

Théorie des réseaux

Chapitre 15 : Réseaux de production et chocs sectoriels



Jaouad Madkour

Faculté d'Économie et de Gestion de Tanger · 27 août 2026

L'argument de Lucas

La réponse par le réseau

Les preuves empiriques

La transmission asymétrique

Ce qu'il faut retenir

L'argument de Lucas

L'objection classique

Lucas, 1977

Si n secteurs indépendants subissent des chocs de variance σ^2 , la variance du produit agrégé vaut σ^2/n .

L'écart-type décroît en $1/\sqrt{n}$.

Le calcul

Avec $n = 500$ secteurs et $\sigma = 10\%$:

$$\frac{0,10}{\sqrt{500}} = 0,45\%$$

La conclusion de Lucas

Les fluctuations agrégées observées sont de l'ordre de 2 à 3 % : **cinq fois trop grandes**.

Il en concluait que les chocs sectoriels ne peuvent pas expliquer les cycles, et qu'il fallait chercher des chocs **agrégés** — monétaires ou technologiques.

La réponse par le réseau

L'hypothèse cachée

L'argument suppose les secteurs **indépendants** et de **poids comparables**.

Or ils s'achètent les uns aux autres : l'électricité, le transport et la finance entrent dans la production de tous les autres.

Le modèle d'Acemoglu, Carvalho, Ozdaglar et Tahbaz-Salehi, 2012

Le tableau entrées-sorties est une **matrice d'adjacence pondérée** $\mathbf{W}$.

L'impact d'un choc sectoriel sur le PIB est donné par le vecteur d'influence

$$\mathbf{v} = \frac{1 - \alpha}{n} (\mathbf{I} - \alpha \mathbf{W}')^{-1} \mathbf{1}$$

Intuition

C'est la même forme qu'aux chapitres 5 et 12.

La contribution d'un secteur au PIB n'est pas sa part dans la production : c'est sa centralité dans le réseau d'échanges.

La vitesse de décroissance

Si la distribution des degrés sortants suit une loi de puissance d'exposant γ , la volatilité agrégée décroît en

$$n^{-(\gamma-1)/\gamma} \quad \text{au lieu de} \quad n^{-1/2}$$

Ce que cela change

Pour $\gamma = 2$, l'exposant vaut $-1/2$: on retrouve Lucas.

Pour γ proche de 1, l'exposant tend vers 0 : la diversification cesse de fonctionner.

Sur données américaines

La distribution des degrés sortants des secteurs américains a un exposant estimé autour de 1,4.

La décroissance observée est donc bien plus lente que $1/\sqrt{n}$, et l'écart avec les fluctuations observées se referme largement.

Les preuves empiriques

Carvalho, Nirei, Saito et Tahbaz-Salehi, 2021

Le séisme japonais de mars 2011 détruit des usines dans une zone limitée.

Les auteurs suivent les **liens client-fournisseur** individuels dans tout le pays.

Le résultat

Les entreprises non touchées mais liées à une entreprise sinistrée perdent significativement en production.

L'effet se propage **jusqu'au deuxième et au troisième rang** de fournisseurs. Perte agrégée estimée : environ 1,2 point de PIB.

Pourquoi cette étude fait référence

Le choc est **exogène** — un séisme ne choisit pas ses victimes selon leur position dans le réseau.

C'est l'expérience naturelle que le domaine attendait, et elle valide le mécanisme sur données réelles.

Ce que la crise de 2020 a montré

Un composant unique — les semi-conducteurs — bloque simultanément l'automobile, l'électronique et l'électroménager.

Ce n'est pas un choc agrégé : c'est un choc sur un nœud très central.

Le compromis efficacité-résilience

Le flux tendu et le fournisseur unique minimisent le coût. Le stock et le double sourcing coûtent en régime normal et sauvent en régime de crise.

Le réseau financier posait exactement le même arbitrage au chapitre 14 — et la réponse est la même : on ne peut pas juger sur le régime normal.

La transmission asymétrique

Deux directions

En aval — un choc chez le fournisseur remonte à ses clients : c'est le canal du modèle.

En amont — un choc de demande chez le client redescend à ses fournisseurs.

La substituabilité décide

Si les intrants sont substituables, le choc en aval s'amortit : on change de fournisseur.

S'ils sont complémentaires, il ne s'amortit pas du tout. Sans le composant manquant, la chaîne s'arrête, quelle que soit l'abondance des autres intrants.

La conséquence de modélisation

Le paramètre décisif n'est pas la topologie du réseau mais l'**élasticité de substitution** entre intrants.

Une même structure peut absorber ou amplifier, selon ce paramètre. C'est ce que les premiers modèles supposaient constant, et que les travaux récents estiment.

Ce qu'il faut retenir

Six points

1. **Lucas** : des chocs indépendants sur n secteurs donnent une volatilité en $1/\sqrt{n}$.
2. Les secteurs ne sont **pas indépendants** : le tableau entrées-sorties est un réseau.
3. L'influence d'un secteur est sa **centralité de Bonacich**, non sa part de production.
4. La volatilité décroît en $n^{-(\gamma-1)/\gamma}$: bien plus lentement.
5. Le séisme de **Tohoku** valide le mécanisme sur un choc exogène : $\approx 1,2$ point de PIB.
6. Le paramètre décisif est l'**élasticité de substitution** entre intrants.

La suite

Le chapitre 16 met tout le cours en pratique : **igraph** sur R, **networkx** sur Python, et les pièges qui font qu'un calcul juste répond à une mauvaise question.