

# Modèle Stock-Flow Consistent à deux pays: France-Allemagne

Structure, interdépendances et élasticités d'exportation

Analyse économique

March 15, 2025

# Plan de la présentation

- 1 Introduction et contexte
- 2 Structure du modèle SFC
- 3 Équilibre et dynamique du modèle
- 4 Scénarios et résultats des simulations
- 5 Implications et conclusions

- Union monétaire européenne : politique monétaire commune, politiques budgétaires nationales
- Interdépendances économiques fortes entre la France et l'Allemagne
- Question centrale : **Comment les chocs budgétaires se transmettent-ils entre les deux économies ?**
- Asymétrie observée empiriquement :
  - Exportations allemandes plus dynamiques
  - Exportations françaises moins réactives à la demande étrangère (élasticité-revenu plus faible)
- Problématique : **L'élasticité-revenu des exportations explique-t-elle les différences de performance ?**

## Pourquoi une approche SFC ?

- Stock-Flow Consistency
- Comptabilité cohérente et exhaustive
- Retours d'effet entre flux et stocks
- Modélisation explicite des secteurs
- Analyse endogène de la dynamique des dettes et des richesses

## Extensions du modèle IS-LM

- Prise en compte des stocks patrimoniaux
- Dynamique sur plusieurs périodes
- Relations sectorielles détaillées
- Effets de rétroaction complets
- Contraintes de cohérence comptable

# Matrice des stocks

	Ménages		Gouvernements		$\Sigma$
	France	Allemagne	France	Allemagne	
Dettes française	$+V_1^B$	$+V_2^B$	$-L_1$	0	0
Dettes allemande	$+V_1^C$	$+V_2^C$	0	$-L_2$	0
Capital France	$+K_1$	0	0	0	$+K_1$
Capital Allemagne	0	$+K_2$	0	0	$+K_2$
Richesse nette	$V_1$	$V_2$	$-L_1$	$-L_2$	$K_1 + K_2$

Avec:  $V_1 = V_1^B + V_1^C + K_1$  et  $V_2 = V_2^B + V_2^C + K_2$

**Note:** La matrice des stocks assure la cohérence comptable du modèle.

# Matrice des flux

	Ménages		Gouvernements		$\Sigma$
	France	Allemagne	France	Allemagne	
Consommation	$-C_1$	$-C_2$	0	0	$-C_1 - C_2$
Investissement	$-I_1$	$-I_2$	0	0	$-I_1 - I_2$
Dép. publiques	0	0	$-G_1$	$-G_2$	$-G_1 - G_2$
Exportations (FR)	$+X_1$	$-M_2$	0	0	0
Exportations (DE)	$-M_1$	$+X_2$	0	0	0
Production	$+Y_1$	$+Y_2$	0	0	$+Y_1 + Y_2$
Impôts	$-T_1$	$-T_2$	$+T_1$	$+T_2$	0
Intérêts (FR)	$+r \cdot V_1^B$	$+r \cdot V_2^B$	$-r \cdot L_1$	0	0
Intérêts (DE)	$+r \cdot V_1^C$	$+r \cdot V_2^C$	0	$-r \cdot L_2$	0
$\Sigma$	$\Delta V_1$	$\Delta V_2$	$\Delta L_1$	$\Delta L_2$	$\Delta K_1 + \Delta K_2$

**Équilibre comptable:**  $\Delta V_1 + \Delta V_2 - \Delta L_1 - \Delta L_2 = \Delta K_1 + \Delta K_2$

## Variables endogènes

$$Y_1 = C_1 + I_1 + G_1 + X_1 - M_1 \quad (1)$$

$$Y_2 = C_2 + I_2 + G_2 + X_2 - M_2 \quad (2)$$

$$C_1 = \alpha(1 - t_1)Y_1 + \beta V_{1(-1)} \quad (3)$$

$$C_2 = \alpha(1 - t_2)Y_2 + \beta V_{2(-1)} \quad (4)$$

$$I_1 = (\gamma_1 u_1 + \gamma_2 r_1 - \gamma_3 r)K_{1(-1)} \quad (5)$$

$$I_2 = (\gamma_1 u_2 + \gamma_2 r_2 - \gamma_3 r)K_{2(-1)} \quad (6)$$

$$T_1 = t_1 Y_1 \quad (7)$$

$$T_2 = t_2 Y_2 \quad (8)$$

$$M_1 = \mu_1 Y_1 \left( \frac{Y_1}{Y_{1(0)}} \right)^{0.2} \quad (9)$$

$$M_2 = \mu_2 Y_2 \left( \frac{Y_2}{Y_{2(0)}} \right)^{0.2} \quad (10)$$

$$X_1 = M_2 \left( \frac{Y_{2(-1)}}{Y_{2(-2)}} \right)^{\varepsilon_1 - 1} \quad (11)$$

$$X_2 = M_1 \left( \frac{Y_{1(-1)}}{Y_{1(-2)}} \right)^{\varepsilon_2 - 1} \quad (12)$$

## Variables d'état (Évolution des stocks)

$$K_1 = (1 - \delta)K_{1(-1)} + I_1 \quad (13)$$

$$K_2 = (1 - \delta)K_{2(-1)} + I_2 \quad (14)$$

$$L_1 = L_{1(-1)} + G_1 + r \cdot L_{1(-1)} - T_1 \quad (15)$$

$$L_2 = L_{2(-1)} + G_2 + r \cdot L_{2(-1)} - T_2 \quad (16)$$

$$V_1 = V_{1(-1)} + Y_1 + r \cdot V_{1(-1)} - T_1 - C_1 - I_1 \quad (17)$$

$$V_2 = V_{2(-1)} + Y_2 + r \cdot V_{2(-1)} - T_2 - C_2 - I_2 \quad (18)$$

**Note:** Les équations respectent les contraintes de cohérence comptable.



## Paramètres communs

- $r = 0.02$  (taux d'intérêt de la zone euro)
- $\alpha = 0.70$  (propension à consommer le revenu)
- $\beta = 0.05$  (propension à consommer la richesse)
- $\delta = 0.05$  (taux de dépréciation du capital)

## Paramètres spécifiques France

- $\mu_1 = 0.15$  (propension à importer)
- $t_1 = 0.45$  (taux d'imposition)
- $\gamma_1^1 = 0.25, \gamma_2^1 = 1.2, \gamma_3^1 = 0.02$

**Note importante:** L'élasticité-revenu des exportations françaises  $\varepsilon_1$  est le paramètre clé que nous faisons varier dans nos simulations.

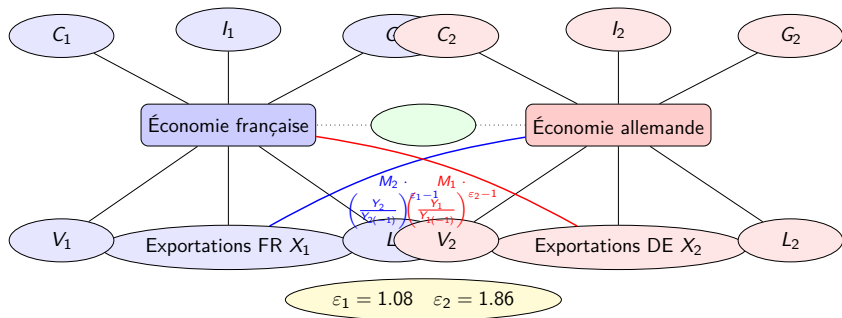
## Paramètres spécifiques Allemagne

- $\mu_2 = 0.25$  (propension à importer)
- $t_2 = 0.40$  (taux d'imposition)
- $\gamma_1^2 = 0.25, \gamma_2^2 = 1.2, \gamma_3^2 = 0.02$

## Élasticités-revenu des exportations (CEPII)

- $\varepsilon_1 = 1.08$  (France)
- $\varepsilon_2 = 1.86$  (Allemagne)

# Représentation graphique de la structure du modèle



- Modèle résolu par itération numérique (contrairement à la solution analytique du modèle IS-LM)
- **Interdépendances complexes:**
  - Effets contemporains des variables
  - Effets retardés des stocks sur les flux
  - Effets non-linéaires des élasticités
- **Conditions initiales:**
  - $Y_1(0) = 100$  (PIB initial France)
  - $Y_2(0) = 120$  (PIB initial Allemagne)
  - $K_1(0) = 100, K_2(0) = 120$
  - $L_1(0) = 80, L_2(0) = 70$
  - $V_1(0) = 180, V_2(0) = 190$
- **Horizon:** Simulation sur 50 périodes (10 ans si périodes trimestrielles)

## Dynamique sans choc

- Croissance endogène modérée
- Stabilisation graduelle des ratios stocks/flux
- Convergence vers des trajectoires parallèles
- Ratio PIB allemand/PIB français 1,15

## Stabilité du modèle

- Retours négatifs via les stocks
- Stabilisateurs automatiques via la fiscalité
- Contraintes d'endettement implicites

## Mécanismes stabilisateurs

- Dette Service dette Déficit dette (instabilité)
- Dette Richesse Consommation PIB Impôts Déficit (stabilité)
- PIB Importations Balance commerciale effet modérateur sur PIB

## État stationnaire théorique

- Ratios  $K/Y$ ,  $L/Y$  et  $V/Y$  constants
- Déficits publics compatibles avec croissance
- Balances commerciales équilibrées à long terme

## Choc simulé

- $\Delta G_2 = +5$  ( 4% du PIB allemand initial)
- Application en période  $t = 20$
- Maintien permanent du choc

## Variantes d'élasticité

- Scénario A:  $\varepsilon_1 = 1.08$  (valeur CEPII)
- Scénario B:  $\varepsilon_1 = 1.50$  (amélioration)
- Scénario C:  $\varepsilon_1 = 1.86$  (= allemande)
- Scénario D:  $\varepsilon_1 = 2.20$  (> allemande)

## Mécanismes de transmission

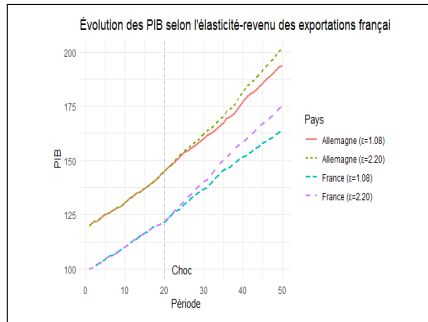
- **Effet direct:**  $G_2 \rightarrow Y_2$
- **Effets indirects de 1er ordre:**
  - $Y_2 \rightarrow M_2 \rightarrow X_1 \rightarrow Y_1$  (commerce)
  - $Y_2 \rightarrow C_2$  effets induits sur  $Y_2$  (multiplicateur)
- **Effets indirects de 2nd ordre:**
  - $Y_1 \rightarrow M_1 \rightarrow X_2$  effets amplificateurs
  - Augmentation progressive des stocks et de leurs effets

# Résultats: Multiplicateurs et effets de débordement

Scénario	Élast FR	Mult. FR	Mult. DE	Ratio débord.	$\Delta$ PIB FF
A (CEPII)	1.08	0.49	1.26	0.39	+2.2
B (améliorée)	1.50	0.81	1.30	0.62	+3.7
C (= DE)	1.86	1.16	1.34	0.87	+5.3
D (> DE)	2.20	1.52	1.38	1.10	+6.9

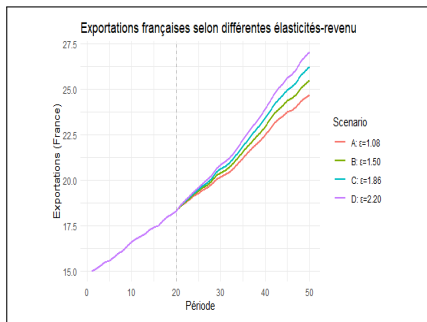
- L'élasticité-revenu des exportations françaises a un impact majeur:
  - Multiplicateur FR triple (0.49 → 1.52) lorsque  $\varepsilon_1$  passe de 1.08 à 2.20
  - Multiplicateur DE augmente légèrement par effet de retour
  - Ratio de débordement passe de 0.39 à 1.10
- Effet de seuil: quand  $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$ , la France bénéficie plus que l'Allemagne de son propre choc budgétaire (ratio > 1)

# Évolution des PIB et exportations



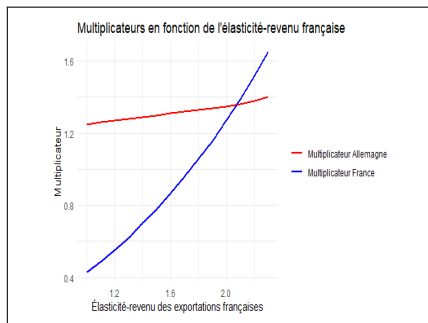
## Évolution des PIB selon les scénarios

- Les différences entre scénarios s'amplifient avec le temps (effets cumulatifs), l'élasticité plus élevée accélère la dynamique des exportations françaises
- La différence entre scénarios A et D représente environ 5% du PIB français

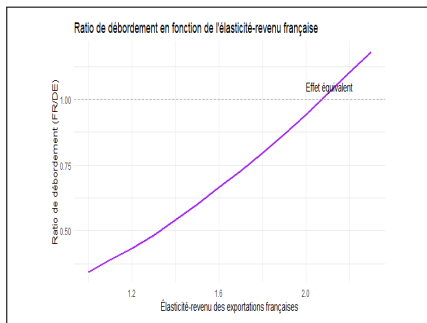


## Exportations françaises selon les scénarios

# Multiplicateurs en fonction de l'élasticité



Multiplicateurs selon l'élasticité-revenu

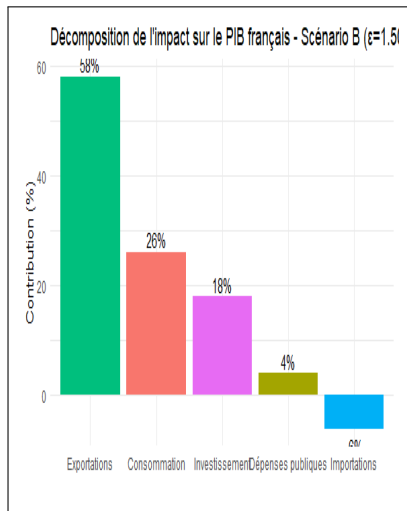


Ratio de débordement selon l'élasticité-revenu

- Relation non-linéaire entre l'élasticité-revenu et les multiplicateurs
- Accélération de la pente lorsque  $\varepsilon_1$  dépasse 1.5
- Point d'inflexion dans le ratio de débordement autour de  $\varepsilon_1 = 2.0$



# Décomposition des effets



Décomposition de la variation du PIB français (scénario B)

## Contribution à l'impact sur le PIB français

- Exportations: 58%
- Consommation: 26%
- Investissement: 18%
- Dépenses publiques: 4%
- Imports: -6%

## Observations:

- Les exportations constituent le principal canal de transmission
- Les effets induits internes (C+I) représentent 44%
- L'impact négatif des importations reste limité

## Pour la France

- L'élasticité-revenu des exportations est un paramètre crucial pour la compétitivité
- Explique en grande partie les divergences avec l'Allemagne
- Pistes d'amélioration:
  - Réorientation sectorielle vers des produits à forte élasticité-revenu
  - Montée en gamme et diversification
  - Intégration dans les chaînes de valeur allemandes

## Politiques économiques recommandées:

- Politiques industrielles ciblant les secteurs à forte élasticité-revenu
- Développement des exportations de biens d'investissement et

## Pour la zone euro

- Mise en évidence d'une source structurelle d'asymétrie
- Importance de la coordination des politiques budgétaires
- Bénéfices mutuels d'une meilleure intégration productive
- Implications pour les critères de convergence

- **Validation de l'hypothèse initiale:** L'élasticité-revenu des exportations est un facteur déterminant des écarts de performance entre la France et l'Allemagne
- **Quantification précise:** Le modèle SFC permet de quantifier ces effets et de les décomposer
- **Perspectives positives:** Une amélioration de cette élasticité multiplierait par 2 à 3 les effets de débordement positifs
- **Complète l'analyse IS-LM:** Approche SFC enrichit l'analyse des liens franco-allemands avec une perspective dynamique et des rétroactions stock-flux

## Message clé:

L'amélioration structurelle de l'élasticité-revenu des exportations françaises constituerait un levier majeur pour renforcer les bénéfices mutuels des politiques économiques

## Modèle IS-LM à deux pays

- Solution analytique possible
- Statique (équilibre instantané)
- Focus sur les flux uniquement
- Taux d'intérêt comme principal canal de transmission monétaire
- Résolution simultanée de 3 équations: IS1, IS2, LM

## Points communs:

- Équilibre des marchés des biens (équations IS)
- Rôle des importations et exportations dans la transmission des chocs
- Importance des paramètres de sensibilité (élasticités)
- Interdépendance des deux économies

## Modèle SFC à deux pays

- Résolution numérique séquentielle
- Dynamique (évolution temporelle)
- Intégration des stocks et des flux
- Multiples canaux de transmission
- Cohérence comptable complète

# Annexe: Équations d'exportation et élasticités

## Formulation traditionnelle (études empiriques)

$$\ln X_t = \alpha + \varepsilon \cdot \ln Y_t^* + \eta \cdot \ln P_t + \epsilon_t \quad (19)$$

Où:

- $X_t$  = volume des exportations
- $Y_t^*$  = demande étrangère (PIB partenaires)
- $P_t$  = prix relatifs (compétitivité-prix)
- $\varepsilon$  = élasticité-revenu des exportations
- $\eta$  = élasticité-prix des exportations

## Interprétation des élasticités-revenu:

- $\varepsilon = 1$ : Croissance des exportations proportionnelle à celle du PIB des partenaires
- $\varepsilon > 1$ : Exportations croissent plus vite que le PIB des partenaires
- $\varepsilon < 1$ : Exportations croissent moins vite que le PIB des partenaires

## Formulation dans notre modèle SFC

$$X_1 = M_2 \cdot \left( \frac{Y_{2(-1)}}{Y_{2(-2)}} \right)^{\varepsilon_1 - 1} \quad (20)$$

$$X_2 = M_1 \cdot \left( \frac{Y_{1(-1)}}{Y_{1(-2)}} \right)^{\varepsilon_2 - 1} \quad (21)$$

## Différences clés:

- Les exportations d'un pays sont les importations de l'autre
- Sensibilité à la croissance (taux) plutôt qu'au niveau
- Cohérence avec les données du CEPII montrant des élasticités asymétriques

## Sensibilité aux propensions à importer

- Variations de  $\mu_1$  et  $\mu_2$  testées
- Impact modéré par rapport aux élasticités-revenu
- Effet symétrique:  $\mu_i$  interdépendance

## Taux d'imposition et propension à consommer

- Variations de  $t_i$  et  $\alpha$  testées
- Impact principalement sur l'amplitude des multiplicateurs
- Peu d'effet sur le ratio de débordement

## Conclusion de l'analyse de sensibilité

- L'élasticité-revenu reste le paramètre le plus influent pour expliquer les asymétries
- Robustesse des résultats principaux à des variations raisonnables des autres paramètres
- Possibilité d'interactions non-linéaires entre certains paramètres

## Paramètres d'investissement

- Variations de  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$  et  $\gamma_3$  testées
- Impact sur la dynamique à moyen-long terme
- Peut amplifier ou atténuer les effets des élasticités

## Taux d'intérêt

- Variations de  $r$  testées
- Impact limité à court terme
- Influe sur la soutenabilité à long terme
- Effet sur l'accumulation de richesse et de dette

# Annexe: Limitations du modèle et extensions possibles

## Limitations actuelles

- Absence de secteur bancaire explicite
- Pas de mobilité internationale du capital
- Absence de marché du travail et de salaires
- Pas de distinction entre secteurs productifs
- Élasticités supposées constantes

## Extensions envisageables

- Introduction d'un secteur bancaire transfrontalier
- Intégration de chocs d'offre et de productivité
- Désagrégation sectorielle (biens vs. services)
- Endogénéisation partielle des élasticités
- Inclusion d'autres pays de la zone euro

## Perspectives de recherche

- Étude des facteurs structurels déterminant l'élasticité-revenu
- Analyse des politiques économiques pouvant influencer cette élasticité
- Inclusion des politiques monétaires non-conventionnelles

# Références bibliographiques I

- Godley, W., & Lavoie, M. (2007). *Monetary Economics: An Integrated Approach to Credit, Money, Income, Production and Wealth*. Palgrave Macmillan.
- Gaulier, G., Lahrèche-Révil, A., & Méjean, I. (2006). "Les élasticités-prix et revenu des exportations en France et en Allemagne: une analyse sur données désagrégées". *Rapport du Conseil d'Analyse Économique sur le commerce extérieur de la France*.
- Gaulier, G., Lahrèche-Révil, A., & Méjean, I. (2005). "Dynamique des exportations: une comparaison France-Allemagne". *La lettre du CEPII, n° 249*.
- Duwicquet, V., & Mazier, J. (2010). "Financial integration and macroeconomic adjustments in a monetary union". *Journal of Post Keynesian Economics*, 33(2), 333-370.



# Références bibliographiques II

- Botta, A. (2019). "The role of foreign debt and financial fragility in the Eurozone: A stock-flow consistent approach". *Journal of Post Keynesian Economics*, 42(4), 576-602.
- Beetsma, R., Giuliadori, M., & Klaassen, F. (2006). "Trade spill-overs of fiscal policy in the European Union: a panel analysis". *Economic Policy*, 21(48), 640-687.
- Blot, C., Cochard, M., Creel, J., Ducoudré, B., Schweisguth, D., & Timbeau, X. (2014). "Fiscal consolidation, public debt and output dynamics in the Euro Area: lessons from a simple model with time-varying fiscal multipliers". *OFCE Working Paper*.