge de la gestion des ressources humaines, de la formation professionnelle et des relations sociales au sein de la direction générale. Il assure la gestion budgétaire et financière et est en charge de la comptabilité analytique et du contrôle de gestion.

L'unité de projet sur l'Épargne est en charge de la coordination des analyses et des études sur l'épargne. Elle est en liaison avec les unités concernées de la direction générale des Statistiques, de la direction générale des Études et des Relations internationales et de la direction générale des Opérations.

## **2. Direction de la balance des paiements :**

Cette direction comprend 4 services différents qui sont les suivants :

- Le service des intermédiaires financiers
- Le service des Titres est responsable des statistiques transfrontières sur les titres. Il prend notamment en charge la collecte sur la détention de titres auprès des conservateurs et gère les bases titres associées. Il produit les statistiques sur les émissions et les encours de titres des résidents et produit des analyses sur ces données.

- Le service des Synthèses est en charge de la synthèse des données de balance des paiements (élaborées dans la direction ou à la DESS). Il est responsable des données diffusées à l'extérieur et assure à ce titre l'interface avec la BCE. Il est par ailleurs en charge des enquêtes tourisme et de certaines collectes complémentaires d'informations. Il est enfin chargé de l'analyse globale de la Balance des paiements et de la réalisation, en collaboration avec les services de la DBDP et de la DESS, du rapport annuel.
- Le service de Gestion de l'information statistique est responsable de la base de données des séries monétaires et économiques de la Banque de France (application BSME), et assure à ce titre les transferts vers l'extérieur des séries chronologiques (BCE, INSEE, Eurostat...). Il est également chargé de l'administration du système d'information de la direction tant pour la production des données que pour l'évolution des développements.

### **3. Service des intermédiaires financiers**

Le service des Intermédiaires financiers est chargé de la collecte et de l'analyse des déclarations des intermédiaires financiers à la Balance des paiements (hors titres). Il est par ailleurs responsable des statistiques de flux de balance des paiements et de position extérieure relatives aux prêts et emprunts. Il élabore les séries statistiques relatives à l'activité bancaire internationale destinées à la Banque des Règlements internationaux (BRI) et réalise des analyses sur ces données.

Ce service comprend :



- Pôle autres investissements et statistiques financières internationales, constitué de 2 services :
  - Section Autres investissements qui collecte les informations au sein de la banque de France
  - Section statistiques financières internationales, elle chargée de la diffusion et de l'élaboration des statistiques pour la banque des règlements internationaux(BRI)
- Section transactions courantes et comptes de capital, elle est chargée de la collecte auprès des intermédiaires financiers sous la forme des comptes rendus des paiements, et s'occupe des lignes de transactions courantes et compte de capital pour la balance des paiements. Cette section s'occupe aussi des déclarations de la banque de France.

## **II) ma mission dans l'entreprise**

## A) **Description de la mission**

L'objectif de cette mission est de Livrer un programme sas opérationnel qui exploite les Données du panel, et qui donne l'estimation des revenus d'intérêts des autres investissements.

### **1. Projet**

Élaboration d'une méthodologie d'estimation robuste des revenus d'intérêts des Opérations internationales de prêts et d'emprunts des banques françaises pour les Statistiques de balance des paiements. Étude de la structure des flux financiers Internationaux et des taux de référence implicites ou explicites pour l'estimation de La structure des revenus.

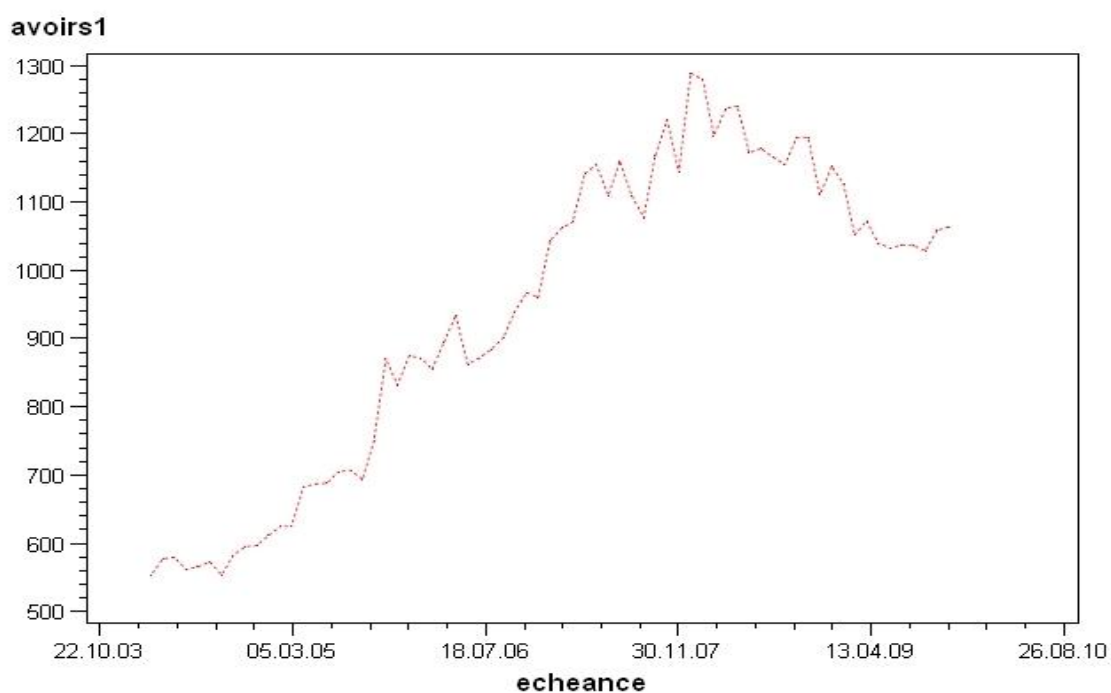
### **2. Ma mission**

Mon travail, pendant le temps imparti pour ce projet, se limite à :

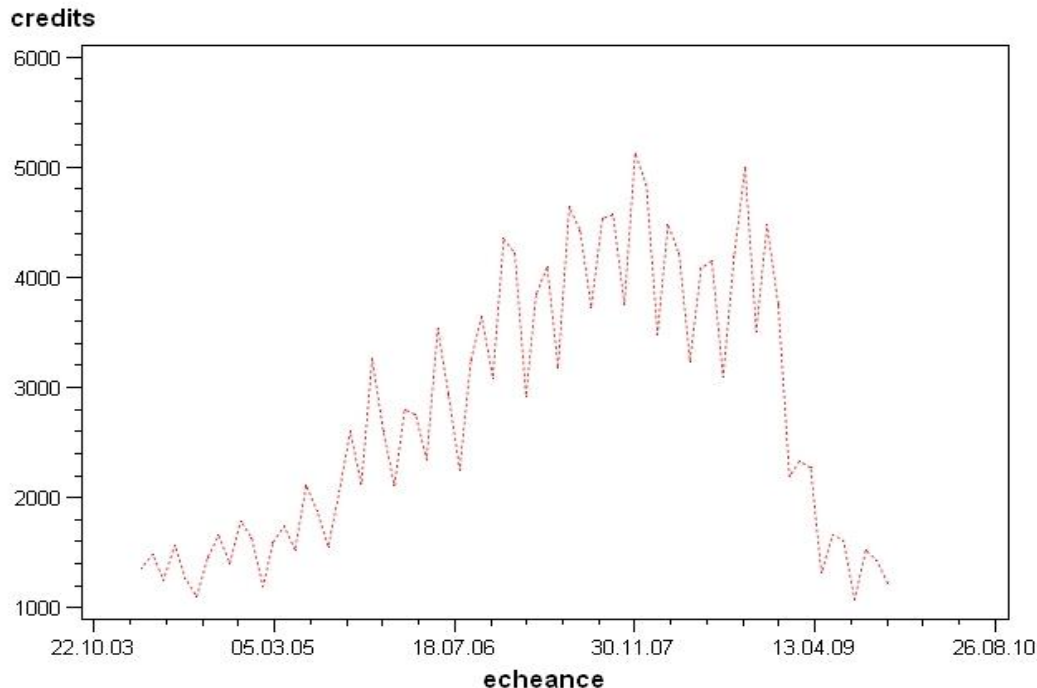
- L'analyse des séries.
- Une étude sur les taux du marché interbancaire et les taux des autres investissements observés.

- Une étude sur les séries mensuelles et trimestrielles.
- La modélisation.

## B) analyses des séries

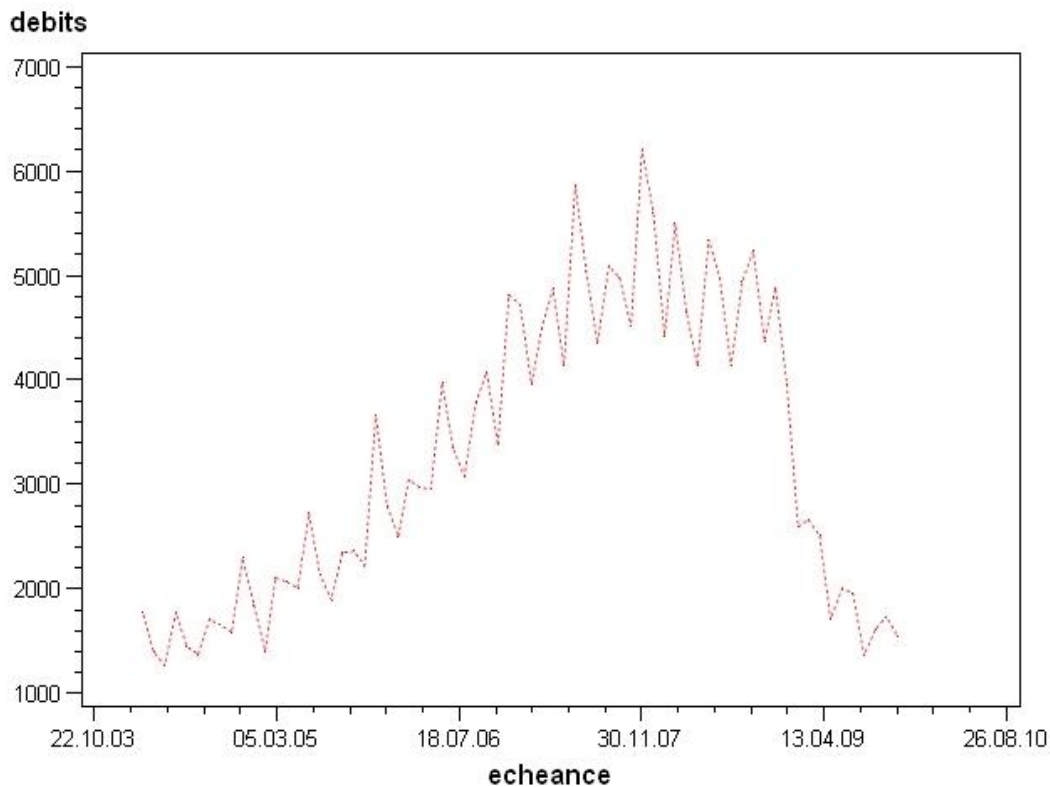


Cette courbe représente la série des avoirs c'est-à-dire des montants(en milliard d'euro) mensuels des prêts consentis par les banques française vis-à-vis de l'étranger. Les montants de prêts sont passés de 1300 milliards à 1100 milliards en fin 2009 ceci est du à la crise.



Cette courbe représente la série mensuelle des recettes (crédits), ce qui correspond à ce qui rapporte les prêts que les institutions financières font aux banques à l'étranger. Les données inscrites sur la courbe ci-dessus sont en milliard d'euro. Par exemple en mars 2003 pour 552,790 milliards de prêts consentis par les banques françaises à l'étranger elles ont reçues 1,364 milliards.

En observant la courbe ci-dessus, on constate qu'entre mars 2004 et juillet 2007 les crédits ont beaucoup augmenté : c'est une augmentation des recettes. Après la crise (à partir d'octobre 2008) on observe une forte diminution des recettes, ce qui est tout à fait normal car les banques ont moins prêté.



Cette courbe représente la série mensuelle des dépenses (crédits), ce qui correspond à importation, c'est ce que les institutions financières dépensent à l'étranger lorsqu'elles font des crédits. Les données inscrites sur la courbe ci-dessus sont en milliard d'euro.

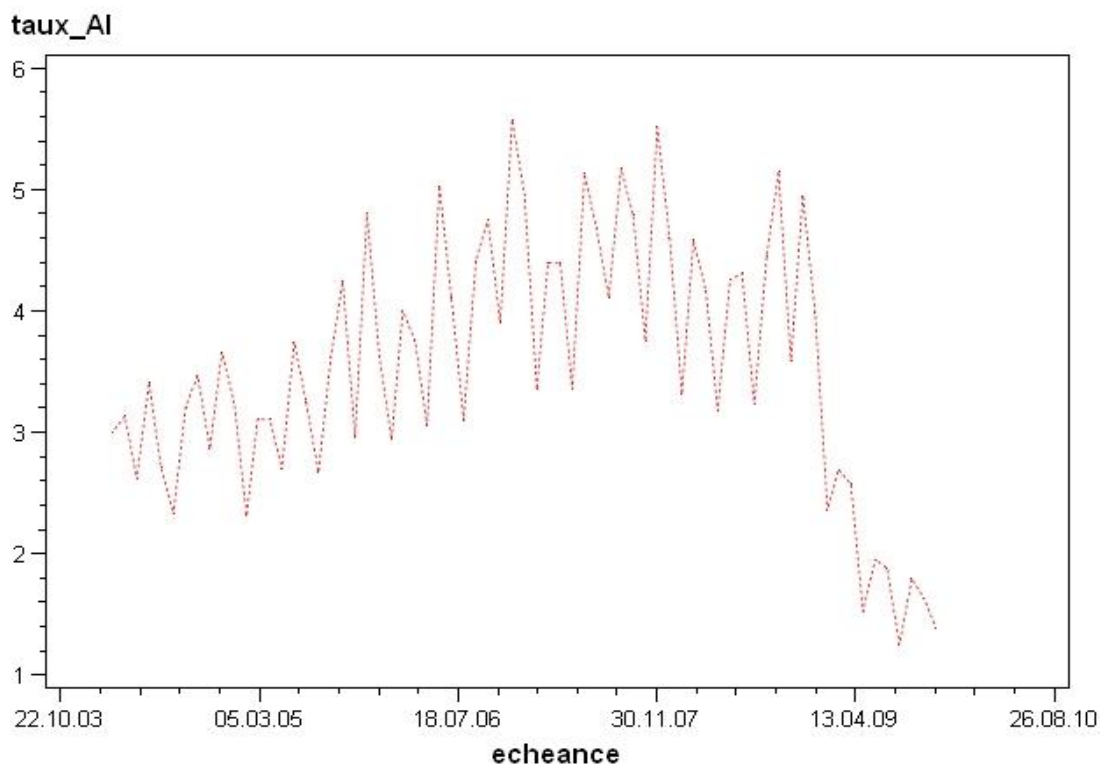
En observant la courbe ci-dessus, on constate qu'entre mars 2004 et décembre 2007 les débits ont beaucoup augmenté : c'est une augmentation des dépenses. Et donc une augmentations des engagements c'est-à-dire les dépôts des non résidents ont diminué. Après la crise (octobre 2008) on observe une forte diminution des dépenses ce qui est normal, car les banques résidentes se sont moins engagées.

**Conclusion :** ces courbes sont sensibles à la conjoncture économique, ceci s'explique par la présence des cycles.

À partir des séries précédentes nous avons calculé les taux d'intérêts des autres investissements observés aujourd'hui par la formule suivante  $\text{taux} = \text{crédits} / \text{avoirs}$  se sont des taux mensuelles nous avons besoin des taux annuels. Pour annualiser c'est taux nous avons utilisé la formule suivante :

$$\text{Taux\_ai} = (1 + \text{taux})^{12} - 1.$$

On va maintenant représenter les taux-ai en fonction de l'échéance la courbe obtenue est la suivante :

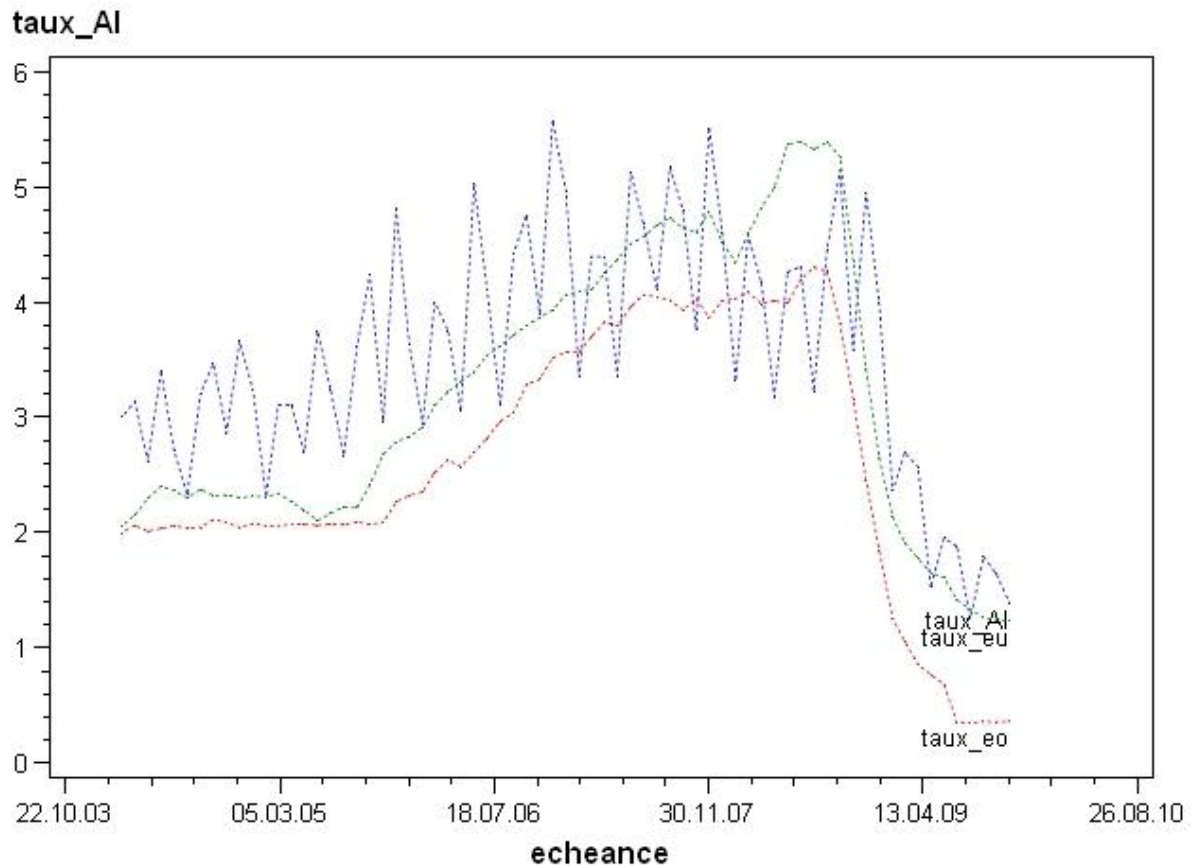


Pendant une crise financière mondiale, les taux de change deviennent très volatils, et cette volatilité atteint même les devises des pays qui ne sont pas ou peu touchés par la crise. On constate en observant la courbe ci-dessus qu'après la crise les taux ont fortement diminué, ce qui est tout à fait normal car une baisse très conséquente des taux d'intérêt était nécessaire pour répondre au choc financier qui était en train de se produire.

Il faut permettre aux entreprises d'investir pour préparer l'avenir, et aux européens d'emprunter de l'argent à des taux plus bas pour relancer l'économie. Les taux d'intérêt trop élevés limitent les investissements et la consommation; sur le marché des changes, ils provoquent une forte appréciation de l'euro, ce qui pénalise les productions européennes et détruit lentement l'économie européenne.

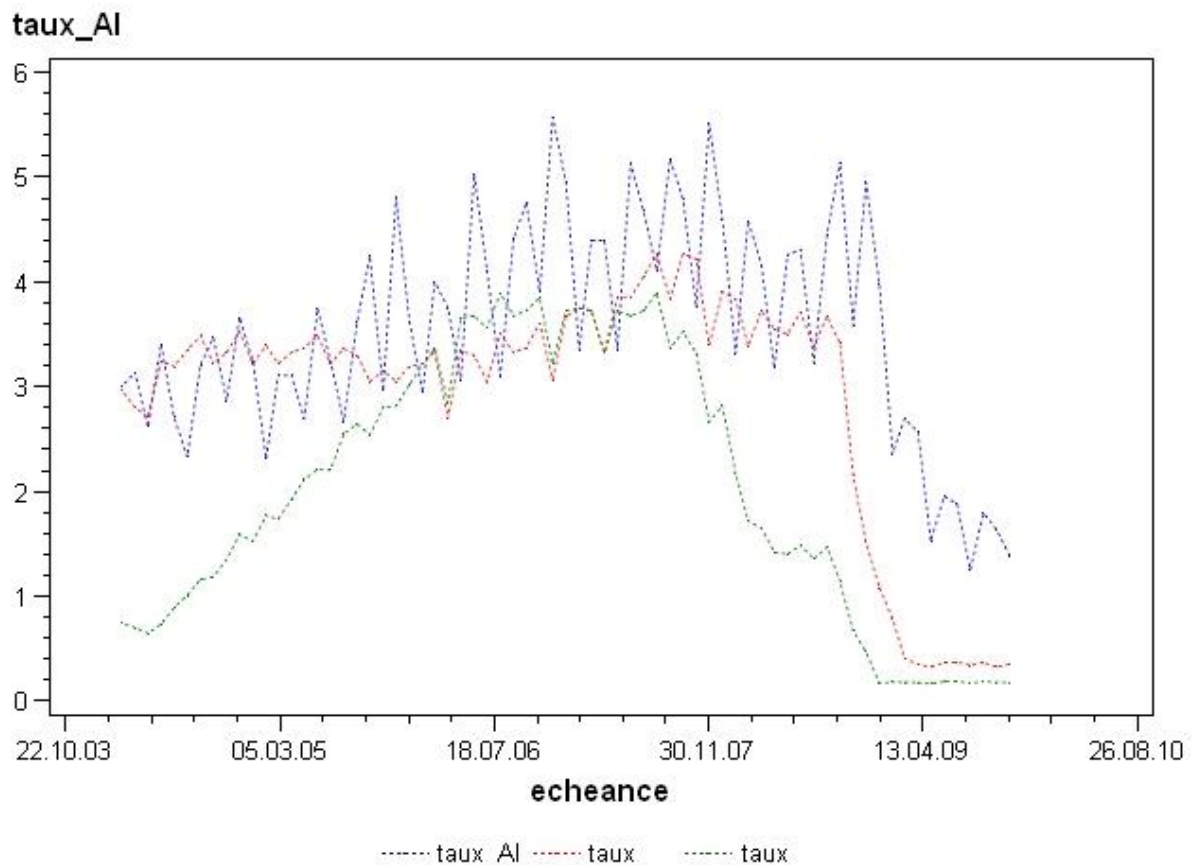
La suite de notre analyse sera beaucoup plus basée sur les taux d'intérêts, car c'est plus facile de travailler sur les taux que sur les flux étant donné que les taux sont plus faciles à analyser économiquement.

Nous allons maintenant essayer de voir quel est l'influence des taux d'intérêts du marché interbancaire sur le  $t_{ai}$  (taux d'intérêt des autres investissements). Pour cela on va commencer par regarder s'il existe une bonne corrélation entre ces taux. Nous avons donc comparé les différentes courbes de ces taux en fonction de l'échéance, ensuite nous avons fait une analyse de corrélation en utilisant la proc corr et nous avons obtenu les résultats suivant :



On observe une bonne corrélation entre les taux\_ai et les taux du marché interbancaire de la zone Euro.





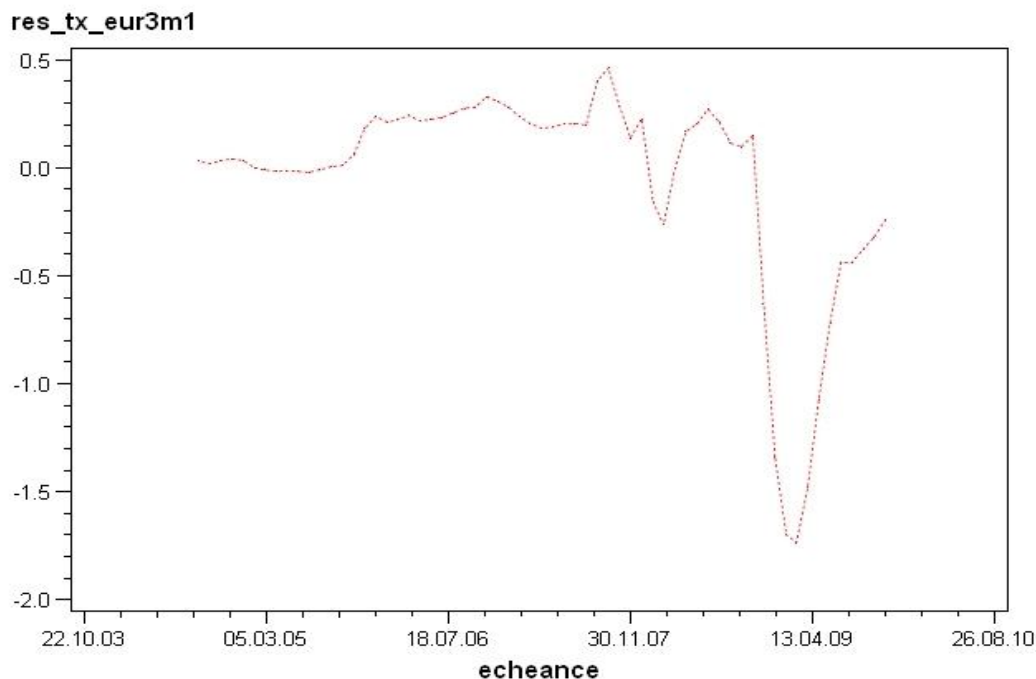
En rouge taux\_court\_UK et en vert taux\_court\_USA

Ici on observe une faible corrélation avec les taux courts du marché interbancaire de la zone hors euro. Mais ceci ne suffit pas à conclure à l'absence de lien entre les variables considérées, car une faible corrélation peut cacher un lien fort mais non linéaire.

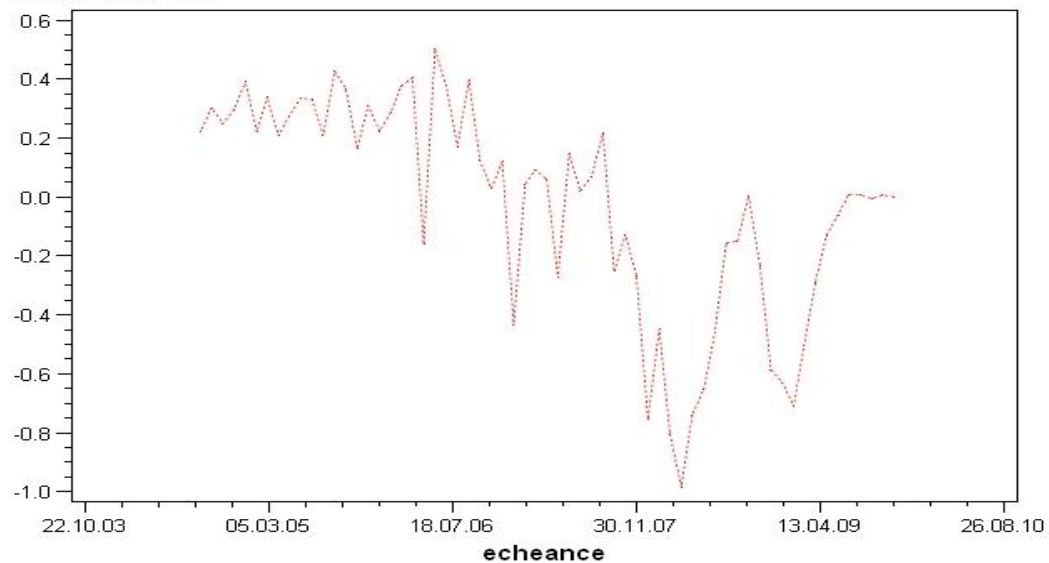
<b>Pearson Correlation Coefficients, N = 69</b> <b>Prob &gt;  r  under H0: Rho=0</b>					
	<b>taux_ Al</b>	<b>taux_eur3 m</b>	<b>taux_eur6 m</b>	<b>taux_court_US A</b>	<b>taux_court_U K</b>
<b>taux_Al</b>	1.00000	0.80795	0.80171	0.62695	0.66576
		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
<b>taux_eur3m</b>	0.80795	1.00000	0.99816	0.51212	0.68345
taux_eur3m	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
<b>taux_eur6m</b>	0.80171	0.99816	1.00000	0.51312	0.66032
taux_eur6m	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001
<b>taux_court_U SA</b>	0.62695	0.51212	0.51312	1.00000	0.72296
taux	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001
<b>taux_court_U K</b>	0.66576	0.68345	0.66032	0.72296	1.00000
taux	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	

Les taux  $_A I$  tel qu'ils apparaissent aujourd'hui semblent être bien corrélés avec les taux du marché interbancaire surtout ceux de la zone euro avec un coefficient de corrélation très significatif de 0.81 c'est ce que montre les figures précédentes et le tableau précédent. On peut donc conclure qu'une bonne partie de l'activité internationale de prêts et emprunts se fait dans la zone euro. Il faut également noter que la corrélation n'implique pas nécessairement la causalité. Pour vérifier la causalité il faut effectuer des tests de causalité comme le test de Pairwise Granger. En faisant le test de causalité on constate qu'il existe une relation causale entre le taux  $_A I$ , les taux euribor 3 mois et les taux courts USA. On peut également faire une analyse de la variance on se rend également compte que le taux  $_A I$ , les taux euribor 3 mois et les taux courts USA sont très liées la régression linéaire que nous effectuerons dans la suite de nos travaux nous donnera l'équation qui lie ces 3 taux.

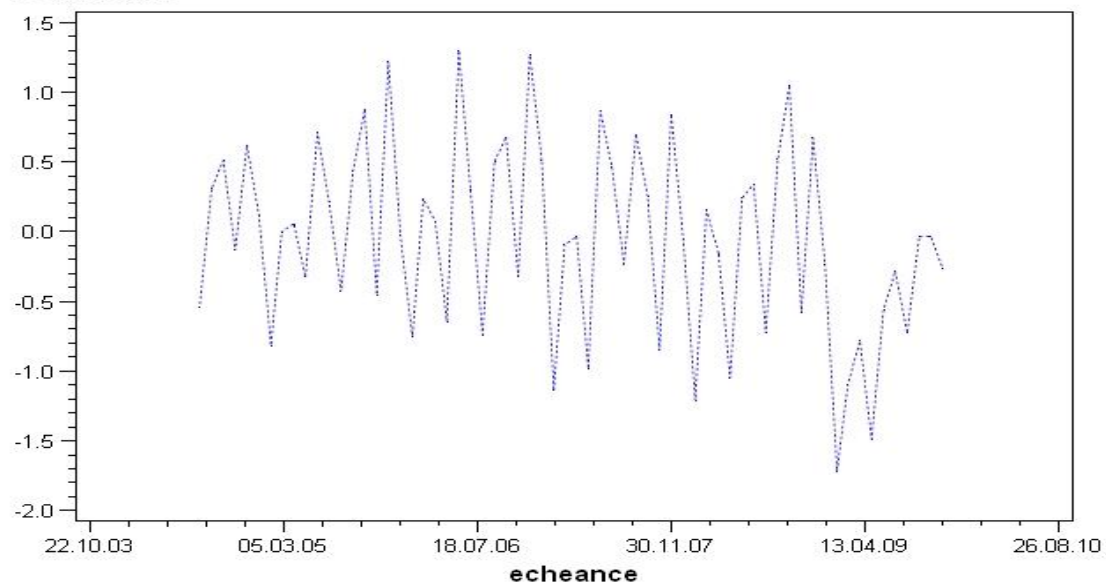
On poursuit notre analyse en effectuant une régression linéaire. Mais avant tout nous allons chercher à rendre les séries stationnaires en utilisant la moyenne mobile sur 6 mois les nouvelles séries que nous obtenons sont les suivantes :



res\_tx\_crt\_USA1



res\_taux\_AI



Banque de France, Sentier  
École Centrale Marseille  
Option Mathématiques Appliquées – Finance

## The AUTOREG Procedure

<b>Dependent Variable</b>	res_taux_AI_D11
---------------------------	-----------------

Table D 11: Final seasonally adjusted data
--

## The AUTOREG Procedure

## Ordinary Least Squares Estimates

<b>SSE</b>	3.99918672	<b>DFE</b>	60
<b>MSE</b>	0.06665	<b>Root MSE</b>	0.25817
<b>SBC</b>	17.5219059	<b>AIC</b>	11.0925017
<b>Regress R-Square</b>	0.4902	<b>Total R-Square</b>	0.4902
<b>Durbin-Watson</b>	1.6572		

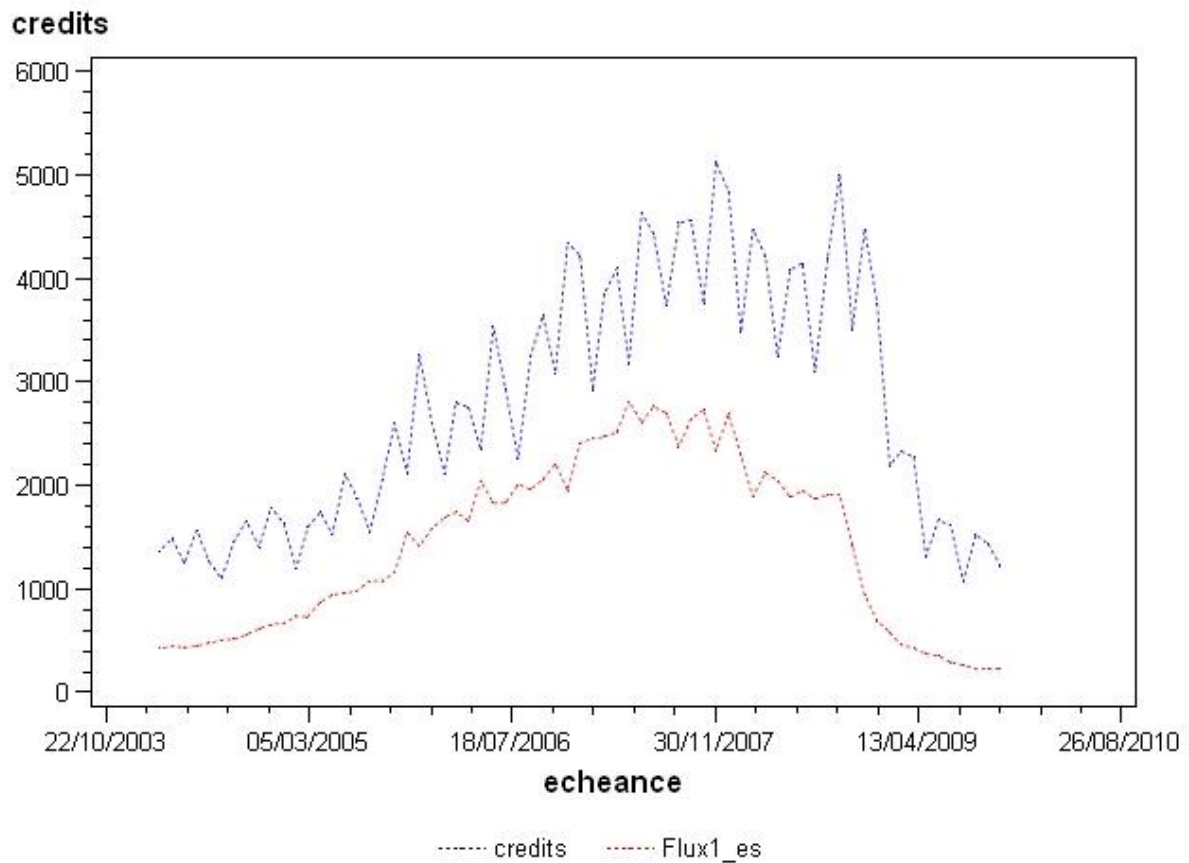
Variable	DF	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr >  t	Variable Label
Intercept	1	-0.0238	0.0328	-0.73	0.4708	
res_tx_eur3m(-1)	1	0.4534	0.0752	6.03	<.0001	Table D 11: Final seasonally adjusted data
res_tx_crt_USA(-1)	1	0.2414	0.1015	2.38	0.0206	Table D 11: Final seasonally adjusted data

On constate donc que les seuls taux qui expliquent le taux\_AI à 75% sont les taux courts de la zone euro et les taux courts USA. Les coefficients sont très significatifs on retrouve bien le même résultat que les analyses faites précédemment. Ce qui nous donne donc une idée de découpage de notre portefeuille. Notre portefeuille va donc être découpé de la manière suivante : CT\_intra, LT\_intra, CT\_extra, et LT\_extra.

## C) modélisations

### 1. 1<sup>ère</sup> méthode :

Ici on suppose que le taux\_ai vaut soit le taux euribor 3 mois, soit le taux court USA. Après avoir découpé notre portefeuille on applique le taux\_eur3m à la zone CT\_intra et le taux\_court\_USA à la zone CT\_extra, ensuite on calcule les nouveaux flux(Flux1\_es) pour les comparé aux flux de départ (débits), on obtient donc les courbes suivantes :

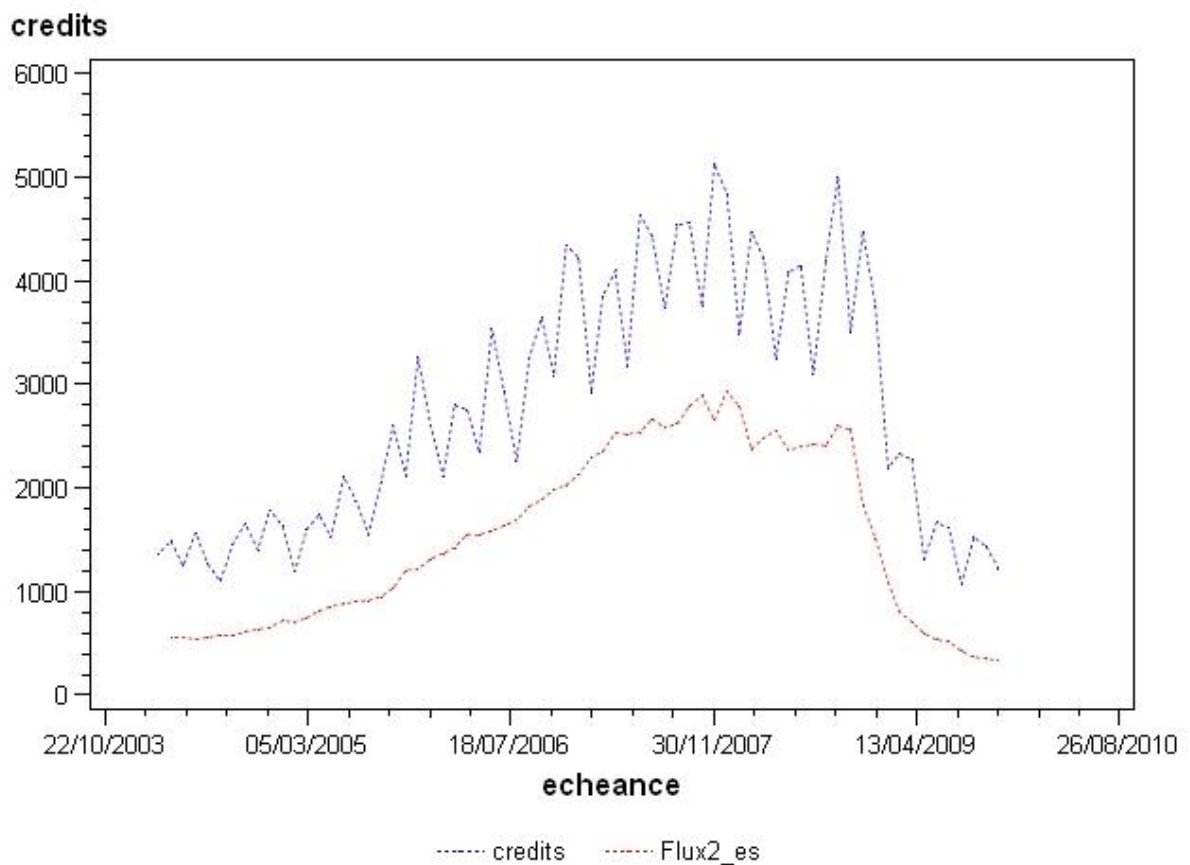


Au regard de ce graphe on constate bien que les taux du marché interbancaire n'expliquent pas vraiment le  $\text{taux}_{AI}$ , on se rend donc compte qu'on perd beaucoup d'informations en utilisant cette première méthode. Il ya des taux implicites qui existent et pour lesquels on a aucune information, il va donc falloir trouver une méthode pour estimer ces taux.

Banque de France, Sentier  
École Centrale Marseille  
Option Mathématiques Appliquées – Finance

## 2. 2ème méthode

On considère maintenant que c'est le même taux appliqué à l'ensemble du portefeuille avec TA une fonction des taux du marché interbancaires  $TA=f(t_m^i)$  dans notre cas  $TA=0.4534*\text{taux\_eur3m}(-1)+0.2414*\text{taux\_court\_USA}(-1)-0.0238$ . On a donc un nouvel estimateur des flux appelé Flux2\_es on le compare avec les flux du départ (débits) on obtient donc les courbes suivantes :





En observant la courbe ci-dessus on constate qu'il nous manque encore beaucoup d'informations c'est d'ailleurs ce qui est expliqué par la régression linéaire donc cette méthode ne va pas être retenue. Dans la suite de notre travail nous allons essayer de voir si on peut trouver d'autres estimateurs meilleurs que celui-ci dessus en utilisant des méthodes différentes.

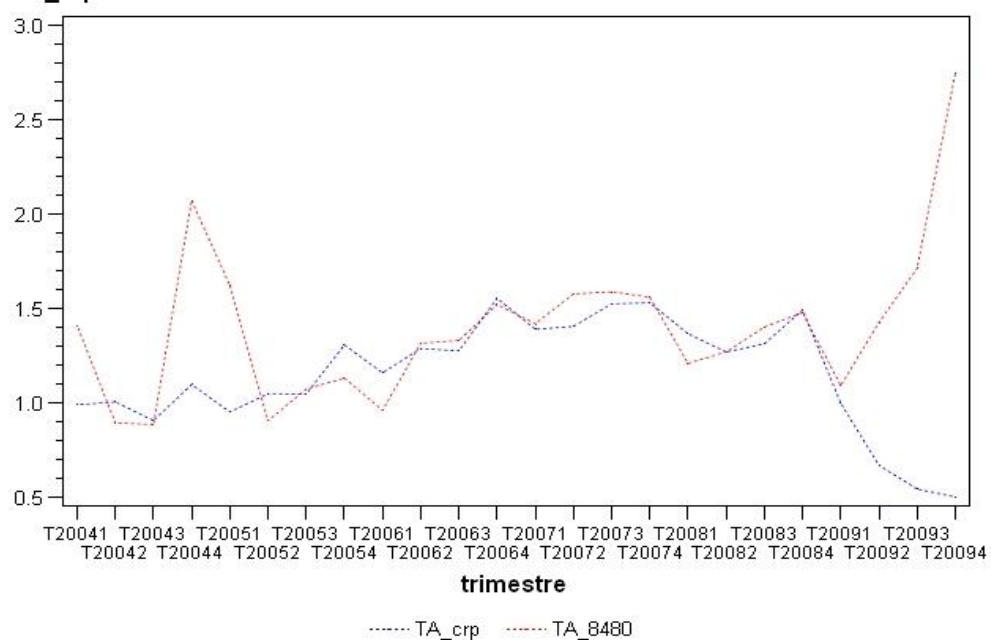
### 3. 3<sup>ème</sup> méthode

Ici nous faisons une étude sur les séries trimestrielles. En fait on cherche à voir si on peut estimer les flux à partir des données d'une autre source, la source 8480 c'est celle dont les données seront encore observées après 2010 se sont des données trimestrielles, la table sur laquelle nous travaillons et dont les données ne seront plus observables après 2010 est la table\_crp (crp=compte rendu du paiement). Nous commençons par comparer les données de flux et les données de taux de ces deux sources, pour cela nous avons tracé les courbes de ces données et nous avons obtenu les résultats suivants :

rec\_8480

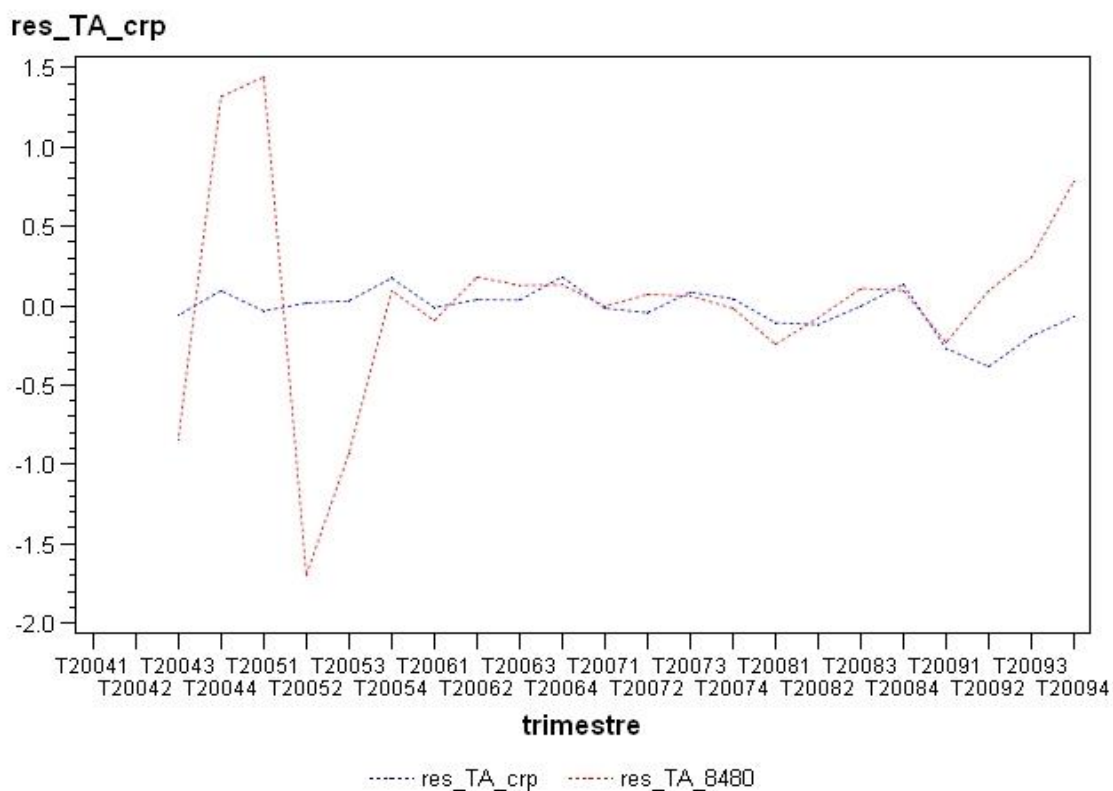


TA\_crp



Banque de France, Sentier  
 École Centrale Marseille  
 Option Mathématiques Appliquées – Finance

On observe donc une bonne corrélation entre ces courbes. On voit bien qu'il existe une liaison entre les données de la source CRP et celles de la source 8480. On va donc effectuer une régression linéaire entre les données de taux de ces 2 sources afin d'obtenir l'équation qui les lie. Mais avant tout on va rendre les séries stationnaires en utilisant une moyenne mobile sur 3 mois. Les nouvelles séries obtenues sont les suivantes :



On constate bien qu'elles sont stationnaires. Nous avons donc procédé à une régression linéaire et nous avons obtenu les résultats suivants :

## The AUTOREG Procedure

Dependent Variable res\_TA\_crp

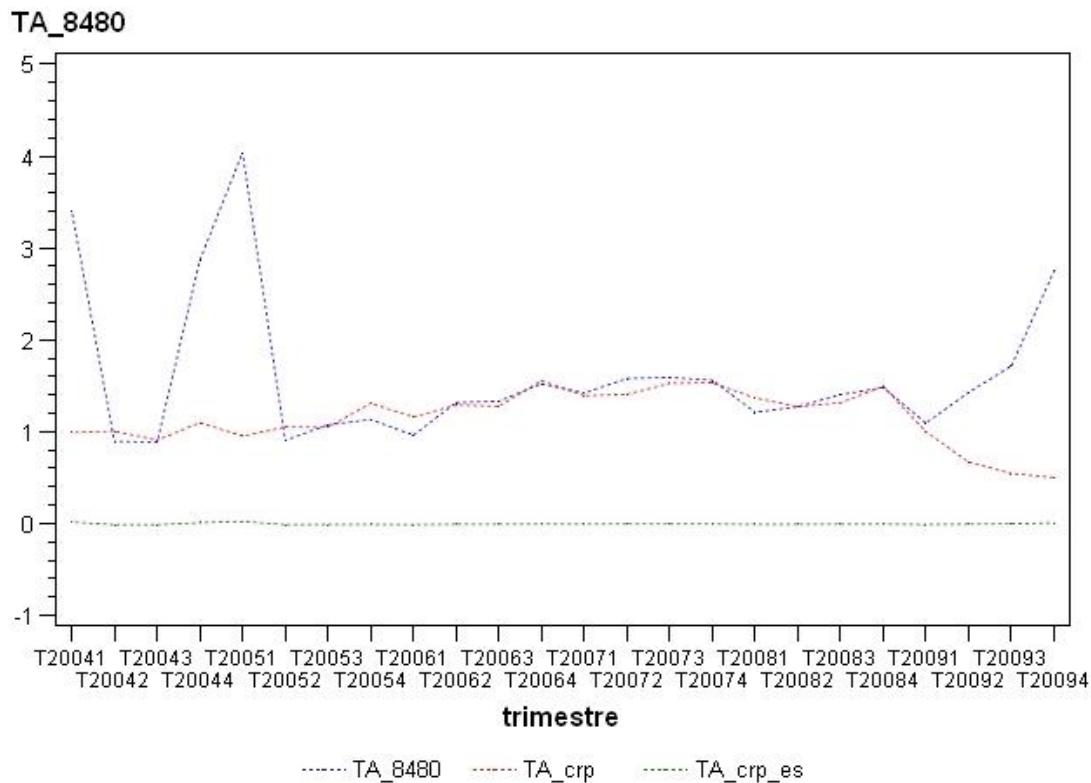
## The AUTOREG Procedure

## Ordinary Least Squares Estimates

<b>SSE</b>	0.38705485	<b>DFE</b>	20
<b>MSE</b>	0.01935	<b>Root MSE</b>	0.13911
<b>SBC</b>	-20.269709	<b>AIC</b>	-22.451794
<b>Regress R-Square</b>	0.0029	<b>Total R-Square</b>	0.0029
<b>Durbin-Watson</b>	1.1667		

Variable	DF	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr >  t
<b>Intercept</b>	1	-0.0224	0.0297	-0.75	0.4597
<b>res_TA_8480</b>	1	0.0110	0.0459	0.24	0.8132

On a donc  $TA\_crp\_es = 0.0110 \cdot TA\_8480 - 0.0224$ ,  $TA\_crp$  est expliqué ici à 68% avec des coefficients très significatifs. Nous allons maintenant comparer cette nouvelle valeur calculée aux anciennes valeurs observées, pour cela nous allons tracer les différentes courbes de ces données nous obtenons donc les résultats suivants :



Ce nouvel estimateur n'explique pas du tout les données observées. C'est d'ailleurs ce que nous explique la regression faite plus haut on a des coefficients qui ne sont pas du tout significatifs et le taux\_8480 explique le taux crp à 0.29% on peut donc conclure qu'il n'existe pas de relation linéaire entre les taux de ces 2 sources. Nous allons maintenant passer à un modèle plus compliqué.

#### 4. 4<sup>ème</sup> méthode

On suppose que les taux sont arbitraires c'est-à-dire on les rend endogène et dans ce cas la on essaye de trouver une bonne méthode d'estimation. On est donc amené à résoudre le système d'équation suivant :

$$Y_t = C_t \theta_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\theta_t = A_t \theta_{t+1} + B_t \sum_i T_{it} + \eta_t \quad (2)$$

Où les  $y$  représentent les taux observés,  $C$  est la matrice de structure,  $T_{it}$  sont les taux du marché interbancaire et les  $\theta$  sont les valeurs recherchées. On est donc en présence d'un modèle dynamique à variables inobservables encore appelé modèle espace d'états.

L'équation (1) est appelée équation de mesure et l'équation (2) est appelée équation de transition elle décrit la dynamique du vecteur d'état  $\theta$ . La meilleure façon d'estimer ce modèle c'est d'utiliser la technique du filtre de Kalman dans laquelle les processus  $\varepsilon_t$  et  $\eta_t$  sont non auto corrélés, non corrélés entre eux et vérifient  $E(\varepsilon_t) = 0$ ,  $V(\varepsilon_t) = R_t$ ,  $E(\eta_t) = 0$  et  $V(\eta_t) = Q_t$ . Les matrices  $A$ ,  $C$ ,  $Q$ , et  $R$  sont généralement non stochastiques mais elles peuvent dépendre du temps de façon déterministe. Elles peuvent aussi dépendre des paramètres du modèle. Nous vous présentons maintenant le filtre de covariance de Kalman que nous avons utilisé pour estimer notre modèle.

#### Filtre de covariance de Kalman :

On se propose de calculer récursivement :

$${}_t\theta_t^* = E(\theta_t | Y_0, \dots, Y_t)$$

En introduisant un algorithme ne contenant que des opérations simples à effectuer. Cette simplicité est obtenue en mettant à jour non seulement  ${}_t\theta_t^*$ , mais également un certain nombre d'autres quantités s'interprétant comme des prévisions ou des erreurs quadratiques moyennes de prévisions ces quantités sont :

- L'erreur moyenne de prévision sur  $\theta_t$  à la date  $t$ .

$${}_t\Sigma_t = E [({}_t\theta_t - {}_t\theta_t^*) ({}_t\theta_t - {}_t\theta_t^*)'] = V({}_t\theta_t - {}_t\theta_t^*)$$

- La prévision de  $\theta_t$  faite à la date  $t-1$  :

$${}_{t-1}\theta_t^* = E (\theta_t | Y_0, \dots, Y_{t-1})$$

- L'erreur quadratique moyenne de prévision correspondante :

$${}_{t-1}\Sigma_t = E [({}_t\theta_t - {}_{t-1}\theta_t^*) ({}_t\theta_t - {}_{t-1}\theta_t^*)'] = V({}_t\theta_t - {}_{t-1}\theta_t^*)$$

La définition du filtre est la suivante :

Pour  $t \geq 0$  on a les relations suivantes :

$$1) \quad {}_t\theta_t^* = {}_{t-1}\theta_t^* + K_t (Y_t - C_t {}_{t-1}\theta_t^*)$$

Avec  $K_t = {}_{t-1}\Sigma_t C_t' (C_t {}_{t-1}\Sigma_t C_t' + R)^{-1}$  ;  $c'$  est le gain du filtre à la date  $t$

$$2) {}_t\hat{\Sigma}_t = (Id - K_t C_t) {}_{t-1}\hat{\Sigma}_t;$$

$$3) {}_t\theta_{t+1}^* = A_t {}_t\theta_t^* + B_t \sum_i T_{it}$$

$$4) {}_t\hat{\Sigma}_{t+1} = A_t {}_t\hat{\Sigma}_t A_t' + Q$$

Les équations 1) et 2) sont appelées les équations de mise à jour des mesures elles permettent de modifier l'approximation de  $\theta_t$  et la précision correspondante, lorsqu'on dispose d'une observation nouvelle  $Y_t$ . Les équations 3) et 4) sont dites de mise à jour du temps : elles expliquent comment déterminer la prévision de  $\theta_{t+1}$ , à partir du lissage de  $\theta_t$  et donnent les modifications associées des matrices de variance covariance des erreurs.

On peut aussi noter que les formules 2) et 4) relatives aux matrices de variance-covariance  ${}_t\hat{\Sigma}_t$   ${}_t\hat{\Sigma}_{t+1}$  ne font pas intervenir les observations  $Y_0, \dots, Y_t$  elles peuvent donc être utilisées indépendamment des deux autres formules 1) et 3) et avant de disposer des observations. On dit que le calcul peut être fait hors ligne.

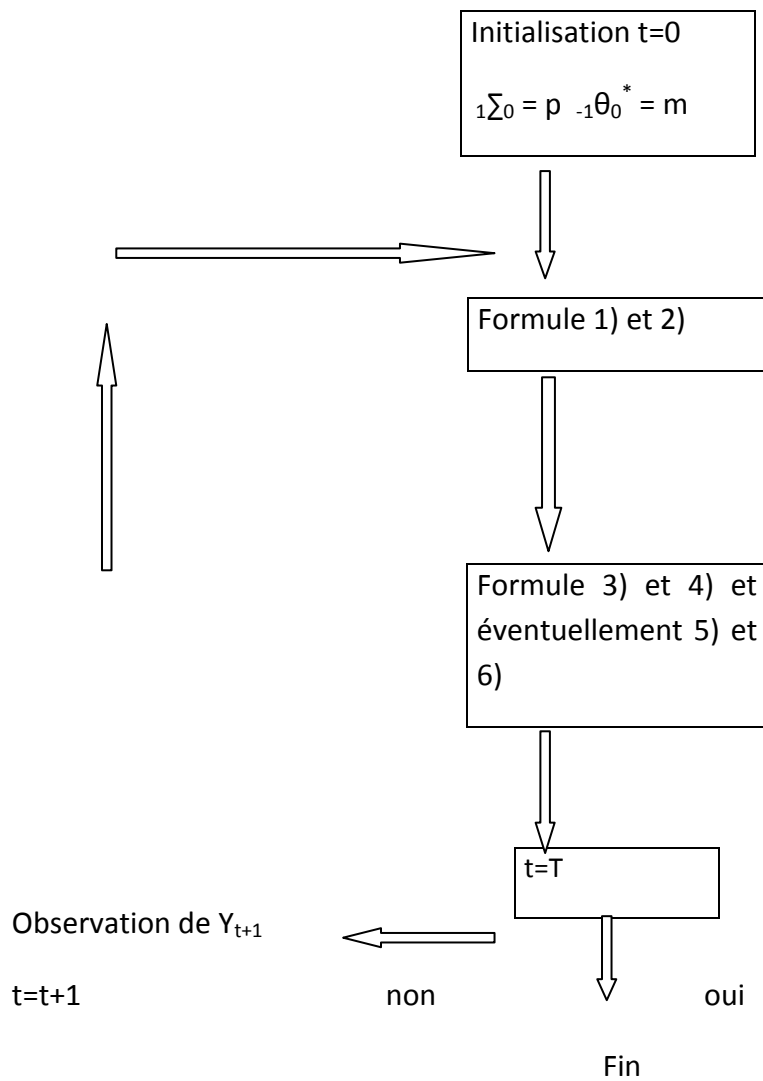
On peut directement déduire du filtre de covariance des formules de calcul des prévisions à l'horizon 1 sur l'observation.

$$5) {}_tY_{t+1}^* = C_{t+1} {}_t\theta_{t+1}^*$$

$$6) {}_tM_{t+1} = C_{t+1} {}_t\hat{\Sigma}_{t+1} C_{t+1}' + R$$

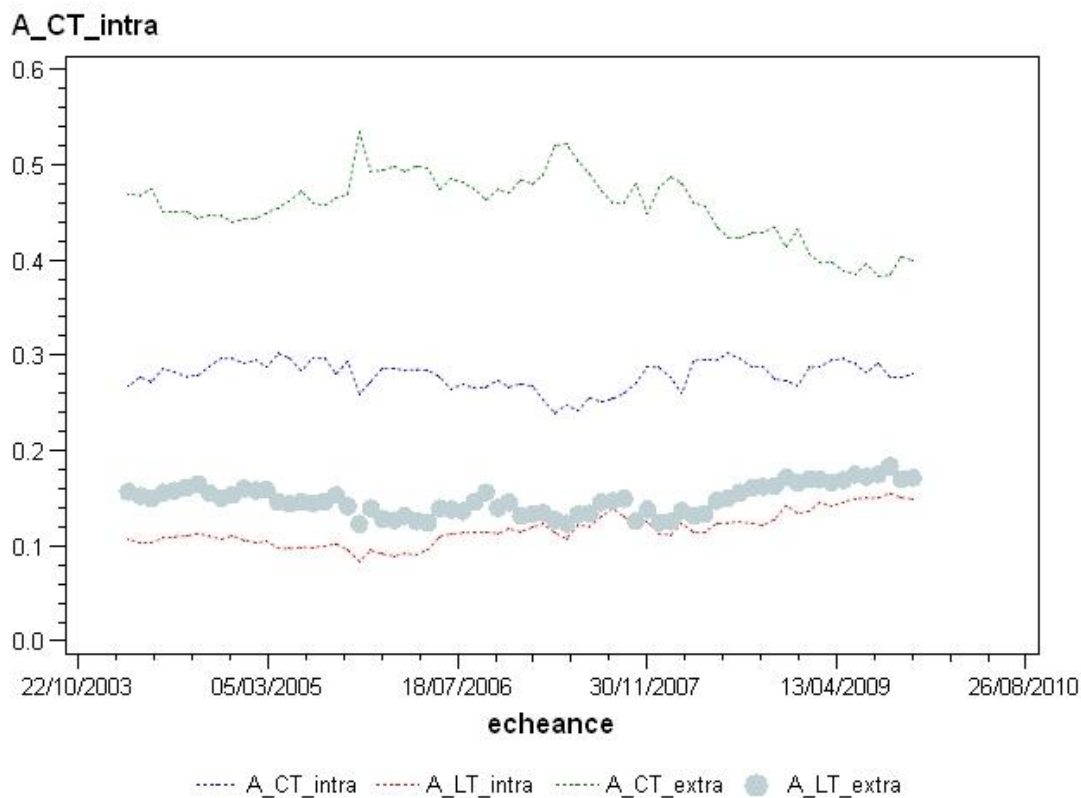


**Déroulement du filtre :**

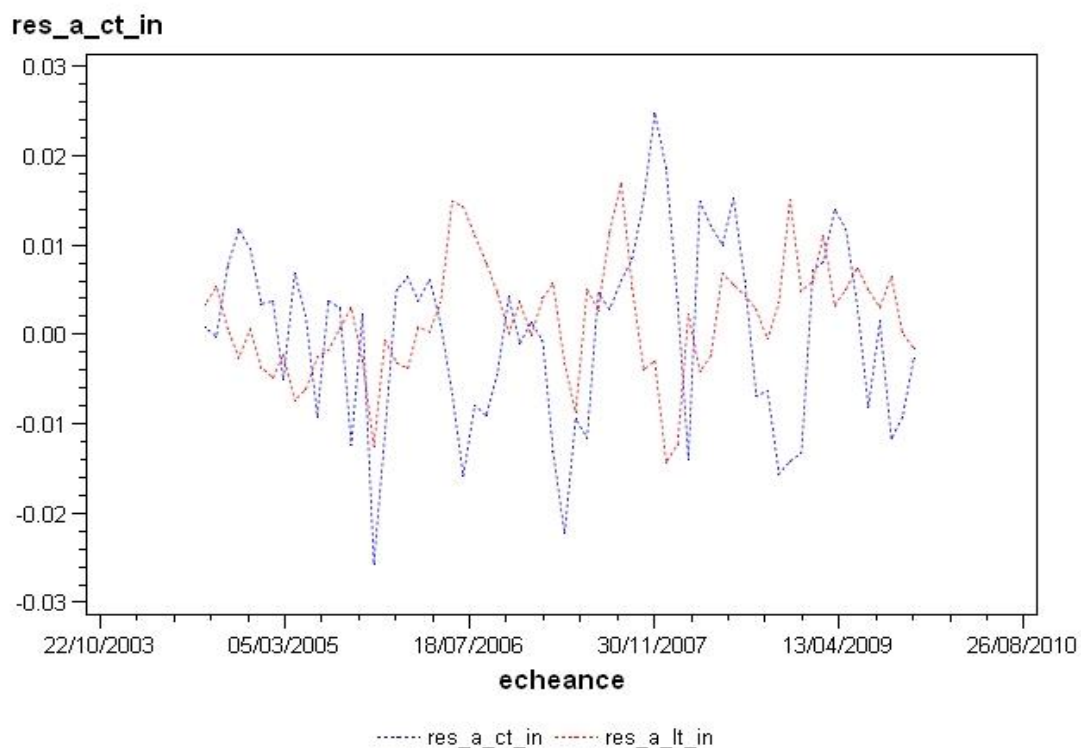


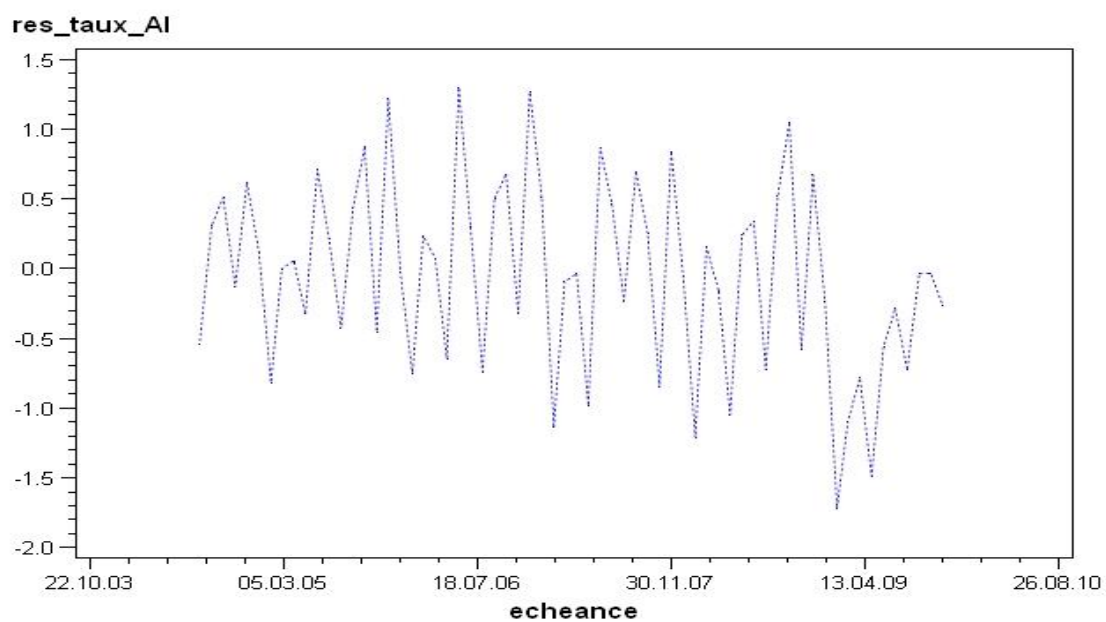
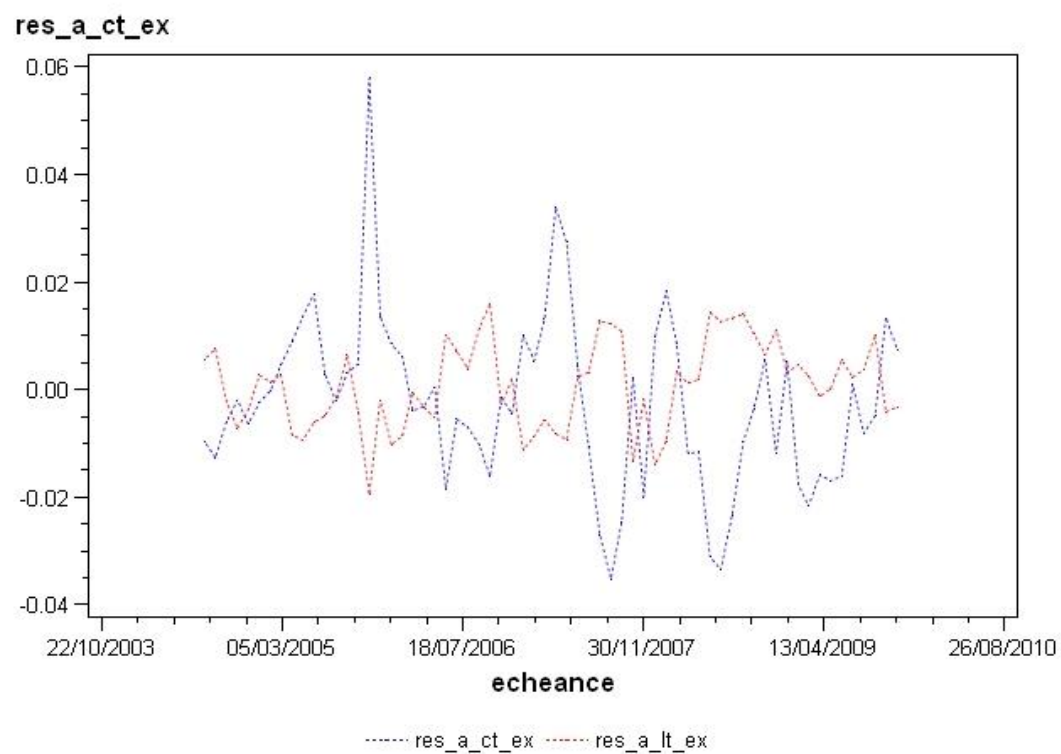
Avril-septembre 2010

Avant de procéder à la résolution du système d'équation par le filtre de Kalman, nous commençons d'abord par chercher à estimer les valeurs initiales des  $\theta_t$ . Pour ce faire on va commencer par calculer les structures c'est-à-dire le rapport entre le montant de fin de période et le montant total, Afin de pouvoir faire une régression linéaire sur le taux\_AI et ceci nous donnera une estimation des valeurs initiales des  $\theta_t$ . Après avoir découpé notre porte feuille comme indiqué précédemment nous avons calculé les différentes structures et nous avons obtenu le graphe suivant:



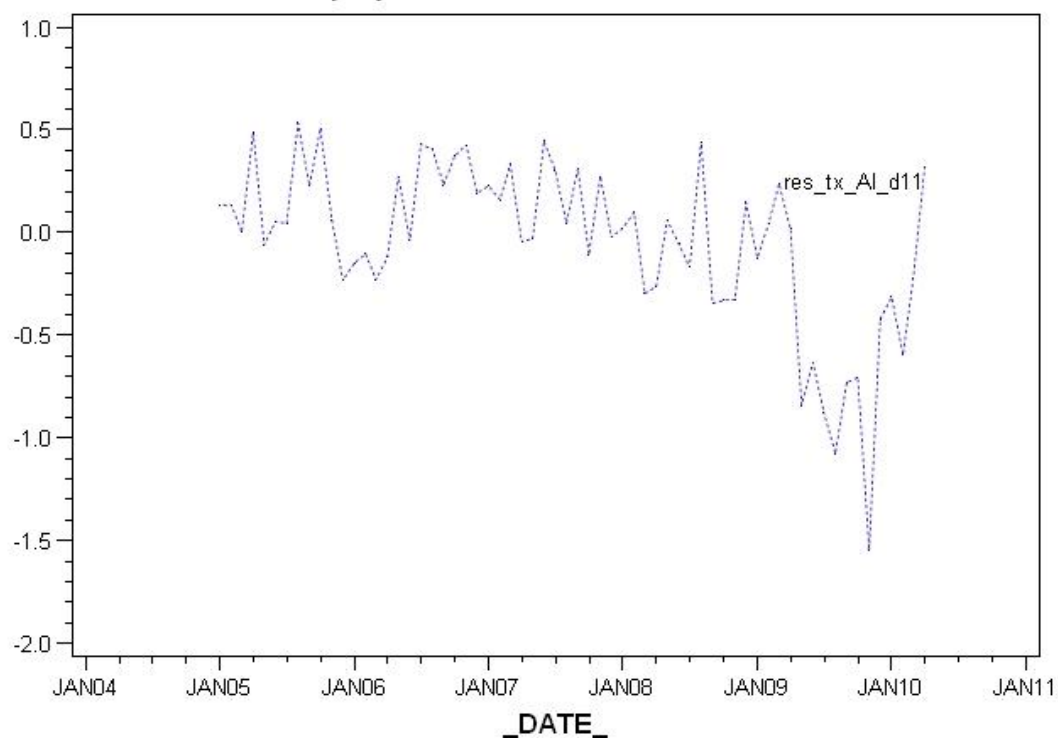
En observant cette figure on constate bien que les séries qui y sont présentées ne sont pas stationnaires. On peut également vérifier la stationnarité en utilisant par exemple le test de DICKEY ( *adf*) dans la proc *arima*. Nous allons donc chercher à rendre ces séries stationnaires ainsi que la série des *taux\_AI* en utilisant soit un lissage exponentielle, une moyenne mobile, ou un filtre de Hodrick Prescott quelque soit les méthodes utilisées on aboutira au même résultat. Dans notre travail nous avons utilisé le filtre de Hodrick Prescott et la moyenne mobile pour valider nos résultats. En ce qui concerne la moyenne mobile nous avons fait une moyenne mobile sur 6 mois pour chaque série et en suite nous avons calculé les différents résidus c'est-à-dire la différence entre la série non stationnaire et la série issue de la moyenne mobile, nous avons donc obtenu les courbes suivantes :



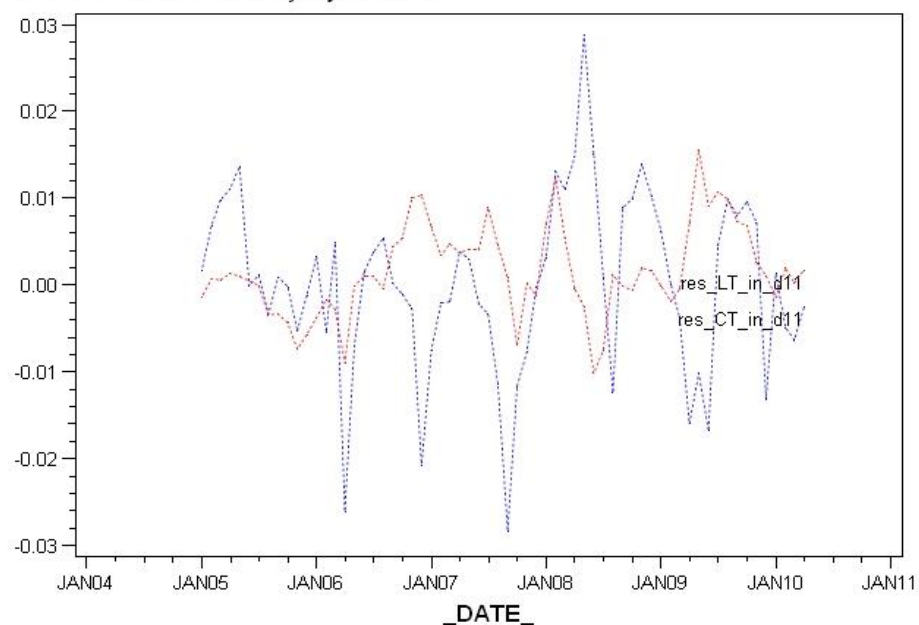


En observant les courbes précédentes nous constatons bien que les séries sont stationnaires mais ces courbes présentent des saisonnalités qui risquent de fausser les calculs, nous allons donc utiliser la proc X12 pour enlever ces saisonnalités. Les nouvelles courbes obtenues sont les suivantes :

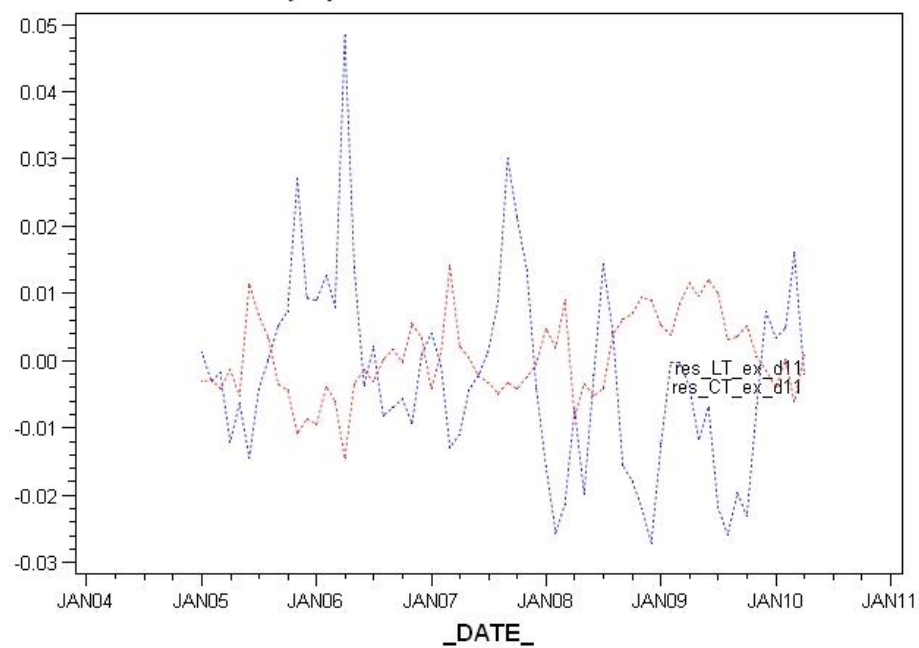
**Table D 11: Final seasonally adjusted data**



**Table D 11: Final seasonally adjusted data**



**Table D 11: Final seasonally adjusted data**



Nous procédons maintenant à une régression linéaire et les résultats obtenus sont les suivants:

#### The AUTOREG Procedure

**Dependent Variable** res\_taux\_AI\_D11

Table D 11: Final seasonally adjusted data

#### The AUTOREG Procedure

##### Ordinary Least Squares Estimates

<b>SSE</b>	3.49842197	<b>DFE</b>	54
<b>MSE</b>	0.06479	<b>Root MSE</b>	0.25453
<b>SBC</b>	27.5143445	<b>AIC</b>	12.7382274
<b>Regress R-Square</b>	0.5533	<b>Total R-Square</b>	0.5533
<b>Durbin-Watson</b>	1.8629		

Variable	DF	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr >  t
Intercept	1	0.007687	0.0337	0.23	0.8206
taux_ai1	1	0.3836	0.1161	3.31	0.0017
taux_ai2	1	-0.0279	0.1300	-0.21	0.8309
taux_ai3	1	0.3616	0.1179	3.07	0.0034
a_ct_intra(-1)	1	14.8580	4.7329	3.14	0.0027
a_ct_extra(-1)	1	15.9630	3.7212	4.29	<.0001
a_lt_extra	1	14.0040	6.3565	2.20	0.0319

Nous constatons donc que les valeurs initiales pour  $\theta$  sont de l'ordre de 14% et sont très significatifs dans la régression, ils expliquent les taux\_ai à 55% avec un coefficient de Durbin-Watson à 1.86. C'est donc ces valeurs initiales que nous allons utiliser dans le filtre de Kalman pour prédire les valeurs du taux\_ai.



## Conclusion :

L'objectif de ce stage était la mise en place d'un outil de simulation permettant de prédire les revenus d'intérêts des autres investissements pour le calcul du PIB.

Ma mission au sein de l'entreprise Banque de France était principalement d'amorcer ce projet, et de trouver les différentes méthodes possibles d'estimation de ces revenus d'intérêts.

Malgré les petites difficultés rencontrées au cours de ce projet, je suis satisfaite des travaux obtenus, ils m'ont permis de connaître de manière concrète les problématiques auxquelles est confronté un statisticien, d'approfondir mes connaissances en économétrie, et en statistiques ce qui me sera très utile pour la suite.

Ce projet aura également permis d'expérimenter un vrai travail d'équipe au sein d'une entreprise, avec toutes les exigences que cela nécessite.