

# What drives Health Care Expenditure since 1950 in France?

A time-series study with structural breaks  
and non linearity approaches

Thomas Barnay et Olivier Damette  
(Erudite, Université Paris-Est Créteil)

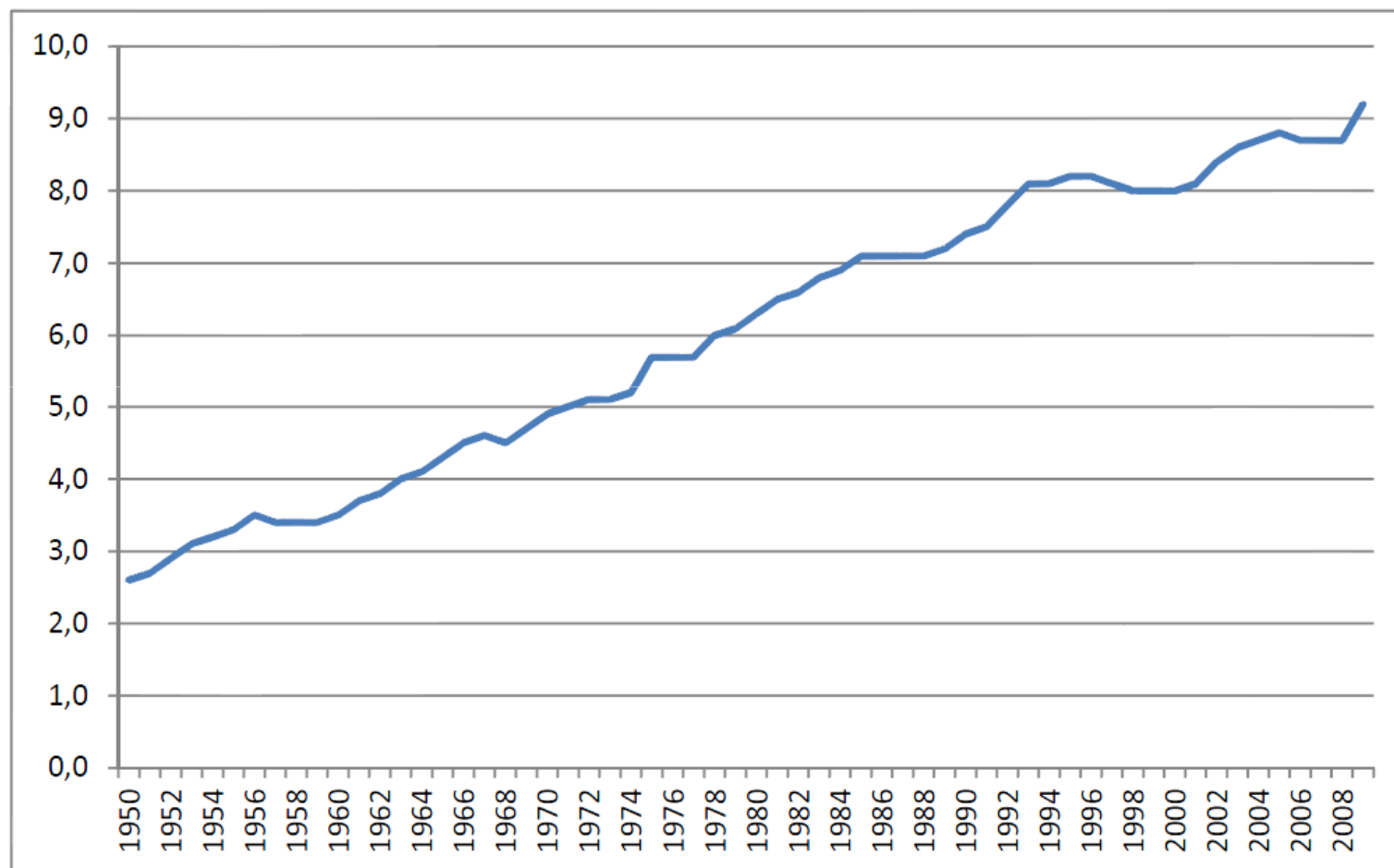
**Thomas RENAUD (Consultant indépendant)**

JESF 2011, Clermont-Ferrand

# Contexte

- **Travail sur la relation macroéconomique du revenu (PIB) et de la dépense de santé (soins) en France depuis 1950**
- **Evolution de la dépense de santé (soins) en France :**
  - Croissance rapide et non linéaire
  - Evolution concomitante de la richesse (PIB)
  - Mais croissance de la dépense de santé plus rapide que le PIB
  - En France, en 2008 :
    - Dépense de santé = 11,2% du PIB
    - Dépense de soins = 9,3% du PIB

# Part de la CSBM dans le PIB (France)



Environ +1 point de part de PIB par décennie depuis 1970

# Objectifs

- 1. Evaluer l'impact macroéconomique du revenu (PIB) sur la dépense de soins en France**
  - Mesure d'élasticité revenu (dans une relation de co-intégration linéaire)
  - En contrôlant par des effets de structure (démographie, densité médicale)
- 2. Mesurer l'effet prix relatif** dans l'évolution de la dépense de soins
- 3. Etablir une relation formelle plus précise (non uniquement linéaire) entre les séries de PIB et dépense de soins:**
  - **Identifier et prendre en compte les « ruptures de tendance »** dans les séries
  - Tester l'existence d'une **relation non-linéaire (et modéliser cette relation non linéaire)**

# Littérature (International)

- **Déterminants classiques de la dépense de soins :**
  - Revenus (Newhouse, 1977; Freeman, 2003)
  - Innovation/technologie médicale (Newhouse, 1992)
  - Structure démographique et épidémiologique (Culyer, 1988)
  - Effet prix (Baumol, 1967)
  - Demande induite (Evans, 1974; Fuchs, 1978)
  - Facteurs institutionnels et systémiques (Hitiris and Posnett, 1992)

# Littérature (International)

- **Impact macro du revenu sur la dépense de santé :**
  - Elasticité revenu : la santé comme « bien supérieur » ?
  - **Elasticités revenu  $> 1$**  (Newhouse, 1977; Jedell et al, 2003)
  - Mais remise en cause (artefacts méthodologiques sur les séries de long-terme) dans des études récentes :
    - Elasticités revenus largement  $< 1$  sur séries US et comparaisons de pays de l'OCDE
    - Environ 0,4 (Moscone et Tosetti, 2004) ou 0,8 (Freeman, 2003)
  - Elasticité revenu  $< 1$  chez les plus jeunes et  $> 1$  dans les économies vieillissantes (Herwatz and Theilen, 2010)

# Littérature (France)

- **Peu de travaux sur données françaises :**
  - Impossibilité d'intégrer les données françaises dans les comparaisons et les analyses poolées sur plusieurs pays (série de données non comparable)
  - Limites méthodologiques
- **Elasticités revenus  $< 1$**   
(L'Horty et al, 1997; Mahieu, 2000; Missegue et Pereira, 2005)
- **Effet prix négatif**  
(Murillo, 1993; Albouy et al, 2009)
- **Impact « légèrement » positif du vieillissement mais difficulté classique à différencier les effets :**
  - Effets âge, génération, état de santé, proximité du décès...

# Données

- **Séries chronologiques :**
  - Dépense de santé : approchée par la « Consommation de Biens et Services Médicaux » (**CSBM**) uniquement
  - **PIB**
  - Période longue : **1950-2009**
- **Séries d'indicateurs complémentaires :**
  - Démographique (% des plus de 65 ans dans la population)
  - De prix relatif de la santé (en base 100 pour 1950)
  - De densité médicale (de médecins libéraux)
- Pas d'autres indicateurs d'évolution, notamment :
  - De l'état de santé
  - Du progrès médical

# Méthode (rappel)

**Constat de base** : la plupart des séries macroéconomiques usuelles sont non stationnaires (Granger, 1966) :

- Dépense de santé et PIB notamment
- Suite à un choc, ces séries n'ont pas tendance à revenir à leur valeur pré-choc : pas de « force de rappel » ni de valeur de référence

Ces séries sont généralement intégrées à un ordre  $d$  :

- $Y_t - Y_{t-d}$  est stationnaire

2 séries peuvent avoir une relation de **co-intégration** :

- $X_t$  et  $Y_t$  sont intégrées au même ordre
- $Y_t = \alpha + \beta X_t + \varepsilon_t$
- Avec  $\varepsilon_t$  est une série stationnaire (idéalement un bruit blanc)

# Méthode (stratégie)

- 1. Etablir l'existence d'une relation de co-intégration linéaire entre PIB et CSBM**
- 2. Modéliser cette relation de co-intégration linéaire :**
  - En contrôlant par la structure d'âge, l'effet prix relatif et la densité médicale
  - En introduisant une composante déterministe de tendance linéaire (pour capturer les caractéristiques inobservées, comme l'innovation médicale)
- 3. Identifier des ruptures structurelles dans l'évolution (séparée et concomitante) de la CSBM et du PIB**
- 4. Tester l'existence d'une relation non linéaire CSBM-PIB et modéliser cette relation non-linéaire**

# 1. Co-intégration linéaire : méthode

- **Test de la relation de co-intégration entre CSBM et PIB :**
  - A quel ordre ces séries sont-elles intégrées ?  
(Test de Dickey-Fuller augmenté)
  - Existe-t-il une relation de co-intégration linéaire du type :  
$$\log(\text{CSBM}) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(\text{PIB}) + Z_t + u_t$$
  
i.e. dans laquelle  $u_t$  serait un processus stationnaire ?
  - Utilisation d'une modélisation par VAR (Vecteur Auto-Régressif)  
(Méthode de Johansen, 1991)
- **Estimation des coefficients de la modélisation par :**
  - Par Dynamic OLS (Stock and Watson, 1993)

# 1. Co-intégration linéaire : méthode

- **Spécification du modèle de co-intégration linéaire :**

$$\log(\text{CSBM}) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(\text{PIB}) + Z_t + u_t$$

- $\alpha_1$  est l'élasticité revenu
- $\alpha_0$  est un terme constant et  $u_t$  un processus stationnaire

- **Le vecteur de co-intégration  $Z_t$  inclut :**

- Le % de la population âgée de plus de 65 ans
- Un index des prix relatifs de la santé
- Une mesure de densité médicale
- Une tendance linéaire :
  - Pour capturer les effets des caractéristiques inobservées
  - Notamment l'évolution de la technologie médicale

# 1. Co-intégration linéaire : résultats

## La CSBM et le PIB sont :

- Intégrées d'ordre 1 :  $\Delta(\text{CSBM})$  et  $\Delta(\text{PIB})$  sont stationnaires
- *Co-intégrées linéairement*

## Résultats de la modélisation de co-intégration linéaire :

Table 4: DOLS estimates

Variable	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) with log
Constant	-11.16***	-12.62***	-6.10	-9.43***	-4.84***	-6.43***	-8.15***
LnGDP	1.64***	1.76***	1.68***	2.16***	1.53***	1.48***	1.38***
LnPrice			-1.26***	-1.93***	-1.04***	-0.65**	-0.48***
Linear Trend		-0.00		-0.01***	0.01***		
Pop over 65					-0.04***	-0.01	-0.06
Density						0.00***	0.53***

Note: Lags and leads have been selected using the Akaike criterion.

# 1. Co-intégration linéaire : résultats

- **Elasticité revenu entre 1,4 et 2,2**
- **Elasticité prix entre -0,5 et -1,9**
- **Densité médicale : impact  $> 0$**
- **Age (% de plus de 65 ans) : impact  $< 0$**

## 2. Ruptures structurelles

- **Existe-t-il des « ruptures de tendance » (*structural breaks*) dans les évolutions du PIB et de la CSBM ?**
  - Séparément dans les évolutions des deux séries (Test de racine unitaire à 2 ruptures endogènes ; Lee and Strazicich, 2003)
  - Conjointement dans la relation entre PIB et CSBM :
    - Dans la tendance linéaire introduite dans le modèle de co-intégration (composante déterministe)
    - Dans le vecteur de co-intégration entre les 2 séries
    - (Carrion and Sanso, 2006)
- **2 types de ruptures peuvent être identifiées :**
  - Les ruptures en niveau (chocs)
  - Les ruptures en tendance (inflexions de la pente)

## 2. Ruptures structurelles

### **Ruptures structurelles dans l'évolution de la CSBM :**

- Rupture de niveau en 1976
- Rupture de tendance en 1994
- *Diminution / ralentissement de la croissance de la CSBM*

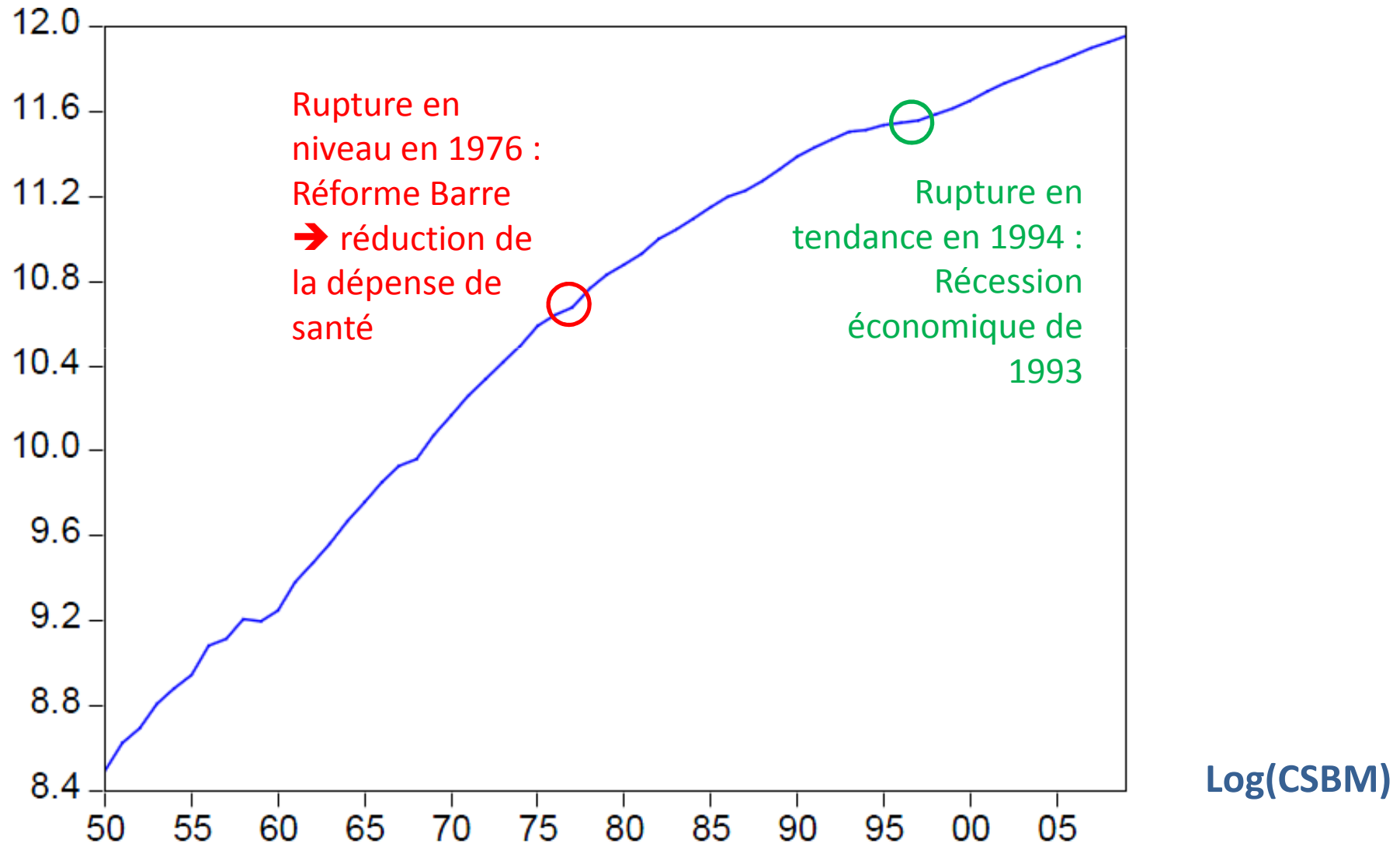
### **Ruptures structurelles dans l'évolution du PIB :**

- En 1968 et 1975 (ou 1981 selon la méthode employée)

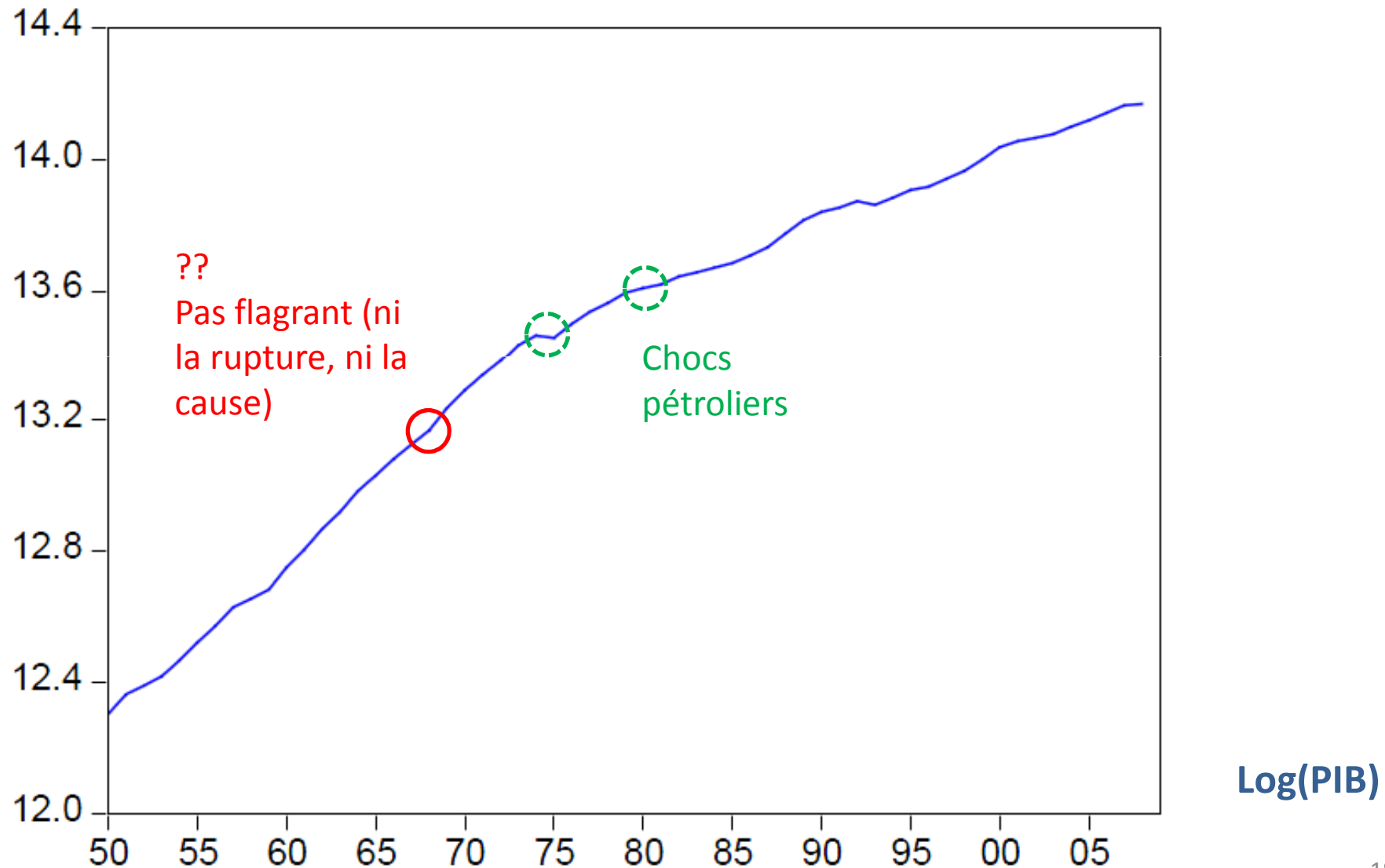
### **Ruptures structurelles dans la relation linéaire entre CSBM et PIB :**

- En 1989 : rupture de la pente de la tendance linéaire
- ou en 1985 en termes de rupture dans le vecteur de co-intégration

## 2. Ruptures structurelles : CSBM



## 2. Ruptures structurelles : PIB



### 3. Non-linéarité (test, modélisation)

- **Test d'une relation non linéaire entre CSBM et PIB :**
  - Permettant une relation de type non-linéaire lissé avec des changements de régimes
  - Les relations de non-linéarité dans la relation de co-intégration peuvent être dues, non seulement à des chocs endogènes, mais aussi aux variations d'un autre processus temporel
  - Les variations de densité médicale semblent déterminer les non linéarités de la relation de co-intégration
- **Modélisation :**
  - Co-integration Smooth Transition model (CSTR)  
(Choi and Saikkonen, 2004)

## 3. Non-linéarité (test, modélisation)

- **Résultats :**

# Conclusion

- **Relation de co-intégration linéaire CSBM- PIB :**
  - Elasticité revenu  $> 1$
  - Effet prix  $< 0$
  - Effet âge (« % de +65 ans »)  $< 0$
- **Mais des ruptures de linéarité mises en évidence :**
  - Chocs structurels (en niveau et tendance ) dans les séries de la CSBM (1976 et 1994) et du PIB (1968 et 1981)
  - *Inflexion dans la relation linéaire entre CSBM et PIB au milieu des années 80*
- Les non-linéarités dans la relation de co-intégration peuvent être dues, outre à des chocs endogènes, à des **variations de densité médicale**

# Discussion : Général

- **Méthodologie robuste :**
  - Méthodes avancées en Macro-économétrie dynamique
  - Travail bien situé dans la littérature (corpus des différentes approches méthodologiques existantes et littérature sur le lien macro santé-revenu)
- **Complémentarité des approches :**
  1. Approche traditionnelle (co-intégration linéaire)
    - permet de situer les résultats dans la littérature (et comparer l'élasticité-revenu estimée)
  2. Prise en compte des ruptures de linéarité :
    - Chocs structurels (réformes du système de santé Français)
    - Relation non-linéaire

# Discussion : Général

- **Work in progress :**
  - Peu d'éléments de discussion des résultats
  - En attente des résultats de la modélisation CSTR...
  - Certaines imprécisions dans la présentation  
(Ex. Vous argumentez en faveur des DOLS mais commentez dans le texte le résultat des OLS...)
- **Quel positionnement du travail ?**
  - En l'état, papier très (trop?) méthodologique
  - Valeur ajoutée dans les données utilisées (série longue CSBM)
  - *Quel apport sur la connaissance macroéconomique du lien santé-revenu ?*

# Discussion : Méthode

- **Mesure de la « dépense de santé » :**
  - Attention au glissement implicite entre « dépense de santé » et « dépense de soins » :
    - Détail sémantique mais la composante de dépenses non individualisables dans la dépense de santé n'augmente pas de la même manière procyclique que les soins
  - Manque de détails sur les données utilisées et la construction des séries :
    - Série longue de la CSBM en France : **à champ constant ?**
    - Série rétropolée : bien le préciser dans le papier (dans une perspective de lecture franco-française)

# Discussion : Méthode

- **Que capture l'élément de « tendance linéaire » ?**
  - Théoriquement, les facteurs déterministes inobservés de croissance de la dépense de soins
  - Hypothèse : capture les effets de l'innovation médicale
  - Est-ce une hypothèse usuelle/consensuelle ?
  - Rien d'autre dans cette tendance linéaire ? (*a priori* si, tous les effets non observés...)
- **Choix de la modélisation dans la relation de co-intégration linéaire :**
  - Pourquoi estimation par Dynamic OLS plutôt que par Modèle à Correction d'Erreurs ?

# Discussion : Résultats

- **La mesure de l'élasticité revenu de la dépense de soins :**
  - Largement  $> 1$  d'après l'analyse en co-intégration linéaire (entre 1,4 et 1,8 selon les spécifs) : cohérent avec Newhouse et autres
  - Mais en contradiction avec des études récentes plus robustes méthodologiquement et avec la plupart des travaux Français (L'Horty et al, 1997 notamment)
  - Pourquoi ? Robustesse méthodologique ? Spécificité des données (série plus longue) ? Facteurs de contrôle supplémentaires ?
- **Identification de « ruptures » et de non linéarité MAIS :**
  - En l'état, une seule estimation de l'élasticité revenu unique à partir de l'analyse en co-intégration linéaire
  - Possibilité d'estimations différenciées ? Sur les différentes « sous-périodes » identifiées grâce aux ruptures structurelles...

# Discussion : Résultats

- **Les ruptures structurelles :**
  - Années de rupture assez différentes selon les modèles spécifiés pour réaliser les tests (nombres de lags dans la correction de l'autocorrelation)
  - Dans l'évolution du PIB : **en 1975 ou en 1981 ? (ou les deux) ?**
  - Dans la relation CSBM-PIB : **en 1985 ou 1989 ?**
  - Est-ce secondaire dans votre approche ?
    - En tirerez-vous des conclusions différentes ?
    - Impacte vraisemblablement les résultats de la modélisation CSTR (analyse de sensibilité à prévoir ?)

# Discussion : Résultats

- **Résultat surprenant de l'effet d'âge :**
  - Impact négatif sur la dépense de santé (% de pop° > 65 ans)
  - En contradiction avec la quasi-totalité des travaux
  - Effet de « bonne santé » à chaque âge ? → effet de génération
  - Autres pistes ?
- **Approfondir l'analyse et la discussion de l'effet prix :**
  - Effet prix fortement négatif (de -0,8 à -1,3) dans le modèle
  - Nature de l'effet prix : effet d'offre ou de demande ?