

# Rationalité Bayésienne et Epistémologie des Méthodes Empiriques

Niels Boissonnet & Judith Favereau

Janvier 2021 - Séminaire de Méthodologie

# Introduction

Interprétation usuelle de la théorie de la décision:

- ▶ **Descriptive:** Comment les DM se comportent,
- ▶ **Normative:** Comment ils doivent se comporter.

Mais autre motivation (Gilboa): Metatheorique, i.e.,

- ▶ **Ontologique:** Donner un fondement subjectif aux probabilités et statistiques;
- ▶ **Methodologique:** Justifier certaines méthodes empiriques et produire des stratégie d'identification.

Quelles sont les conséquences sur l'économie expérimentale?

# Interpréter les Probabilités, Fonder les Statistiques

# Les probabilités comme fréquences

**Fondements:** Bernouilli, Origine des statistiques, Loi des grands nombres, etc...

**Idées:** Nombre de réalisation effectives sur le nombre de réalisations possibles.

**Avantages:** Naturel, opérationnalisable facilement, objectif (?)

## Critiques:

- ▶ **Naturel mais peu général:** Pas de sens si peu de données. Pas relié à l'incertitude: "je ne sais pas que  $p$ "  $\neq$  "je trouve plus ou moins probable que  $p$ ".
- ▶ **Conceptuellement limité:** Pas de conditionnement bayésien, pour expliquer comment le statisticiens doit changer son estimation.
- ▶ **Pas si objectif:** Comment le statisticien doit choisir entre différents tests statistiques.

# Les probabilités comme relations logiques

**Fondements:** Keynes (1921) and Wittgenstein's (*Tractatus*)

**Idée:** Probabilités = extension de logique propositionnelle.

- ▶ Au lieu de  $p \rightarrow q$ ,  $\mathbb{P}(q|p) = 2/3$   $p$  implique  $q$  avec un degré  $2/3$  (voire aussi Wittgenstein sur les proposition élémentaires)

**Avantages:** Objectif et Général, relations entre les propositions définie.

**Critique:**

- ▶ **Métaphysiques:** "Probability does not exist" (de Finetti and Ramsey)
- ▶ **Opérationnalité:** même s'il est objectif que  $\mathbb{P}(p) = 1/2$ , comment le savoir? (d'où l'incertitude radicale de Keynes et l'inutilité des probabilités et des statistiques).
- ▶ **Holiste:** Tout le monde devrait assigner les mêmes probabilités.

# Probabilité Subjective

**Fondements:** Ramsey (1931), de Finetti (1937) et Savage (1951)

**Idée:** La probabilité traduit un degré de certitude.

**Avantage:** Général, peu coûteux ontologiquement, relations entre les propositions.

**Critique:**

- ▶ **Opérationnalité:** Comment déterminer cette probabilité si elle est idiosynchratique? Et si tout le monde en a une différente?

# Conséquences sur les Statistiques: Bayesiens vs Fréquentistes

**En pratique:** méthodes différentes qui, dans de nombreuses circonstances, donnent des résultats "différents".

**Historiquement:** Les méthodes fréquentistes (max de vraisemblances, test) dominant. Mais depuis une trentaine d'années les méthodes bayésiennes reviennent en force (développement de l'ordinateur).

# Exemple: Bayesiens vs Fréquentistes

## Fréquentiste

- ▶  $\mathbb{P}(p)$  avec bcp de lancers **identiques**
- ▶ Les données (tomber sur "face" ou "pile") varient
- ▶ Les paramètres sont fixes (1/2)
- ▶ Si 10 lancers avec 7 piles le fréquentiste dit que  $\mathbb{P}(p) = 7/10$  (avec un intervalle de confiance),

**Problème:** Comment savoir quel est le bon prior? Que faire en cas de désaccord des chercheurs sur le prior? Est-ce équivalent aux plusieurs tests? Nous reviendrons à ces questions.

## Bayésien

- ▶  $\mathbb{P}(p)$  lancers non-**identiques**, mais incertains (façon de lancer la pièce, etc...)
- ▶ Les données sont fixes;
- ▶ Les paramètres varient.
- ▶ Un Bayésien a d'abord une proba a priori (*prior*), qu'il met à jour après les lancers pour obtenir une proba a posteriori (*posterior*).



# Opérationnaliser les Probabilités Subjectives

# Le pragmatisme comme fondement des probabilités subjectives

*Considérer quels sont les effets pratiques que nous pensons pouvoir être produits par l'objet de notre conception. La conception de tous ces effets est la conception complète de l'objet*

Peirce - Comment Rendre nos Idées Claires

*The essence of pragmatism I take to be this, the meaning of a sentence is to be defined by reference to the actions to which asserting it would lead, or, more vaguely still, by its possible causes and effects.*

Ramsey - Philosophical Papers

Les croyances n'ont de substance que parce qu'elles ont des effets sur le comportement. Il faut révéler et représenter cet effet par le comportement.

# Représentation des probabilités subjectives

## **Ramsey et de Finetti:**

- ▶ A partir d'axiomes, reconstruire la probabilité que l'agent (le statisticien) attribut à des évènements à partir de paris d'argent (suppose donc l'utilité connue).
- ▶ Inverse de von Neumann et Morgenstern qui supposent les probabilités connues et dérivent l'utilité de l'agent.

**Problème de cette approche:** utilité de la monnaie.

**Savage (1951):** A partir d'axiomes, dérive l'utilité et la probabilité.

- ▶ Voir aussi Anscombe et Aumann pour un théorème plus restrictif mais aussi beaucoup beaucoup plus simple.

# Le cadre de Savage

Ce que l'expérimentateur observe

- ▶  $S$  : ensemble des états du monde
- ▶  $C$  : ensemble des conséquences
- ▶  $F$  : ensemble des actes  $f$ , i.e. de fonctions qui associent à chaque état du monde une conséquence ( $f(s) = c =$  l'acte  $f$  a la conséquence  $c$  dans l'état  $s$ ).
- ▶ relation préférence  $\succeq$  sur le acte ( $g \succeq f$  : l'acte  $f$  est préféré à l'acte  $g$ ).

**Théorème:** Si 8 axiomes sur  $(S, C, F, \succeq)$  sont vérifiés alors il existe une fonction d'utilité  $u$  unique (à une transformation affine près) et une unique probabilité  $p$  telles que:

$$f \succeq g \iff \int_S u(f(s)) dp(s) \geq \int_S u(g(s)) dp(s)$$

## Axiome principal: Principe de la chose sûre

Il dit que si deux actes donnent les mêmes conséquences dans un état du monde (la chose sûre) alors cet état du monde n'explique pas pourquoi l'agent choisit un des actes par rapport à l'autre.  $\implies$  **séparation des goûts et des croyances.**

Admettons qu'on ait deux état du monde  $s_1, s_2$ , alors l'axiome dit que *pour tout actes  $f, f', g, g'$*

$$\left\{ \begin{array}{l} f(s_1) = g(s_1) \text{ et } f'(s_1) = g'(s_1) \\ f(s_2) = f'(s_2) \text{ et } g(s_2) = g'(s_2) \end{array} \right\} \implies f \succeq g \iff f' \succeq g'$$

**Interpretation:** Si faire des études  $f$  me rapporte un revenu de 100

## Critique 1: Le paradoxe d'Ellsberg

**Urne:** 90 boules, dont 30 rouges et des boules vertes ou bleus (distribution est inconnue). Choix entre:

	Rouge	Verte	Bleue
PariA	100€	0€	0€
PariB	0€	100€	0€
PariC	100€	0€	100€
PariD	0€	100€	100€

### Observations labo:

$$A \succeq B \implies P(A) > P(V)$$

$$C \succeq D \implies P(A) + P(B) < P(V) + P(B) \implies P(A) < P(V)$$

**Remarque:** C'est une violation du *principe de la chose sure* où bleue joue le rôle de la chose sure.

## Réponse à la Critique 1: Théories de l'Ambigüité

**MaxMin (Gilboa et Schmeidler, 1988)**: l'agent choisie la probabilité qu'il assigne aux états pour quelle minimise ses pertes (voire aussi aversion au regret).

$$f \succeq g \iff \min_{p \in \Delta} \int_S u(f(s)) dp(s) \geq \min_{p \in \Delta} \int_S u(g(s)) dp(s)$$

**Probabilités non-additives (Schmeidler, 1988)**: Pareil que Savage, mais la probabilité  $p$  n'est pas additive (i.e.  $p(s \text{ ou } s') \neq p(s) + p(s')$ ) (Voire aussi la *Cumulative Prospect Theory* de Kahneman et Tversky, 1992).

**Smooth ambiguity (Klibanoff, Mukerji et Marinacci, 2001)**: Permet de représenter une attitude de l'agent vis-à-vis de l'ambigüité avec une fonction  $\phi$  et

$$f \succeq g \iff \int_S u(f(s)) d\phi(p(s)) \geq \int_S u(g(s)) d\phi(p(s))$$

## Critique 2: Small world, Imagination et Incertitude Radicale

Avec les probabilités subjectives l'agent est capable d'imaginer n'importe qu'elle état du monde. Mais il se pourrait qu'il ne soit pas capable de se poser certaines questions.

### Exemples:

- ▶ "Les chats poussent sur les arbres" ?
- ▶ "Quelle a été, de 1314 à 1677, le 29em de la température moyenne sur les planètes de *Proxima du Centaure*?"
- ▶ "Ou ai-je mis mes clefs?- Tu as regarder dans la voiture? - Ah yes tu as raison"
- ▶ Traduction radicale chez Quine (voire aussi le principe de charité chez Davidson ou l'hypothèse de Sapir et Whorf).
- ▶ Et si on le temps n'était pas absolu mais qu'il était relatif à l'espace?



## Réponse à la Critique 2: l'Unawareness ou le manque d'imagination

Dans ce cas on dit que l'introspection négative est violée: il se peut que l'agent ne sache pas qu'il ne sait pas (impossible dans le modèle de Savage).

Pour répondre à ce problème on utilise ce qu'on appelle l'unawareness. Typiquement, cela revient à dire que l'espace des états du monde varie aussi.

Permet de penser une contrepartie un Bayesianisme inversé c'est à dire que l'apprentissage conduit à étendre les possibles plutôt qu'à le rendre réduire l'ensemble de possibles.

Littérature très technique et qui peine à s'imposer car pas assez (ou trop) facile à appliquer ou à observer.

Lien très clair avec l'incertitude radicale de Keynes.

## II. Théorie de la décision et économie expérimentale

## Outline section 2

1. Liens théorie de la décision et économie expérimentale
2. Cadre Banerjee et al. (2017): théorie de la décision comme cadre théorique de l'économie expérimentale (pour expérimentateur)
3. Comment approches Bayésiennes et Fréquentistes se retrouvent dans ce cadre
4. Limites économie expérimentale (RFEs)
  - ▶ Validité externe vs validité interne
  - ▶ Reformuler les enjeux : approche fréquentiste vs Bayésienne
5. Cadre théorie de la décision parvient-il à pallier limites économie expérimentale?
6. Boucler le débat

# Absence de lien entre théorie de la décision et économie expérimentale

Théorie de la décision et économie expérimentale sont considérées comme **deux des champs les plus importants** aujourd'hui en économie (Banerjee et al. 2017, p.1)

Ces deux champs semblent traverser de **multiples sous disciplines** de l'économie et d'autres disciplines :

- ▶ Théorie de la décision et psychologie, théorie de la décision et finance, ...
- ▶ Économie expérimentale et économie du développement, économie expérimentale et économie du travail, économie expérimentale et sciences politiques, ...

**MAIS aucun lien entre les deux** (exceptions Chassang et al. 2001; Kasy, 2013; Banerjee et al., 2014)

- ▶ Une expérience fondée sur théorie de la décision serait rejetée
- ▶ Expériences ne respectent pas les axiomes de la rationalité subjective

# Vers un lien entre théorie de la décision et l'économie expérimentale: le cadre de Banerjee et al. 2017 (1)

## **Théorie de la décision comme un cadre pour l'expérimentateur**

- ▶ Permet de codifier la pratique des expérimentateurs
- ▶ Les enjeux de l'économie expérimentale pourront en retour offrir des éclairages à la théorie de la décision  
→ *Win win*

**La plus grande difficulté** = incohérence entre les préférences individuelles de l'expérimentateur et ses préférences en groupe

- ▶ Individuellement, expérimentateurs = Bayésiens
- ▶ En groupe, expérimentateurs = preneurs de décisions averses à l'ambiguïté → ils trouvent imprudent de choisir un *prior* pour évaluer des nouvelles informations

PARALLÈLE AVEC PARADOXE ELLSBERG (1961), cf. Section 1

[Ndlr : Ici la théorie de la décision est appliquée à l'expérimentateur et l'on ne s'intéresse pas de savoir si elle est appliquée aux participants ou non]

# Vers un lien entre théorie de la décision et l'économie expérimentale: le cadre de Banerjee et al. 2017 (2)

Le cadre de Banerjee et al. (2017) :

- ▶ Traite du problème de la prise de décision du **choix du protocole expérimental**
- ▶ Offre des règles de décisions
- Maximise utilité de l'expérimentateur & cherche à satisfaire une audience qui peut opposer un veto au choix

## Reminder

Pour Banerjee et al. 2017 le but d'une expérience est ici de déterminer des preuves d'efficacité de politiques publiques, nous reviendrons plus en détail (cf. slide suivant) sur les enjeux de ce point ainsi que les différents protocoles expérimentaux qui peuvent être envisager (leurs + et -)

# Vers un lien entre théorie de la décision et l'économie expérimentale: le cadre de Banerjee et al. 2017 (3)

L'expérimentateur dans ce cadre = un chercheur qui doit informer de l'impact d'une politique publique à travers une expérience

## Enjeux de la décision :

- ▶ Interne : identification des effets sur la population de l'expérience
- ▶ Externe : Extrapolation des effets à une autre population que celle de l'expérience

⇒ TRADUCTION EN TERMES DE DÉCISIONS DES PRINCIPAUX ENJEUX MÉTHODOLOGIQUES DES EXPÉRIENCES EN SCIENCES SOCIALES

- ▶ Expériences de laboratoires et contrôle direct → **problème d'artificialité**
- ▶ Expériences de terrain et contrôle indirect → **problème de générabilité**

# Vers un lien entre théorie de la décision et l'économie expérimentale: le cadre de Banerjee et al. 2017 (4)

## Formalisation du cadre (1/2) :

### 1. Actions et préférences

Celui qui prend la décision (l'expérimentateur) doit décider si il met en place une politique spécifique. Afin d'informer son jugement le preneur de décision peut donc conduire une expérience → la probabilité du succès de la politique est **conditionnelle** au traitement et aux co-variables

$$p_t^x \equiv \text{prob}(Y_i^t = 1 | x_i = x)$$



# Vers un lien entre théorie de la décision et l'économie expérimentale: le cadre de Banerjee et al. 2017 (5)

## **Formalisation du cadre (2/2) :**

### **2. Environnements et problèmes de décisions**

Définition d'environnements  $z$  pour différencier problèmes internes et externes dans la prise de décision

### **3. Expériences et règles de décisions**

La décision de l'expérimentateur est double : choisir un protocole expérimental et une règle de décision qui permettent de traduire les données expérimentales en une décision politique

# Vers un lien entre théorie de la décision et l'économie expérimentale: le cadre de Banerjee et al. 2017 (6)

Première décision à prendre : **Quels types d'expériences?**

**Options du choix :**

1. Expériences Bayésiennes?
2. Expériences randomisées?
  - ▶ Ces expériences se fondent sur le cadre statistiques de Fischer, célèbre pour son approche fréquentiste
  - ▶ Illustration avec the *lady testing tea*
  - ▶ Pour aller plus loin, voir Teira (2013)

## Alerte

Les choix en termes de protocoles expérimentaux sont en fait beaucoup plus larges, ici on est au final assez restreint

# Vers un lien entre théorie de la décision et l'économie expérimentale: le cadre de Banerjee et al. 2017 (7)

## 1. Expériences Bayésiennes (1/3)

- Illustration: expérience sur des bons à l'éducation qui doit guider la prise de décision d'un directeur d'école
- ▶ Décision politique à prendre par : mettre en place ou non de tels bons dans un quartier pré-déterminé (cf. problème interne)
  - ▶ Précédemment le directeur d'école a rejeté ces bons soulignant que ce qui avait véritablement un impact sur l'éducation était l'environnement socio-économique dont est issu les enfants
  - ▶ Ses croyances se sont transformées, aujourd'hui il est convaincu que la scolarité est le déterminant unique du succès éducationnel
  - ▶ Ce directeur met en place une expérience dans une école privée : un seul élève participe à cette expérience

# Vers un lien entre théorie de la décision et l'économie expérimentale: le cadre de Banerjee et al. 2017 (8)

## 1. Expériences Bayésiennes (2/3)

- Comment apprendre de cette expérience? Aucun groupe de contrôle? Comment tirer des conclusions de cette expérience?
  - ▶ Un décideur bayésien a toujours un *prior* qu'il peut comparer au résultat du seul participant à l'expérience
    - *prior* : distribution de probabilité qui traduit la croyance de quelqu'un (ici le directeur) avant même qu'il y aient des preuves (cf. section 1)
      - ▶ Si la croyance du directeur était que qu'un enfant d'un milieu social modeste ne pourrait pas obtenir des résultats au dessus du 70ème centile, si l'élève de l'expérience obtient un résultat se situant dans le 90ème centile
      - ▶ Le directeur **compare sa croyance** avec le résultat de l'expérience
      - ▶ Le directeur **actualise sa croyance**
      - ▶ Le directeur est convaincu qu'il faut donner des bons aux enfants pauvres pour intégrer des écoles privées

# Vers un lien entre théorie de la décision et l'économie expérimentale: le cadre de Banerjee et al. 2017 (9)

## 1. Expériences Bayésiennes (3/3)

### → Limites de ces expériences

- ▶ Que faire s'il y a plusieurs preneurs de décisions et donc avec des *priors*, croyances, différentes?
- ▶ Comment convaincre d'autres preneurs de décisions? (par exemple pour généraliser l'expériences à d'autres quartiers)
- Le preneur de décision peut ne pas complètement croire ses *prior* : **problème d'ambiguïté** (cf. section 1)
- L'audience que doit convaincre le preneur de décision peut refléter les doutes et critiques internes du preneur de décision

⇒ La prise de décision du protocole expérimental dépend : du nombre de données disponibles, de participants et surtout du poids que le preneur de décision attache à ses croyances et celles de l'audience

# Vers un lien entre théorie de la décision et l'économie expérimentale: le cadre de Banerjee et al. 2017 (10)

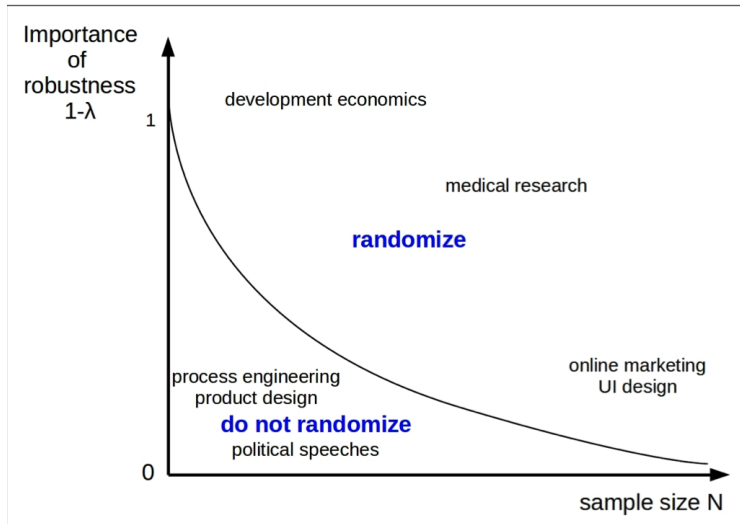
## 1. **Expériences randomisées**

### → Brefs éléments de définition

- ▶ Comparer deux groupes : contrôle et traitement
- ▶ Sécuriser la comparaison avec une assignation aléatoire des individus à chaque groupe
  
- ▶ *Gold standard* méthodologique?
  - ▶ Forte validité interne vs. faible validité externe
  - ▶ Problème générabilité
  
- ▶ Illustration : économie du développement vs médecine

# Vers un lien entre théorie de la décision et l'économie expérimentale: le cadre de Banerjee et al. 2017 (11)

## Comment choisir entre ces deux types d'expériences?



# Limites méthodologiques persistantes

- ▶ **Expériences randomisées à la rescousse des expériences bayésiennes**
  - ▶ Une façon de contourner le problème de l'ambiguïté
  - ▶ MAIS ne permet pas du tout de répondre à critique 2 (cf. section 1)
- ▶ **Expériences bayésiennes à la rescousse des expériences randomisées : le message caché de Banerjee et al. 2017?**
  - ▶ Problème validité externe: approche bayésienne ré-introduit des a priori
  - ▶ Permet réflexivité sur croyances
  - ▶ Spéculation structurée
    - ▶ Qui, quoi guide et informe cette structure? Uniquement croyance?
    - ▶ Quelle généralité possible à ce cadre?
- ▶ **Vers une combinaison plutôt qu'une séparation des protocoles expérimentaux?**



# Conclusion

- ▶ **Statistiques = fonction plurielles** : POUR et PAR le chercheur
  - ▶ les statistiques permettent aux chercheurs à travers la création et la collecte de données de dire quelque chose du monde
  - ▶ les statistiques permettent d'analyser le comportement des chercheurs
- ▶ Nous avons tenté d'**appréhender les statistiques sous ces deux angles**
  - ▶ en cherchant à combiner méthodes de collectes et création inférences statistiques (expériences)
  - ▶ ET théorie de la décision qui nous montre une utilisation particulière des statistiques à travers une théorie elle aussi particulière des probabilités

**Séminaire MEHPERE, séance philosophie économique**  
**Première partie : modélisation et interdisciplinarité**  
Quentin Couix & Thibaud Choppin de Janvry

Références bibliographiques :

- Backhouse, Roger E., et Béatrice Cherrier. 2017. « The Age of the Applied Economist: The Transformation of Economics since the 1970s ». *History of Political Economy* 49 (Suppl\_1): 1-33.
- Hausman, Daniel M. 1992. *The Inexact and Separate Science of Economics*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- . 1998. « Problems with Realism in Economics ». *Economics and Philosophy* 14 (2): 185-213.
- . 2013. « Paradox Postponed ». *Journal of Economic Methodology* 20 (3): 250-54.
- . 2021. « Philosophy of economics: past and future ». *Journal of Economic Methodology* 0 (0): 1-9.
- Klein, Julie Thompson. 2010. « A Taxonomy of Interdisciplinarity ». In *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*, édité par Julie Thompson Klein, Carl Mitcham, et Robert Frodeman, 15-30. Oxford: Oxford University Press.
- Lawson, Tony. 1999. « What Has Realism Got to Do with It? ». *Economics and Philosophy* 15 (2): 269-82.
- Mäki, Uskali. 1989. « On the problem of realism in economics ». *Ricerche Economiche* 43 (1-2): 176-98.
- . 2000. « Reclaiming Relevant Realism ». *Journal of Economic Methodology* 7 (1): 109-25.
- . 2009a. « Missing the World. Models as Isolations and Credible Surrogate Systems ». *Erkenntnis* 70 (1): 29-43.
- . 2009b. « Economics Imperialism: Concept and Constraints ». *Philosophy of the Social Sciences* 39 (3): 351-80.
- . 2011. « Models and the Locus of Their Truth ». *Synthese* 180 (1): 47-63.
- . 2012. « Realism and Antirealism about Economics ». In *Philosophy of Economics*, édité par Uskali Mäki, 13:3-24. *Handbook of the Philosophy of Science*. Amsterdam: Elsevier.
- . 2013a. « On a Paradox of Truth, or How not to Obscure the Issue of Whether Explanatory Models Can Be True ». *Journal of Economic Methodology* 20 (3): 268-79.
- . 2013b. « Scientific Imperialism: Difficulties in Definition, Identification, and Assessment ». *International Studies in the Philosophy of Science* 27 (3): 325-39.
- . 2016. « Philosophy of Interdisciplinarity. What? Why? How? ». *European Journal for Philosophy of Science* 6 (3): 327-42.
- Morgan, Mary S. 2012. *The World in the Model: How Economists Work and Think*. New York: Cambridge University Press.
- Morgan, Mary S., et Margaret Morrison, éd. 1999. *Models as Mediators: Perspectives on Natural and Social Science*. Vol. 52. *Ideas in Context*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Morgan, Mary S., et Malcolm Rutherford. 1998. « American Economics: The Character of the

Transformation ». *History of Political Economy* 30 (Suppl\_1): 1-26.

Reiss, Julian. 2012. « The Explanation Paradox ». *Journal of Economic Methodology* 19 (1): 43-62.

Sugden, Robert. 2000. « Credible Worlds: The Status of Theoretical Models in Economics ». *Journal of Economic Methodology* 7 (1): 1-31.

———. 2009. « Credible Worlds, Capacities and Mechanisms ». *Erkenntnis* 70 (1): 3-27.

Truc, Alexandre, Olivier Santerre, Yves Gingras, et François Claveau. 2020. « The Interdisciplinarity of Economics ». SSRN Scholarly Paper.