

LE MAGAZINE DE TOULOUSE SCHOOL OF ECONOMICS

# TSE MAG

Vivre l'économie

#17  
ÉTÉ  
2018

## DÉCODER LE MONDE

Catherine Bobtcheff  
et Carole Haritchabalet  
sur les biobanques

⋮ Céline Bonnet et Zohra  
Bouamra-Mechemache  
sur une taxe hamburger

⋮ Bruno Biais, à propos  
des dérivés, des marges  
et de la compensation

⋮ Philippe Wahl sur  
la régulation de  
l'économie numérique

# Décoder le monde

Galilée disait que "la nature est écrite en langage mathématique" et, bien qu'il s'agisse d'un point de vue ethnocentrique, les mathématiques jouent un rôle prédominant pour nous aider à comprendre et anticiper notre monde. Alors que nous entrons dans un monde numérique dans lequel les données n'ont jamais été aussi nombreuses, nous avons toujours plus besoin de l'aide de l'intelligence artificielle et des algorithmes pour comprendre et analyser les causes, tendances et comportements.

TSE a une longue histoire d'excellence mathématique et celle-ci reste très forte aujourd'hui. Les premières recrues de notre institution étaient des mathématiciens et l'un d'entre eux, Jean-Pierre Florens, est toujours actif à Toulouse et nous sommes fiers de vous présenter son interview dans ce magazine. Vous trouverez également plusieurs articles sur des chercheurs TSE qui travaillent sur des problèmes mathématiques avec de nombreuses implications, notamment pour des algorithmes, le traitement des big data, l'intelligence artificielle, des problèmes d'optimisation et de l'apprentissage machine.

Alors que nous célébrons le 25<sup>e</sup> anniversaire de notre partenariat de recherche avec La Poste, nous sommes heureux de vous présenter une interview du PDG du Groupe, Philippe Wahl, au sujet de la révolution numérique de l'entreprise et de l'importance d'une meilleure régulation du monde en ligne. Vous trouverez enfin dans ce numéro, comme toujours, les derniers résultats de recherche et l'actualité de notre communauté.

Comme tous les ans, TSE est une nouvelle fois au cœur des débats sur l'impact des nouvelles technologies sur nos sociétés à l'occasion du TSE Digital Forum de juin qui a réuni, le temps d'une matinée, économistes et décideurs économiques, et le TSE Energy & Climate Forum qui se tiendra en septembre autour des enjeux de l'énergie. Nous espérons vous voir lors de l'un de ces événements pour améliorer notre compréhension des enjeux qui traversent nos sociétés et économies aujourd'hui et qui les transformeront demain.

En vous souhaitant une agréable lecture,

**Christian Gollier**, Directeur de TSE  
**Jean Tirole**, Président de TSE



Christian Gollier



Jean Tirole

TSE a une longue histoire d'excellence mathématique et celle-ci reste très forte aujourd'hui

## Actualités

- 4 Prix et nominations
- 5 Save the date



### DÉCODER LE MONDE

- 14 Sébastien Gadat sur le machine-learning
- 16 Jean-Pierre Florens à propos de la puissance des mathématiques
- 18 Anne Ruiz-Gazen sur les incertitudes statistiques
- 20 Adrien Blanchet sur l'interdisciplinarité à TSE
- 21 Eve Leconte à propos des durées et des données censurées
- 22 Stéphane Villeneuve et les algorithmes

## Recherche

- 6 Combien vaut une biobanque ?  
Catherine Bobtcheff & Carole Haritchabalet
- 8 Une dent contre la viande de bœuf  
Céline Bonnet, Zohra Bouamra-Mechemache & Tifenn Corre
- 10 Partage des risques ou prise de risque ?  
Bruno Biais

## Décideurs

- 24 Réinventer le secteur postal  
Philippe Wahl
- 26 Un partenariat abouti  
Catherine Cazals
- 27 Les plateformes doivent-elles être réglementées ?  
Werner Stengg, Philippe Wahl & Jean Tirole

## Campus

- 28 Business Networking Day
- 30 Économie des marchés et des organisations  
Doh-Shin Jeon

Magazine trimestriel de Toulouse School of Economics  
 21, allée de Brienne - 31015 Toulouse Cedex 6 - FRANCE - Tél. : +33 (0) 5 6773 27 68

Directeur de la publication : Christian Gollier - Directeur de la rédaction : Joël Echevarria  
 Rédactrice en Chef : Jennifer Stephenson - Responsable de Production : Jean-Baptiste Grossetti  
 Avec l'aide de : Claire Navarro - James Nash  
 Conception graphique et rédaction : Yapak  
 Crédits photos : @Studio Tchiz, @Fotolia, @Istock.  
 Tirage : 1000 exemplaires.

Imprimé sur papier offset issu de forêts gérées durablement. n° ISSN 2554-3253.



Ce magazine a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme d'Investissements d'Avenir portant la référence ANR-17-EURE-0010

# Actualités & évènements

## 📍 Fighting Terrorism at Source (Combattre le terrorisme à la source)

Cet ouvrage écrit par Jean-Paul Azam et Véronique Thelen propose une analyse inédite et pertinente des politiques mises en place pour lutter contre le terrorisme transnational durant la période de 1990 à 2014. Les deux auteurs utilisent la théorie des jeux et l'économétrie structurelle pour évaluer l'impact des aides internationales, du capital éducatif et des interventions militaires. Ils démontrent que la présence des armées américaines dans un pays étranger accroît de manière significative le nombre d'attaques terroristes provenant du pays concerné.



## 📍 Sébastien Gadat élu membre de l'Institut Universitaire de France

L'Institut récompense chaque année un nombre restreint d'enseignants-chercheurs pour la qualité exceptionnelle de leurs recherches. Seuls 2 % des enseignants universitaires français ont été élus par l'Institut.



## 📍 Ingela Alger reçoit la bourse ERC "Advanced Grants"

Félicitations à Ingela Alger qui a reçu une Advanced Grant, décernée par le Conseil européen de la recherche, pour son projet de recherche intitulé "Evolving Economics – Human motivation: evolutionary foundations and their implications for economics" (Économie en évolution - Motivation humaine: les fondements évolutifs et leurs répercussions sur l'économie). TSE s'affirme en tant que deuxième plus grand bénéficiaire européen de la bourse du CER.



## 📍 Jacques Crémer nommé Conseiller Spécial auprès de la Commission européenne

Jacques Crémer, professeur à TSE, a été désigné par la Commission européenne comme l'un des trois Conseillers Spéciaux auprès de la Commissaire européenne à la Concurrence, Margrethe Vestager, jusqu'au mois de mars 2019 dans le but de réfléchir aux défis de la numérisation pour la régulation de la concurrence.

## 📍 Nour Meddahi élu membre de l'Econometric Society

Nour Meddahi (TSE-UTC) a été élu membre du Comité régional permanent de l'Econometric Society, l'un des cercles les plus prestigieux dans le domaine de l'économie.



## 📍 Catherine Bobtcheff récompensée

Catherine Bobtcheff a reçu le Prix du Meilleur Jeune Chercheur en Finance et Assurance décerné par la Fondation SCOR pour la Science dans le cadre du 11<sup>ème</sup> forum international sur les risques financiers organisé au mois de mars dernier.



## 📍 Jérôme Renault présente la théorie des jeux à Météo France

Le chercheur de TSE-UTC a abordé la question des meilleures stratégies de la théorie des jeux ainsi que leurs implications dans le cadre des "Découvrades", une série d'évènements scientifiques organisée par Météo France.

## 📍 Le projet d'économie des ressources en eau de TSE soutenu par la région Occitanie

La région administrative Occitanie a décidé de financer le projet C4EAU visant à promouvoir l'utilisation de compteurs d'eau intelligents dans le domaine agricole. Ce projet, mené au sein de TSE par Arnaud Reynaud (TSE-INRA), Sylvain Chabé-Ferret (TSE-INRA) et Stéphane Cézera (TSE-INRA) en collaboration avec des chercheurs du CEEM de Montpellier, a pour objectif d'étudier l'utilisation de compteurs intelligents innovants mesurant l'utilisation de l'eau dans le domaine de l'agriculture. Au cours des deux prochaines années, les chercheurs étudieront tout particulièrement les nudges basés sur des données de consommation en temps réel pour optimiser l'utilisation des ressources en eau. Ils chercheront également à comprendre pourquoi certains agriculteurs refusent l'installation de ces nouveaux compteurs et les arguments susceptibles de les faire changer d'avis. Selon les estimations, ces nouvelles technologies pourraient engendrer un gain d'eau de 10 %.

## 📍 Jean-François Bonneton sur l'éthique et les machines

En février dernier, le chercheur de TSE-CNRS-CRM-IASST a abordé la problématique des dilemmes éthiques des voitures autonomes au Quai des Savoirs à Toulouse.



Voiture autonome Google

## 📍 Programme d'échange avec Queensland

TSE et l'Université Toulouse Capitole sont heureuses d'annoncer la signature d'une nouvelle convention de partenariat avec l'université australienne de Queensland. Ce nouveau dispositif permettra aux étudiants de suivre le temps d'un semestre ou d'une année un programme de formation en économie dans l'établissement partenaire, dès 2019.

Save  
the date

28  
SEPTEMBRE  
2018

TSE Energy  
& Climate Forum  
Paris

12  
OCTOBRE  
2018

Conférence  
prix Jean-Jacques Laffont  
Toulouse

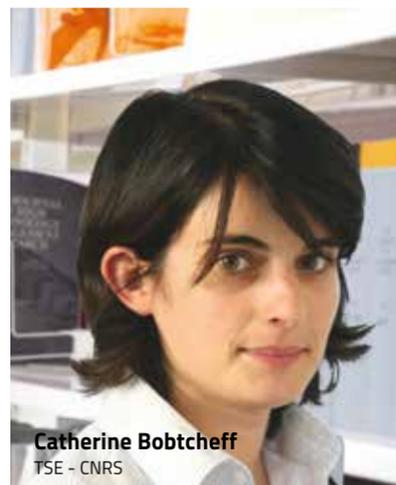
CATHERINE BOBTSCHEFF ET CAROLE HARITCABALET SUR LA VALORISATION DE L'INNOVATION

# Combien vaut une biobanque ?

**E**n facilitant l'accès aux échantillons biologiques, la croissance des biobanques depuis la fin des années 1990 a permis de nombreuses avancées en génétique et en médecine. Comment peut-on s'assurer que le modèle économique de ces institutions favorise l'innovation ? De nouveaux travaux de recherche de Catherine Bobtscheff (TSE-CNRS) et Carole Haritchabalet (TSE-Université de Pau) mettent en avant l'importance du positionnement stratégique d'une biobanque, son expertise et ses conditions de ventes. Elles identifient des asymétries d'information entre les biobanques et les centres de recherche et proposent des solutions pour les réduire.



Carole Haritchabalet  
TSE - Université de Pau



Catherine Bobtscheff  
TSE - CNRS

## Quels sont les principaux défis d'une biobanque ?

La gestion d'une biobanque, en général en lien avec un hôpital d'où proviennent la majorité des échantillons, demande une expérience, à la fois scientifique et technique, considérable. Les biobanques doivent se conformer à de nombreuses législations, notamment en ce qui concerne la collecte et le transport des échantillons et la gestion des données personnelles. La production d'échantillons de haute qualité demande beaucoup de coordination entre les différentes professions. Les laboratoires achètent ensuite les échantillons pour mener à bien des travaux de recherche indépendants ou en lien direct avec la biobanque.

## Comment mettre un prix sur une biobanque ?

La valorisation économique des biobanques est avant tout une question de valorisation de l'innovation. L'innovation dépend de la qualité des échantillons et de l'implication de différents maillons de la chaîne de prélèvement, transport et stockage, ce qui génère des problèmes d'asymétrie d'information. De nombreux économistes, dont Jean Tirole (1999), ont

analysé le contrat optimal pour rémunérer tous les membres de la chaîne de l'innovation. Ceux-ci organisent la répartition des droits de propriété intellectuelle entre les différentes parties prenantes.

**L'innovation dépend de la qualité des échantillons et de l'implication de différents maillons de la chaîne de prélèvement, transport et stockage**

## Comment ces asymétries d'information impactent le marché des échantillons ?

Les biobanques sont face à un problème de sélection adverse dans la mesure où les projets menés le sont par différents instituts de recherche avec des compétences différentes et le succès des projets est extrêmement difficile à évaluer. Cette situation les pousse à mettre en place un comité qui sélectionne les projets de recherche les plus prometteurs. Du côté des acheteurs par contre, on ne peut pas être certains que les échantillons sont de bonnes qualités ou qu'ils n'ont pas été dégradés par la biobanque. Une bonne solution consiste à conditionner une partie du paiement des échantillons au succès de l'innovation.

## Quelles sont les stratégies des biobanques ?

Les biobanques doivent prendre des décisions stratégiques quant à la taille et la qualité de leurs collections. Ces paramètres



## Les biobanques doivent prendre des décisions stratégiques quant à la taille et la qualité de leurs collections

modifient le degré de concurrence entre les biobanques et leur expertise. En se spécialisant sur un nombre faible de collections, une biobanque peut s'assurer une grande visibilité et reconnaissance ainsi qu'un certain pouvoir de monopole. Son expertise et la cohérence de son offre seront fortes ce qui réduit ses coûts de fonctionnement. Les biobanques généralistes pourront travailler avec de nombreux projets variés mais la gestion d'un grand nombre de

collections demande une expertise également diversifiée et des professionnels avec différentes spécialités.

Les biobanques peuvent également se différencier verticalement de leurs concurrents en améliorant la qualité de leurs échantillons et de leurs données, ce qui leur donnera un pouvoir sur le marché. Une économie de biobanques spécialisées limitera la concurrence et les problèmes de qualité des échantillons dans la mesure où chaque biobanque sera positionnée sur un type précis d'échantillons. Lorsque les biobanques généralistes et spécialisées coexistent, la concurrence affaiblit mécaniquement les biobanques généralistes qui sont alors forcées de réduire la qualité de leurs échantillons afin de réduire leurs coûts.

## Comment est-ce que la coopération peut favoriser l'innovation ?

Fédérer plusieurs biobanques au sein d'un réseau permet de réduire les coûts opérationnels, d'augmenter l'approvisionnement en échantillons et d'augmenter leur pouvoir de négociation. En contrepartie elles peuvent perdre une partie du contrôle qu'elles ont sur leurs spécialités et leur réputation. Les effets positifs de ces réseaux sont plus importants pour les biobanques généralistes. La collaboration avec des biobanques spécialisées permet aux généralistes d'améliorer leur expertise, ce qui a un effet bénéfique à long terme sur l'innovation. ■

CÉLINE BONNET, ZOHRA BOUAMRA-MECHEMACHE ET TIFENN CORRE ÉTUDIENT LA PERTINENCE DES TAXES CARBONE SUR LES PRODUITS ALIMENTAIRES

# Une dent contre la viande de bœuf

**N**os choix alimentaires peuvent être décisifs non seulement pour notre bien-être physique mais aussi pour notre planète. Au grand dam des décideurs politiques, les régimes alimentaires des consommateurs se révèlent généralement imperméables à toute campagne publique d'information. La plupart des économistes recommandent plutôt de remplacer ces dernières par des taxes, selon eux, l'outil le plus efficace pour réduire l'empreinte énergétique de nos listes de course. Dans une nouvelle étude publiée dans le New York Times en début d'année, les chercheuses Céline Bonnet, Zohra Bouamra-Mechemache et Tifenn Corre suggèrent que la meilleure stratégie consisterait à imposer une taxe carbone sur la viande de bœuf.

L'industrie agricole est, après le secteur de l'énergie, l'industrie ayant le plus fort impact sur l'environnement. En 2010, 24 % des émissions de gaz à effet de serre provenaient de l'agriculture, de la foresterie et de l'aménagement des territoires.

**Le fait de consommer moins de viande a des avantages indéniables sur la santé et l'environnement et pourtant, la consommation mondiale de viande devrait augmenter de 72 % entre les années 2000 et 2030**

En plus du réchauffement climatique, l'industrie agricole contribue de façon significative aux problèmes d'eutrophisation, à la dégradation de la biodiversité, à la déforestation, à l'usure des sols, à l'épuisement des ressources en eau et à la toxicité. Au sein de cette industrie, les élevages de bovins et de vaches laitières sont particulièrement polluants. Ils produisent près de deux tiers des émissions mondiales imputables au secteur de l'élevage.

Le fait de consommer moins de viande a des avantages indéniables sur la santé et l'environnement et pourtant, d'après les tendances actuelles mises en lumière par l'Organisation mondiale de la santé, la consommation mondiale de viande devrait augmenter de 72 % entre les années 2000 et 2030. La consommation de viande devrait également continuer d'augmenter en Europe, mais la viande rouge devrait se faire plus rare dans les assiettes au profit de la viande blanche.

Encourager des habitudes de consommation plus écologiques et parvenir à réduire la consommation de viande se révèle être une tâche complexe. Pour les chercheurs, mesurer l'impact d'une politique est loin d'être aisé car les consommateurs peuvent remplacer les produits taxés par d'autres, selon des schémas extrêmement difficiles à prédire. Le fait de consommer moins de viande peut par exemple pousser les consommateurs à consommer davantage de poisson ou de produits laitiers. Les habitudes varient également au sein de chaque catégorie alimentaire : les consommateurs peuvent éprouver plus de difficultés à renoncer à la viande fraîche

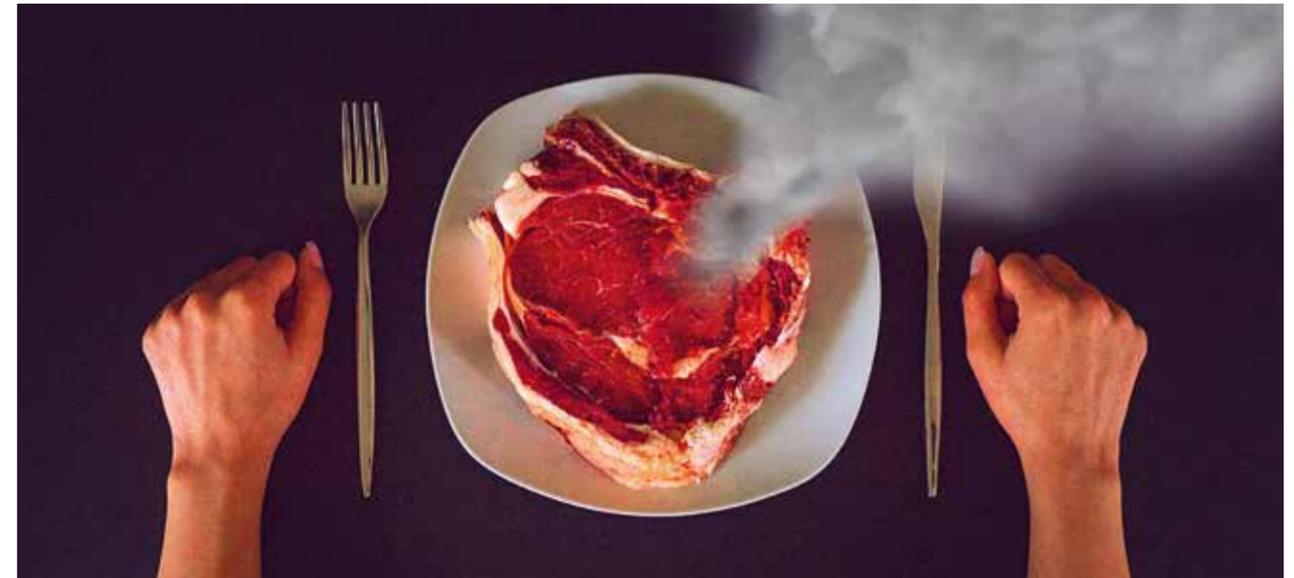


Céline Bonnet, TSE - INRA



Zohra Bouamra-Mechemache, TSE - INRA

qu'au jambon en barquette. Dans leur article, les chercheuses analysent l'impact des politiques tarifaires environnementales ciblant de manière spécifique la consommation de produits d'origine animale. La plupart des études portant sur la demande des consommateurs en produits d'origine animale utilisent des données agrégées au niveau du pays



**L'idée d'imposer une taxe sur la consommation de produits d'origine animale afin d'influer sur les décisions prises au sein des ménages n'a rien de nouveau. Mais la pertinence d'une telle taxe n'a pour le moment fait l'objet d'aucune étude approfondie**

ou de la région concerné(e) mais l'étude menée par TSE exploite un ensemble de données fournissant des informations exceptionnellement détaillées sur les achats alimentaires des ménages individuels en France.

"L'idée d'imposer une taxe sur la consommation de produits d'origine animale afin d'influer sur les décisions prises au sein des ménages n'a rien de nouveau. Mais la pertinence d'une telle taxe n'a pour le moment fait l'objet d'aucune étude approfondie. Nous faisons une estimation des schémas de consommation des principaux produits d'origine animale et d'un agrégat de produits d'origine végétale, ce qui nous permet d'analyser de façon très précise les schémas de substitution" expliquent les chercheuses. Pour s'aligner sur les objectifs définis par l'Union européenne, les émissions de gaz à effet de serre doivent être

réduites de 20 % d'ici 2020 et de 60 % d'ici 2050, et le prix recommandé du carbone s'élève pour ces deux années à 56 € par tonne et 200 € par tonne respectivement. Les chercheuses de TSE se servent de ces prix du carbone pour simuler l'impact d'une taxe carbone sur la consommation de produits d'origine animale.

Les résultats obtenus montrent qu'une taxe peu élevée a un très faible impact sur les émissions de gaz à effet de serre. Une taxe élevée entraînerait en revanche une réduction de 6 % des émissions de gaz à effet de serre pour l'ensemble des produits alimentaires. Ces deux taxes seraient cependant l'une comme l'autre insuffisantes pour réduire de 20 % les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2020 conformément à l'objectif fixé par l'Union européenne.

"Nous avons conclu que les impacts sur les émissions de gaz à effet de serre sont bien moins significatifs que ceux mis en

lumière dans les précédentes études basées sur des données plus agrégées, indiquent les chercheuses. Cela s'explique par le fait que la demande en produits d'origine animale est moins élastique au niveau agrégé. Une évolution du prix des produits d'origine animale ne génère que peu de substitutions ou des substitutions partielles au profit de produits alimentaires d'origine végétale. En effet, une partie des substitutions s'opère au sein même des catégories de produits d'origine animale."

Selon les chercheuses, le scénario le plus efficace consisterait à imposer une taxe élevée sur la consommation de bœuf uniquement. Une telle taxe permettrait de réduire de 3,2 % les émissions de gaz à effet de serre, ce qui représente plus de la moitié des effets bénéfiques sur l'environnement que pourrait avoir une taxe imposée sur l'ensemble des produits d'origine animale, en augmentant de 12 % seulement les coûts répercutés sur les ménages.



## En savoir plus :

L'étude intitulée "An environmental tax towards more sustainable food: empirical evidence of the consumption of animal products in France" (Une taxe environnementale pour une alimentation plus durable : données empiriques relatives à la consommation de produits d'origine animale en France) par Céline Bonnet, Zohra Bouamra-Mechemache, et Tifenn Corre a été publiée dans la revue Ecological Economics au mois de mai.

BRUNO BIAIS, À PROPOS DES DÉRIVÉS, DES MARGES ET DE LA COMPENSATION CENTRALE

# Partage des risques ou prise de risque ?

**L**e partage des risques via les produits dérivés peut-il paradoxalement résulter en une prise de risque pour les institutions financières ? Dans le cadre de son projet « Trading and Post Trading », qui a reçu une subvention majeure du Conseil européen de la recherche en 2012, Bruno Biais montre comment les dépôts de garantie et les mécanismes de compensation peuvent être conçus pour atténuer les risques. Avec Florian Heider et Marie Hoerova, ses coauteurs de la Banque centrale européenne, il fournit également de nouvelles prévisions empiriques sur l'ampleur de l'activité basée sur les produits dérivés financiers et sur les risques associés.

**Pourquoi les dérivés ont-ils attiré l'attention des décideurs et des chercheurs ?**

Les produits dérivés financiers se sont fortement développés au cours des 15 dernières années. La valeur des couvertures de défaillance (ou CDS pour Credit Default Swaps en anglais), qui sont des contrats bilatéraux utilisés pour assurer le risque de crédit, est passée d'environ 180 milliards de dollars en 1998 à plus de 60 billions de dollars à la mi-2008. Mais l'assurance fournie par les dérivés n'est efficace que si les contreparties peuvent honorer leurs obligations contractuelles. Ainsi, lorsque la banque Lehman Brothers a

déposé le bilan, elle a gelé les positions de plus de 900 000 contrats dérivés (environ 5 % de toutes les transactions de dérivés à l'échelle mondiale).

**Comment simulez-vous les tensions liées à ces arrangements financiers complexes ?**

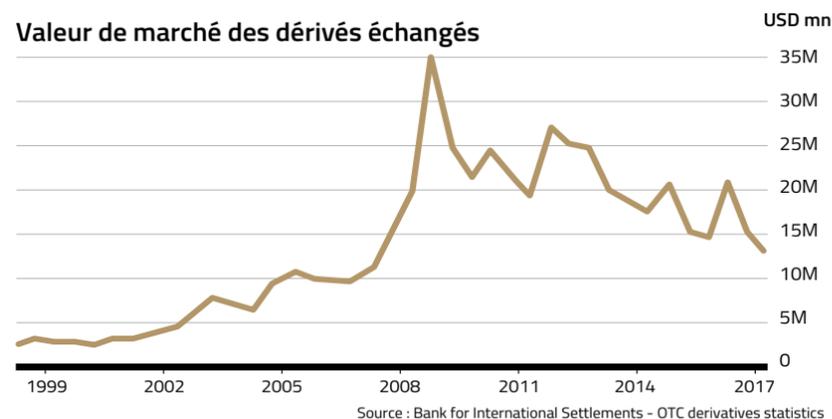
Notre modèle inclut des acheteurs de protection réticents au risque qui veulent s'assurer contre une exposition commune au risque. Ces acheteurs s'adressent à des vendeurs de protection dont les actifs peuvent être à risque, mais sans être directement exposés au risque contre lequel les acheteurs veulent s'assurer. Les vendeurs



Bruno Biais  
TSE - CNRS

**La valeur nominale des couvertures de défaillance est passée d'environ 180 milliards de dollars en 1998 à plus de 60 billions de dollars à la mi-2008**

peuvent se prémunir du risque de baisse en maintenant leurs actifs à une valeur suffisante au prix d'efforts onéreux. Sinon, les vendeurs peuvent se soustraire au coût de cet examen en se fiant aux cotes de crédit externes prêtes à l'emploi ou aux simples mesures rétrospectives des risques. L'échec des vendeurs à exercer un effort de prévention des risques entraîne un risque en contrepartie pour les acheteurs de protection. Étant donné que les activités des institutions financières sont opaques et complexes, la prise de risque est difficile à appréhender pour les acteurs extérieurs. Cela crée un problème d'aléa moral pour les vendeurs, c'est l'interaction clé de notre modèle.



**Pourquoi ce partage des risques engendre-t-il une prise de risque ?**

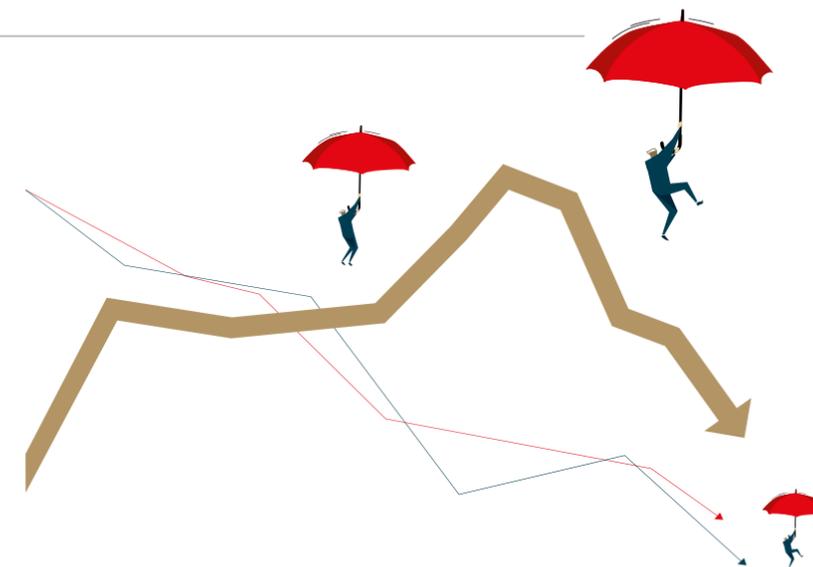
Il faut savoir qu'une forte exposition aux produits dérivés sape les incitations du vendeur à exercer un effort de prévention des risques. Dans ce cas, le vendeur supporte seul le coût total de l'effort de prévention des risques, tandis que le bénéfice de cet effort est partagé.

Le contrat optimal prend l'une des deux formes suivantes : soit le maintien des incitations des vendeurs de protection à la prévention des risques, au prix d'un partage des risques moins *ex ante* pour les acheteurs de protection ; soit l'engagement à un plus grand partage des risques, mais en abandonnant les incitations à la prévention des risques, créant ainsi un risque de contrepartie pour les acheteurs de protection. Le potentiel de partage des risques des contrats dérivés est donc limité.

**Les activités des institutions financières sont opaques et complexes donc la prise de risque est difficile à appréhender de l'extérieur. C'est un problème d'aléa moral pour les vendeurs de protection**

**Les dérivés peuvent-ils générer une contagion entre les classes d'actifs ?**

Avec l'aléa moral, les mauvaises nouvelles au sujet des actifs des acheteurs de protection font augmenter la probabilité de faibles profits sur les actifs des vendeurs. En effet, les mauvaises nouvelles sapent les incitations à la prévention des risques des vendeurs de protection. Par exemple, avant la récente crise, les banques réduisaient souvent leur capital propre exigé en achetant des produits dérivés. Notre modèle prédit que les institutions financières détenant le plus de positions CDS courtes exposent davantage leurs bilans aux risques de baisse à la suite de la publication de mauvaises nouvelles sur le marché du



logement. Fait important, cette exposition est un choix calculé, pas la conséquence d'erreurs ou d'incompétences.

**Comment pouvons-nous créer des marchés financiers plus sûrs ?**

L'objectif principal de notre article est d'établir quelle est la conception optimale des appels de marge et des plateformes de compensation centrale (PCC). Ces dispositifs institutionnels visent à atténuer le risque de contrepartie et ont été adoptés par les régulateurs américains et européens après la crise financière de 2008. Notre modèle comporte une PCC qui regroupe les ressources de tous les vendeurs de protection. Toutes les pertes dues à des défaillances de vendeurs individuels sont donc partagées entre tous les acheteurs. La PCC est également chargée de la mise en œuvre des appels de marge. La partie faisant l'objet d'un appel de marge doit céder le contrôle des actifs à la PCC, en les « isolant » de l'aléa moral. Avec moins d'actifs, le coût de la prévention des risques est moindre, ce qui permet d'améliorer les incitations à la prévention des risques. Mais les actifs sûrs d'un compte sur marge rapportent moins que les actifs risqués laissés sur le bilan d'une institution financière. Les

marges ne sont donc utilisées que lorsque les avantages de l'isolement l'emportent sur le coût : par exemple, lorsqu'il y a un grave problème d'aléa moral ; ou lorsque le coût du dépôt d'actifs dans le compte sur marge n'est pas trop élevé.

**Quelles sont les implications de cette politique ?**

Notre recherche rend compte de la façon dont les marges et la compensation centrale interagissent et souligne la nécessité de les concevoir ensemble. Alors que la compensation centrale mutualise le risque de contrepartie, les marges permettent des incitations dans le but d'éviter le risque de contrepartie. Sans marges, les PCC supporteraient trop de risques ; sans PCC, les parties contractantes devraient viser des marges plus élevées. Et c'est la PCC qui doit concevoir et mandater les appels de marge. Dans le cas contraire, certaines parties prenantes bénéficieraient librement et gratuitement de l'assurance qu'elle procure.

**Ces travaux ont reçu le soutien du Conseil européen de la recherche par le biais du septième programme-cadre de recherche et de développement de la Communauté Européenne.**



**Soutien de l'ERC**

Ces travaux ont reçu le soutien du Conseil européen de la recherche dans le cadre du 7e programme cadre FP7/2007-2013 accord de financement N\_295484 - TAP.



# DÉCODER LE MONDE

- 14 Sébastien Gadat sur le machine-learning
- 16 Jean-Pierre Florens à propos de la puissance des mathématiques
- 18 Anne Ruiz-Gazen sur les incertitudes statistiques
- 20 Adrien Blanchet sur l'interdisciplinarité à TSE
- 21 Eve Leconte, à propos des durées et des données censurées
- 22 Stéphane Villeneuve et les algorithmes

# Les maths de demain

**A**rrivé à TSE en 2014 depuis l'Université Paul Sabatier, Sébastien Gadat y dirige aujourd'hui le groupe de recherche mathématiques et statistiques. Le chercheur, récemment nommé à l'Institut Universitaire de France, nous parle de ses travaux de recherche en machine-learning et du futur de la recherche dans le domaine, notamment à l'ère du numérique.

### Qu'est-ce qui vous a attiré à TSE ?

J'ai rejoint TSE en 2014 motivé avant tout par l'ambition académique du groupe de recherche, à la pointe des principaux enjeux dans le domaine des mathématiques et la volonté de rejoindre une institution qui donne aux chercheurs des moyens de travail conséquents. TSE est une maison où les choses avancent et fonctionnent bien.

**Nous avons travaillé avec Airbus pour utiliser ces algorithmes de décision séquentielle afin de définir le plan de vol optimal et trouver le trajet qui consomme le moins de carburant**

Depuis mon arrivée, le groupe mathématiques et statistiques s'est agrandi et a progressé dans de nombreux domaines et je crois que nous répondons actuellement à toutes les grandes tendances de recherche du moment en mathématiques appliquées, que ce soit les Big Data, l'Intelligence artificielle, l'optimisation, le machine-learning mais aussi les dernières avancées de théorie des jeux avec des

jeux répétés. L'émulation scientifique est un réel atout de TSE.

### Sur quoi travaillez-vous ?

Je travaille en ce moment sur plusieurs sujets de recherche, notamment sur l'apprentissage statistique, qui est l'outil derrière la plupart des intelligences artificielles. Par exemple la compréhension de la géométrie des très grands graphes, qui est une problématique que l'on rencontre quand on utilise d'immenses jeux de données, ou Big Data. Facebook est un exemple parfait de ce type de données, si l'on essaie de représenter les interactions entre les utilisateurs, alors on peut utiliser des outils mathématiques pour essayer d'en comprendre les grandes tendances, les centres et les axes principaux.

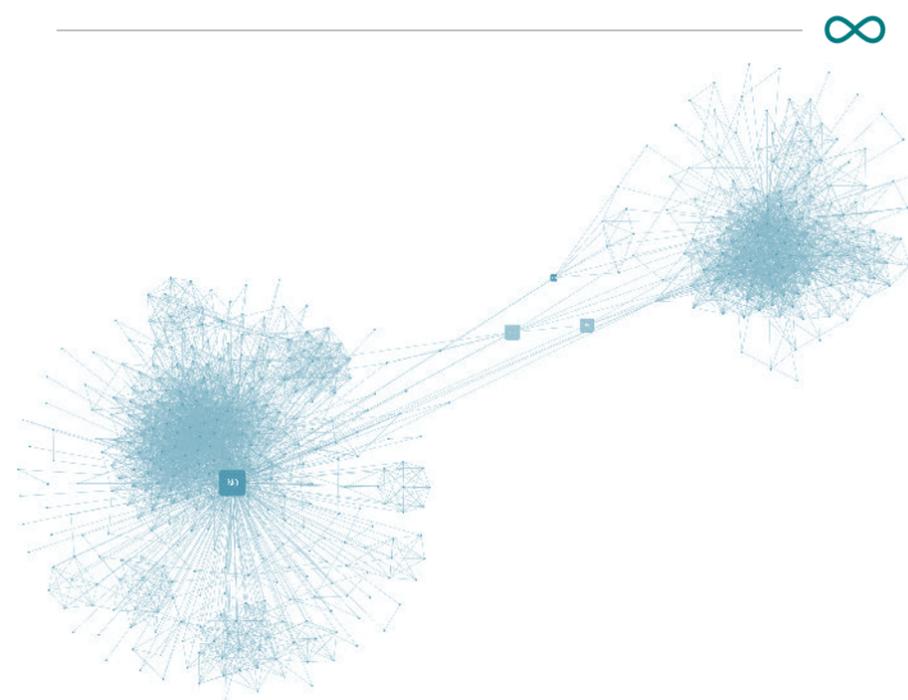
Je me suis également penché sur des problématiques d'optimisation de fonctions, non nécessairement convexes, par un algorithme séquentiel. Notre apport c'est d'avoir développé une approche qui permette de sortir du cadre de convexité et du cadre de mesure déterministe afin d'avoir des résultats valables dans un plus grand nombre de situations. Je tiens d'ailleurs à souligner les travaux précurseurs



exceptionnels de Jérôme Bolte sur le sujet. Ce type de travaux peuvent être utilisés en décision séquentielle, machine-learning mais aussi en finance.

Plus concrètement, nous avons travaillé avec Airbus pour utiliser ces algorithmes de décision séquentielle afin de définir le plan de vol optimal en tenant compte de l'incertitude concernant les conditions météo ou le poids exact de l'avion et ainsi trouver le trajet qui consomme le moins de carburant. Nous avons testé ces algorithmes sur les simulateurs de vol d'Airbus avec succès.

Nous travaillons également en ce moment en immunologie avec l'Oncopole de Toulouse afin de codifier la rémission de la Leucémie Lymphoïde Chronique, maladie cancéreuse du sang. Nous faisons ainsi beaucoup d'analyse et traitement



Visualisation d'un nœud Facebook

**Il faut tous les jours de nouveaux algorithmes pour traiter de façon continue et ininterrompue les big data**

de données afin de proposer un modèle causal prenant en compte les différentes variables. À terme, nous espérons améliorer la compréhension de cette maladie et de ses possibles traitements.

Enfin je travaille en ce moment sur la déconvolution de loi de mélange par super-résolution. L'idée c'est de pouvoir trier parmi des observations les lois qui les codent. Ce travail met en lien optimisation (et en particulier la notion de dualité) et les statistiques, c'est un nouveau domaine passionnant et prometteur.

### Quelles sont les grandes tendances actuelles en mathématiques ?

En ce moment, les méthodes séquentielles sont au cœur des préoccupations en mathématiques appliquées (optimisation et statistiques). Elles permettent de prendre des décisions sous incertitude et

en temps réel. Ces enjeux sont de plus en plus importants du fait de l'augmentation constante du nombre de données récoltées, notamment pour construire tous les algorithmes qui régissent le monde numérique, c'est ce qu'on appelle le machine-learning.

Le deep-learning est un autre enjeu très actuel, il s'agit d'une sous-partie du machine-learning qui consiste à mettre en place une cascade de modèles extrêmement complexe qui, si elle fournit des prédictions fiables, est très opaque et l'algorithme final est souvent non-lisible par un humain. C'est ce qui le différencie de la plupart des autres méthodes de machine-learning que l'on peut comprendre et visualiser.

Il faut tous les jours de nouveaux algorithmes pour traiter de façon continue et ininterrompue les données massives qui arrivent à chaque seconde et qui peuvent signaler des changements très rapides dans tous les domaines mesurés. Ces problématiques vont être au cœur des mathématiques et des questions de machine-learning pour les dix prochaines années et notre groupe de recherche est extrêmement dynamique sur ces sujets cruciaux.

## Les 24 membres du groupe Mathématiques de la décision et statistique à TSE

Bénédicte Alziary Chassat

Pascal Bégout

Adrien Blanchet

Hélène Boistard

Jérôme Bolte

Michel-Benoît Bouissou

Sandrine Casanova

Abdelaati Daouia

Jean-Paul Décamps

Olivier Faugeras

Jean-Pierre Florens

Sébastien Gadat

Eric Gautier

Fabien Gensbittel

Christine Grün

Pascal Lavergne

Eve Leconte

Olivier Perrin

Jérôme Renault

Anne Ruiz-Gazen

Ian Schindler

Christine Thomas-Agnan

Stéphane Villeneuve

Ekaterina Voltchkova

JEAN-PIERRE FLORENS À PROPOS DE LA PUISSANCE DES MATHÉMATIQUES

# Le plaisir de comprendre

**J**ean-Pierre Florens est arrivé à Toulouse en 1986, en provenance d'Aix, pour rejoindre Jean-Jacques Laffont et Michel Moreaux et donner naissance quelques années plus tard à l'IDEI puis à TSE. Il nous parle de ses travaux de recherche en mathématiques et économétrie, de l'évolution du domaine et de l'histoire des économistes toulousains.

**Quels sont vos principaux travaux ?**

Mes travaux de recherche, en statistique mathématique, se concentrent notamment sur la théorie des problèmes inverses, c'est-à-dire l'estimation des causes d'un phénomène à partir de ses conséquences.

**C'est réellement un plaisir de partager et de guider de nouvelles générations de chercheurs et je crois que c'est quelque chose que nous faisons très bien ici**

Ce type de travaux est extrêmement utile pour l'imagerie satellitaire ou médicale et permet de répondre à de nombreuses questions statistiques. La principale originalité de mes recherches a été l'utilisation de cette théorie en économétrie pour

permettre une meilleure prise en compte de l'endogénéité, des modèles de traitement, d'enchères ou de contrat et l'introduction de données de grande dimension.

Un autre thème de mon travail est l'étude des valeurs extrêmes des distributions de probabilité appliquée aux problèmes de frontière d'efficacité. Celle-ci représente la situation optimale pour une entreprise ou une entité de décision. On peut par exemple penser, pour une usine, à une courbe qui représenterait, pour chaque niveau de stock de matériaux, la production maximale possible, c'est un outil très utile.

Enfin, plus récemment, je me suis penché sur la théorie des réseaux et plus généralement sur l'introduction de concepts géométriques en estimation fonctionnelle. C'est-à-dire, l'étude des réseaux (par exemple sociaux) et leur géométrie lorsque ceux-ci sont très étendus. Ce sont des problématiques que l'on rencontre dès



lors que l'on manie d'immenses jeux de données sur des réseaux entre individus et qui permettent de comprendre quels sont les comportements qui sont propres à l'individu et ceux qui sont le produit de la société dans laquelle il évolue. Nous commençons à travailler sur ces sujets avec mes collègues de TSE et notamment Stéphane Villeneuve, Thomas Mariotti et Jérôme Bolte.

**Qu'est ce qui vous a intéressé dans ces problématiques ?**

C'est avant tout l'intérêt pour ces objets mathématiques qui m'a poussé à m'intéresser aux questions de réseaux. Ce sont des structures complexes et à la pointe de la recherche actuelle dans le domaine statistique, comme peuvent l'être les questions relatives au Big Data ou au Machine Learning.

D'autre part, le plaisir de comprendre et de définir avec précision des phénomènes et la satisfaction intellectuelle qui en résulte, sont les raisons de mon amour des mathématiques. Celles-ci permettent une puissance de raisonnement

**Échanger avec les entreprises fait surgir des problématiques de recherche qui ne sont pas standardisées. C'est cet avantage qui a participé à la renommée de la recherche en économie à Toulouse**

sans comparaison où les problèmes les plus complexes peuvent être exprimés, et résolus, avec quelques caractères.

**Outre cet amour des mathématiques, que retenir-vous de votre parcours ?**

Avant tout, l'encadrement de plus de 50 doctorants dont la plupart sont maintenant professeurs dans les meilleures universités aux quatre coins du monde. Je travaille d'ailleurs encore régulièrement avec une dizaine d'entre eux sur de nombreux sujets. C'est réellement un plaisir de partager et de guider de nouvelles générations de chercheurs et je crois que c'est quelque chose que nous faisons très bien ici.

Je retiens également la force de la recherche partenariale. Je suis convaincu que le fait d'échanger avec les entreprises, comme j'ai pu le faire avec La Poste, Royal Mail, le CNES, Telefonica, EDF et d'autres, fait surgir des problématiques de recherche qui ne sont pas standardisées. C'est cet avantage qui a participé à la renommée de la recherche en économie à Toulouse et qui nous a permis d'aboutir à des résultats de recherche sans précédents. Le contact avec le monde réel entraîne mécaniquement des questionnements sur des enjeux insoupçonnés et le Prix Nobel de Jean Tirole a d'ailleurs en partie couronné des travaux issus de la recherche partenariale.

$$\begin{aligned}
 & k \left\| \hat{r} - \hat{K} \sum_{j=0}^{k-1} (I - \hat{K}^* \hat{K})^j \hat{K}^* \hat{r} \right\|^2 \\
 &= k \left\| (\hat{r} - \hat{K} \psi) + \hat{K} \left( I - \sum_{j=0}^{k-1} (I - \hat{K}^* \hat{K})^j \hat{K}^* \right) \hat{K} \psi \right\|^2 \\
 &= 0 \left( k \|\hat{r} - \hat{K} \psi\|^2 + k \left\| \hat{K} \left( I - \sum_{j=0}^{k-1} (I - \hat{K}^* \hat{K})^j \hat{K}^* \right) \right\|^2 \right. \\
 &\quad \left. - k \left( I - \sum_{j=0}^{k-1} (I - \hat{K}^* \hat{K})^j \hat{K}^* \hat{K} \right) \psi \right\|^2 \\
 &\quad + k \left\| \hat{K} \left( I - \sum_{j=0}^{k-1} (I - \hat{K}^* \hat{K})^j \hat{K}^* \right) \hat{K} \psi \right\|^2 \Big).
 \end{aligned}$$

**À quoi ressemblait TSE en 1986 ?**

Tout a commencé en 1985 quand Jean-Jacques Laffont a reçu la validation de deux postes de professeurs à Toulouse qu'il nous a immédiatement proposé à moi-même et Jean-Charles Rochet et nous avons ainsi respectivement rejoint Toulouse en 86 et 87. L'esprit entrepreneurial de Jean-Jacques et sa vision ont permis à l'institution de se transformer en un centre de recherche de rang international. D'une part, parce qu'il avait ce rêve et cette volonté, et d'autre part parce qu'il a su s'entourer d'excellents professeurs et s'appuyer de manière innovante sur

les institutions françaises pour les faire travailler de concert.

L'esprit de l'époque et les opportunités que nous avions me manquent un peu, tout nous semblait possible et notre petit nombre nous permettait une flexibilité que nous avons mécaniquement perdue en grandissant. Cependant notre taille actuelle nous permet beaucoup plus de souplesse dans de nombreux autres domaines, tels que le recrutement, l'invitation de visiteurs prestigieux et nous bénéficions surtout d'une animation scientifique extraordinaire qui n'a que peu d'équivalents dans le monde. ■



Jean-Pierre Florens et ses collègues en octobre 1992 lors de la conférence « Econometrics of Imperfect Competition » à Toulouse

ANNE RUIZ-GAZEN SUR LES INCERTITUDES STATISTIQUES

# Marges d'erreur et Big Data

**A**rrivée en 1993 à l'Université Toulouse Capitole, Anne Ruiz-Gazen travaille au sein du groupe mathématiques de la décision de TSE en statistique, notamment sur les marges d'erreurs. Elle revient pour TSE Mag sur certains enjeux du domaine, alors que TSE accueillera le grand congrès useR! dédié au logiciel R de statistique et data science en juillet 2019

Anne Ruiz-Gazen travaille en méthodologie statistique, notamment sur la compréhension et l'amélioration des marges d'erreur. "Mes travaux mathématiques peuvent être appliqués à de nombreux domaines, comme les enquêtes socio-économiques mais aussi à l'industrie pour ce qui concerne la détection d'anomalies," explique-t-elle.

## Les marges d'erreur

Par exemple, pour aider les grands offices publics que sont l'INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques), l'INED (Institut national d'études démographiques) ou l'Inserm (Institut national de la santé et de la recherche médicale) lorsqu'ils mènent des enquêtes nationales. Anne Ruiz-Gazen travaille ainsi sur l'amélioration et la compréhension de la fiabilité de ce type d'enquêtes. "Nous avons récemment collaboré avec l'INED pour une grande enquête portant sur le suivi d'individus de leur naissance jusqu'à leurs vingt ans. Nous avons calculé la fiabilité de leurs résultats en prenant en compte leurs méthodes d'échantillonnage." Les travaux de la chercheuse ont montré que le protocole choisi n'était pas optimal et avait



Anne Ruiz-Gazen  
TSE - UTC

augmenté la marge d'erreur de l'enquête. "L'enquête est réalisée en se basant sur les mêmes jours de naissance des enfants pour l'ensemble des maternités échantillonnées, cela augmente l'incertitude parce que ce choix réduit potentiellement la variabilité à l'intérieur de l'échantillon."

La chercheuse travaille également sur les sondages électoraux et notamment sur l'influence de la spatialité des données. "Sur les élections départementales françaises, nous travaillons avec Christine Thomas (TSE - UTC), Thibault Laurent (TSE - UTC) et An Huong Nguyen (doctorante - TSE - UTC) sur des modèles de prédictions prenant en compte la nature particulière de ce type de données, dites de composition, mais aussi leur géolocalisation, afin d'anticiper les effets d'un changement économique ou démographique sur les résultats."

## Des données "propres"

Dans l'objectif d'améliorer des données, Anne Ruiz-Gazen travaille avec Aurore Archimbaud, docteur de TSE, sur des



## C'est une fierté de pouvoir organiser useR! à TSE

méthodes de détection d'anomalies avec des applications dans l'industrie. "Avec l'accroissement exponentiel du nombre de mesures effectuées sur les composants électroniques, la problématique de la grande dimension se pose lors de la recherche d'anomalies. Les résultats de ces travaux ont été utilisés depuis par plusieurs entreprises pour réduire les défauts de fabrication."

La plupart des économistes et statisticiens s'accordent à dire que l'avènement

du Big Data, soit le nombre exponentiel de données disponibles à traiter, représente une évolution majeure pour nos sociétés dans les années à venir. "Le Big Data représente sans aucun doute l'avenir mais l'un des enjeux souvent oublié de cette révolution, c'est la fiabilité des données publiées. Améliorer la précision d'estimations issues de données d'enquêtes en utilisant des données massives est un sujet difficile qui donne matière à réflexion."

## useR! 2019

Ce congrès annuel dédié au logiciel libre R a débuté en 2004 et se tient depuis 2006 en alternance entre villes européennes et américaines. Après Rennes en 2009,

Toulouse sera la deuxième ville française à accueillir cet événement qui regroupe plus de 1000 chercheurs et décideurs économiques autour des dernières évolutions du logiciel. "C'est une fierté de pouvoir organiser useR! à TSE en partenariat avec l'Université Paul Sabatier et l'INRA et une excellente nouvelle pour toutes les entreprises et les chercheurs qui utilisent cet outil, véritable référence dans le domaine."

**Plus d'informations**  
sur le congrès useR! sur :  
[www.user2019.fr](http://www.user2019.fr)

Le Big Data représente sans aucun doute l'avenir mais l'un des enjeux souvent oublié de cette révolution, c'est la fiabilité des données publiées

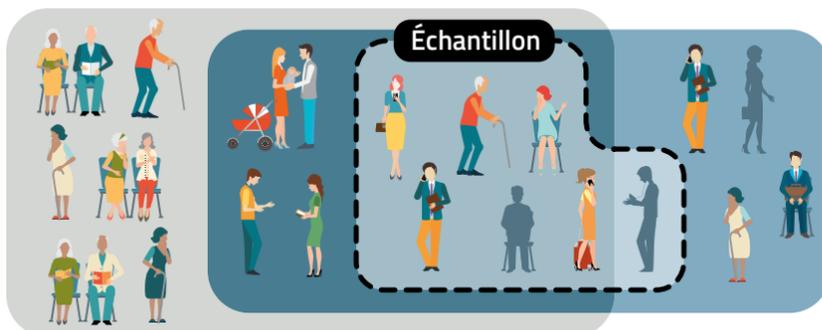


Illustration des principaux risques de mauvais échantillonnage : la non-prise en compte d'un groupe de la population et la non-réponse des membres d'un groupe.

ADRIEN BLANCHET SUR L'INTERDISCIPLINARITÉ À TSE

# L'universalité mathématique

**A**rrivé en 2008 à Toulouse en provenance de l'Université de Cambridge, Adrien Blanchet (TSE/IAST-UTC) travaille sur de nombreux travaux de recherche en lien avec l'analyse mathématique. Passionné par les interactions entre les mathématiques et les autres disciplines scientifiques, le chercheur travaille sur plusieurs sujets dont il nous parle dans cet article.

**Qu'est-ce qui vous a convaincu de rejoindre TSE ?**

Quand je suis arrivé en 2008, je suis avant tout venu à Toulouse pour rejoindre un excellent groupe de recherche en mathématiques appliquées et l'opportunité d'explorer les interactions avec les économistes toulousains.

**Les économistes, c'est particulièrement vrai à TSE, ont un excellent niveau en mathématiques et nous avons une compréhension commune naturelle des problématiques**

J'ai assisté à des séminaires, surtout en économie théorique et échangé avec de nombreux collègues, ce qui m'a permis d'utiliser mon expertise pour répondre à diverses questions économiques et d'imaginer de nouvelles pistes de recherche au croisement de nos disciplines. J'ai par exemple travaillé sur des modèles

d'économie urbaine de type Beckmann qui permettent de contribuer à comprendre, en utilisant la théorie mathématique du transport optimal, comment les gens choisissent leur allocation spatiale.

Les économistes, c'est particulièrement vrai à TSE, ont un excellent niveau en mathématiques et nous avons une compréhension commune naturelle des problématiques rencontrées, ce qui rend la collaboration très facile. Mais les maths peuvent bien sûr également être d'une grande aide à d'autres disciplines. J'ai ainsi par exemple beaucoup travaillé avec des biologistes afin de modéliser l'émergence d'une population d'être multicellulaire à partir d'êtres unicellulaires. J'explore globalement depuis quelques années des propriétés émergentes dans diverses applications.

**Comment définir les propriétés émergentes ?**

Une propriété émergente est une propriété d'un système qui n'est la propriété d'aucun de ses composantes mais l'est du



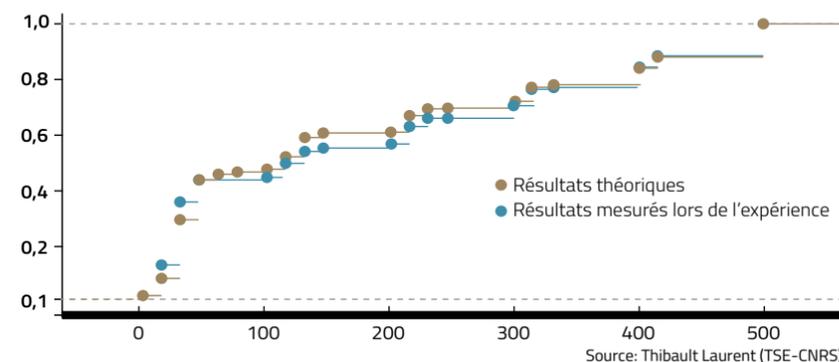
Adrien Blanchet  
TSE - IAST - UTC

système dans son ensemble. Les propriétés émergentes sont une source intarissable d'interactions entre les disciplines scientifiques. Je travaille, par exemple, depuis plusieurs années avec le biologiste Guy Theraulaz (CRCA) et le physicien Clément Sire (LPT) sur l'émergence d'intelligence collective. On s'intéresse plus précisément à la question du transfert d'information entre individus au sein d'une population. Nous construisons des modèles mathématiques robustes et prédictifs en nous basant sur l'analyse de données issues d'expériences que nous avons menées nous-même à TSE.

**Que représente l'interdisciplinarité pour vos travaux ?**

L'interdisciplinarité est fondamentale dans ma façon de faire de la recherche. Elle permet de combiner des approches qui n'ont pas l'habitude de se rencontrer et surtout d'apprendre et de questionner. L'Institute for Advanced Study in Toulouse est en ce sens un atout particulier. La découverte de travaux en sciences humaines et en biologie suscite toujours de nouvelles problématiques et de passionnantes pistes de réflexion.

## Comparaison des résultats obtenus sur l'intelligence collective



EVE LECONTE, À PROPOS DES DURÉES ET DES DONNÉES CENSURÉES

# Le pouvoir des statistiques

**C**ombien de temps faut-il aux femmes diplômées pour obtenir un emploi? Quelle combinaison de gènes permet de mieux prédire la survie des patients atteints de cancer? Quel est l'impact des caractéristiques socio-économiques et géographiques sur les élections régionales? Trouver des réponses à des questions aussi diverses et transmettre aux étudiants les outils performants de l'analyse statistique sont des enjeux clés pour Eve Leconte et d'autres membres du groupe d'experts des mathématiques de la décision et statistique (MADS) de TSE.

Le domaine de recherche d'Eve comprend l'ensemble des méthodes statistiques appliquées aux données qui correspondent à des durées - telles que les durées de vie, les périodes de chômage ou de mariage - et sont souvent censurées.

disponibles. La censure survient lorsque l'événement d'intérêt - comme la mort, la recherche d'un emploi ou le divorce - n'intervient pas pendant la période de suivi du sujet.

**Les analyses statistiques peuvent fournir une estimation plus précise de la durée de survie des patients atteints de cancer, ce qui est extrêmement utile pour adapter les traitements à chaque patient**

Les données censurées font partie de structures de données complexes dans lesquelles seules des informations partielles sur les variables d'intérêt sont

Dans ce domaine, Eve travaille dans le champ des risques concurrents. Ces scénarios se produisent lorsqu'un individu est à risque sur plusieurs types d'événements, comme c'est le cas pour les patients cancéreux dans la phase post-thérapeutique. Elle s'intéresse également à la sélection de variables dans les modèles de survie en grande dimension, ce qui est particulièrement pertinent en oncologie. Depuis le séquençage du génome, les cliniciens ont maintenant à leur disposition une quantité colossale d'informations génétiques. L'analyse statistique permet d'identifier la combinaison de gènes qui permet le mieux de prédire la survie des patients atteints de cancer, fournissant ainsi une estimation plus précise de leur durée de



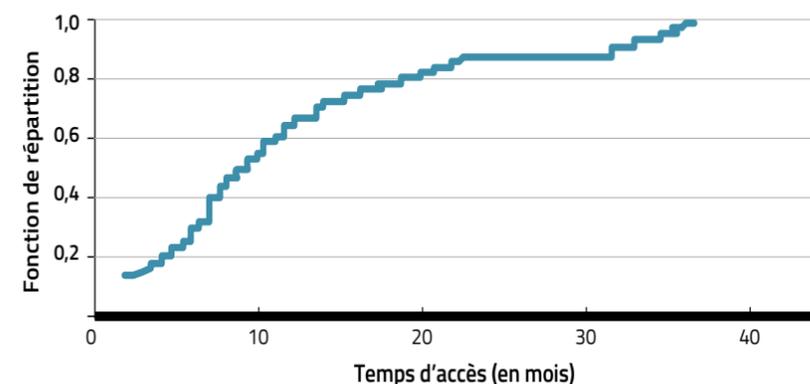
Eve Leconte  
TSE - UTC

survie. Cette information peut être extrêmement utile pour adapter le traitement aux besoins du patient.

L'objectif des MADS est d'animer et de développer des activités de recherche en mathématiques appliquées à l'économie. Les sujets comprennent la recherche opérationnelle, les mathématiques pour la finance, les statistiques, l'économétrie, la théorie des jeux, l'optimisation, le calcul des variations et des EDP, les modèles mathématiques en économie, en finance et en sciences sociales.

Eve travaille également avec Sandrine Casanova (TSE - UTC) pour modéliser la fonction de distribution cumulative d'une durée censurée dans le contexte des enquêtes par échantillonnage, pour une population finie ou dans des domaines qui peuvent être restreints. Les estimateurs qu'elles proposent sont basés sur une régression quantile non paramétrique adaptée au cas des variables censurées. Dans la région Occitanie, ce travail a, entre autres, permis d'estimer la distribution des temps d'accès au premier emploi pour les femmes diplômées, en fonction de leur niveau d'éducation et de leur domaine de compétence.

## Distribution du temps d'accès à un premier emploi après un CAP en Occitanie



STÉPHANE VILLENEUVE ET LES ALGORITHMES

# Ingénierie de l'économie industrielle

**S**téphane Villeneuve a rejoint TSE en 2002 depuis l'Université d'Evry et travaille sur le problème d'une formulation rigoureuse du modèle principal-agent dans des modèles dynamiques. Il s'efforce avant tout de proposer des outils quantitatifs d'aide à la décision et décrit ainsi ses travaux comme une véritable boîte à outils pour les économistes.

Stéphane Villeneuve travaillait en finance mathématique quand il a rencontré Jean-Paul Décamps, Thomas Mariotti et Jean-Charles Rochet qui l'ont convaincu de rejoindre TSE, "ils m'ont montré qu'il existait de très beaux problèmes mathématiques en économie industrielle" explique-t-il. "L'économie industrielle prend en compte de manière systématique les frictions inhérentes au monde réel alors que la finance mathématique repose sur un modèle théorique de marché au fonctionnement parfait".

Les économistes toulousains étudient notamment les frictions dues à l'asymétrie d'information et à l'aléa moral, on parle aussi de risque moral, par exemple quand un assureur ne peut pas vérifier les efforts de prévention faits par l'assuré. "J'étudie des problèmes dynamiques de type principal-agent de manière quantitative. Cette approche quantitative lie probabilités, théorie du contrôle et optimisation et cherche à décrire les contrats de manière explicite ou à défaut de manière

numérique". Ces questions touchent de nombreux domaines : assurance, gestion de portefeuille et décisions d'investissement.

## Des bonus-malus pour les managers

Le chercheur a en particulier travaillé avec ces outils quantitatifs sur les questions de rémunération des managers et de refinancement des entreprises : "en ce qui concerne la rémunération des managers, nos résultats confirment l'optimalité d'une approche de bonus-malus. L'idée est de bloquer la rémunération des managers dans un compte séquestre qui évolue au gré des performances. Le manager reçoit une rémunération seulement après l'observation d'une assez longue période de succès. A contrario, son périmètre d'action est réduit après de mauvais résultats afin de limiter les pertes liées aux décisions du manager."

Pour ce qui est du refinancement des entreprises, Stéphane et ses coauteurs montrent que celles-ci ont chacune un seuil de réserves liquides à partir duquel il est dans leur intérêt de verser des dividendes aux actionnaires. Ce niveau tampon de réserves liquides permet d'éviter d'avoir à faire appel au coûteux marché du refinancement au cas où par exemple, de nouvelles opportunités d'investissement apparaîtraient. Stéphane a notamment travaillé avec EDF R&D dans la construction d'outils de gestion des politiques d'investissement, "EDF voulait comprendre comment une



Stéphane Villeneuve  
TSE - UTC

meilleure gestion de leur réserve d'actifs liquides pouvait les aider à financer leurs colossaux investissements nucléaires."

## Des algorithmes obscurs

L'approche dynamique et quantitative de l'économie industrielle sur laquelle Stéphane travaille a un très grand avantage : elle permet la caractérisation analytique des contrats optimaux au moyen d'équations aux dérivées partielles qui nécessitent cependant des approches numériques lorsque le modèle se complexifie. Stéphane milite pour que les méthodes numériques utilisées en économie et en finance soient plus transparentes "de nombreux auteurs ne donnent pas le code ou même la description de l'algorithme qui leur permet d'obtenir leurs résultats numériques rendant ainsi leurs travaux opaques." Le chercheur souhaiterait ainsi qu'un plus grand nombre de revues fasse un travail de vérification des méthodes numériques utilisées afin de prévenir des erreurs d'approximation ou de simulation. Il note cependant des progrès "certaines revues ont commencé à exiger la description précise des méthodes numériques et la fourniture des codes de calcul avant de publier des articles de recherche, c'est un bon début." ■



PHILIPPE WAHL, PDG, GROUPE LA POSTE

# Réinventer le secteur postal

25  
ANS

# de partenariat



Philippe Wahl  
PDG, Groupe La Poste

**L**e printemps, la 10<sup>e</sup> Conférence d'économie postale sur le commerce électronique, l'économie numérique et les services de livraison ont coïncidé avec le 25<sup>e</sup> anniversaire du partenariat de recherche de La Poste avec TSE. Alors que le Groupe La Poste se prépare à assumer les nouveaux rôles et responsabilités de l'ère du numérique, Philippe Wahl, le PDG, explique comment l'analyse économique aide les entreprises et la société à s'adapter.

## Comment le secteur postal a-t-il évolué depuis le début du partenariat La Poste-TSE ?

Au cours des 25 dernières années, le secteur postal a été secoué par deux révolutions majeures. La première fut l'ouverture complète du marché postal européen à la concurrence, initiée en même temps que notre partenariat avec TSE au début des années 1990.

**Pour adapter les règles de la concurrence au nouvel écosystème, l'analyse par les économistes des pratiques concurrentielles et de la structure des marchés de l'économie numérique pilotés par les données est essentielle**

La deuxième, probablement la plus importante, est la révolution numérique qui a frappé les opérateurs de services postaux avec la dématérialisation de la correspondance entre les individus, les professionnels, l'État et ses citoyens. Entre 2008 et 2017, nous sommes passés de 18 à 11 milliards de courriers adressés. Notre rôle traditionnel disparaît progressivement. Ce partenariat est une invitation à mener une analyse approfondie de notre modèle économique, à étudier la viabilité et l'utilité de nos services d'intérêt économique général (SIEG) axés sur la livraison du courrier et des médias imprimés, ainsi que sur l'accessibilité physique des services postaux et bancaires.

## La Poste est-elle prête pour l'ère numérique ?

Face à l'adversité, La Poste a toujours su se réinventer en préservant son identité de base : être un acteur local, privilégier l'intérêt de ses utilisateurs, garante du

SIEG que l'État lui a confié. À cette fin, La Poste a entamé sa transformation la plus complexe en cinq siècles, en se concentrant sur la diversification.

Depuis 2006, nous avons développé nos activités financières en créant une banque de droit commun entièrement intégrée à notre activité. Les activités internationales d'acheminement de colis et de livraison express ont également été régulièrement étendues. Aujourd'hui, nous développons des services locaux, allant du recyclage des déchets de bureau à l'organisation du test du Code de la route, en passant par les services à la personne, en particulier auprès des personnes âgées. Nous développons également des services numériques, tels que notre coffre-fort numérique, Digiposte+, qui permet de stocker en toute sécurité des documents personnels (fiches de paie, certificats, données médicales, etc.). Nous réinventons le rôle du facteur et de notre réseau de présence physique.

Dans le même temps, nous devons élargir le champ de la réglementation postale à celui de l'ensemble de l'économie numérique, et redéfinir le SIEG. Pour cela, l'analyse par les économistes des changements sociétaux et des nouveaux mécanismes de la concurrence est essentielle.

## Quels sont les nouveaux champs désormais ouverts à l'analyse économique ?

Deux exemples me sont chers : la définition et la juste compensation des SIEG ; et la mise en place d'un environnement concurrentiel équitable.

Les économistes ont développé des méthodes très sophistiquées pour réaliser des analyses coûts-bénéfices et valoriser des éléments parfois intangibles (tels que l'impact de la présence postale sur les connexions sociales ou les externalités qu'elle génère pour des activités commerciales connexes). Une fois que les SIEG ont été correctement définis pour



À l'occasion de l'anniversaire du partenariat, les équipes de TSE et de La Poste se sont réunies en mai

répondre aux besoins des utilisateurs, les opérateurs responsables de ces SIEG doivent être indemnisés pour les coûts supplémentaires engagés. Au début des années 2000, les économistes ont défini que la méthode la plus pertinente de calcul de ces coûts nets correspondait à prendre la différence entre les profits réalisés avec le service public et les profits réalisés sans le service public. Ce calcul implique un scénario qui devrait rester théorique, celui où l'opérateur du service public est déchargé de ses obligations. Mobiliser l'analyse économique pour construire ces scénarios contrefactuels ne peut que les rendre plus crédibles et robustes, et moins susceptibles d'être contestés devant les autorités de la concurrence et la Commission européenne.

Les critiques pourraient, comme par le passé, dénoncer la stratégie de diversification de La Poste, l'accusant de s'appuyer sur son SIEG et sa position dominante sur le marché du courrier pour se développer dans de nouveaux secteurs d'activité. Mais peut-on comparer une entreprise en position dominante dans un marché en déclin qui n'attire aucun investisseur rationnel et une entreprise en position dominante sur un marché en croissance ? Quelle domination peut-on

exercer en étant non seulement l'unique compagnie sur le marché, mais en plus la dernière ? Quel pouvoir tire-t-on d'une position dominante sur un marché intermédiaire en apportant une contribution (je pense ici à la livraison de colis) à des acteurs économiques qui disposent d'un quasi-monopsonne ?

## Dans le cadre du partenariat La Poste-TSE, quelles autres questions seront au centre de la recherche future ?

Pour adapter les règles de la concurrence au nouvel écosystème, l'analyse par les économistes des pratiques concurrentielles et de la structure des marchés de l'économie numérique pilotés par les données, caractérisée par la présence d'externalités de réseau qui conduisent inévitablement à la création de positions dominantes, est essentielle. Les enjeux liés à la prédominance de certains acteurs, les distorsions concurrentielles basées sur des stratégies d'optimisation fiscale, l'exploitation du travail collaboratif, des données personnelles, etc., doivent être au cœur du débat. Ces projets, et bien d'autres, mobiliseront les équipes d'économistes de Toulouse et de La Poste dans les années à venir.

CATHERINE CAZALS SUR L'ÉCONOMIE POSTALE

# Un partenariat abouti

**À** l'origine du partenariat entre La Poste et TSE, les débats au sujet de l'ouverture à la concurrence du domaine postal faisaient rage. En tant que l'une des principales personnalités impliquées dans l'analyse de la structure optimale du marché postier, Catherine Cazals nous explique en quoi l'accès aux données de La Poste a été déterminant pour l'avancée de la recherche.

Il était essentiel, au tout début du partenariat, pour les chercheurs de comprendre en détail les caractéristiques du secteur postal. Parmi ces particularités, la fonction de coût du service postal a inspiré 25 ans de travaux de recherche sous la direction de Jean-Pierre Florens. L'un des principaux objectifs de ces travaux était la compréhension des facteurs de coûts et des potentielles économies d'échelle.

**Tous ces travaux ont été rendus possibles par La Poste et ses efforts pour nous partager des bases de données extrêmement riches et détaillées**

Pour nous aider, La Poste nous a donné accès à une incroyable base de données qui s'appelait "Statistiques 742". Elle contenait de nombreuses informations de l'entreprise, y compris les trajets des facteurs de plus de 10 000 bureaux de poste. Les premiers articles publiés à l'aide de ces

données ont démontré l'existence de grandes économies d'échelle dans l'activité postale.

Cette base de données nous a également permis de peaufiner nos estimations et de mesurer précisément l'impact de la taille des objets envoyés sur les coûts de transport. L'économétrie autour des facteurs de coûts s'est étoffée suite à l'ajout d'un autre jeu de données de plus de 4 700 bureaux de poste.

Nous nous sommes concentrés sur l'analyse de l'efficacité, notamment en identifiant les bureaux de poste les plus efficaces. Cela nous a permis de développer une méthode d'analyse originale du coût de livraison. Nous avons également cherché à comprendre l'impact de l'environnement des bureaux, comme par exemple la densité de population.

Le réseau de points de contact a également été à l'origine de travaux particulièrement marquants. Nous avons estimé l'élasticité des coûts de production pour



Catherine Cazals  
TSE-UTC

les activités menées au comptoir des bureaux de postes, démontrant ainsi que les rendements d'échelles sont élevés pour les petits bureaux de poste mais stables pour les structures plus larges. Cette analyse est mise à jour avec une nouvelle base de données sur ce réseau qui a beaucoup changé, notamment avec la transformation de nombreux bureaux de postes.

Tous ces exemples ne représentent qu'une partie de l'immense travail économétrique mené ces 25 dernières années, on peut penser par exemple à la demande dans le domaine qui a été beaucoup analysée et conceptualisée. Tous ces travaux ont été rendus possibles par La Poste et ses efforts pour nous partager des bases de données extrêmement riches et détaillées, ce qui a permis à la recherche dans le domaine de faire d'immense progrès. ■

COMMERCE ÉLECTRONIQUE, ÉCONOMIE NUMÉRIQUE ET SERVICES DE LIVRAISON

# Les plateformes doivent-elles être réglementées ?

**P**armi les faits marquants de la 10<sup>ème</sup> conférence sur l'économie postale, nous retiendrons l'intervention d'Emilio Calvano (Université de Bologne) sur la capacité des algorithmes à apprendre des stratégies collusoires qui a précédé la table ronde au sujet de la réglementation numérique. Ici, nous présentons des extraits du débat qui a mis en vedette des décideurs clés aux côtés de Jean Tirole de TSE.

**Werner Stengg**

Chef du service commerce électronique et plateformes en ligne à la Commission européenne



Les plateformes sont à la fois merveilleuses et effrayantes. Malgré l'avalanche d'initiatives émanant de Bruxelles pour contrer le phénomène des plateformes, nous n'avons pas ce même réflexe anti-plateforme. Les plateformes ont énormément contribué au bien-être. Mais la dépendance des entreprises vis-à-vis des plateformes numériques s'accroît, avec un déséquilibre en termes de puissance et de taille.

La transparence fait partie de la solution. Nous voulons augmenter la prévisibilité. Les plateformes doivent avoir des modalités claires et donner des informations de base sur le fonctionnement de leur système de classement. Nous ne leur demandons pas de révéler leurs algorithmes ou de partager leurs données, mais d'être on ne peut plus clair sur les données qu'ils partagent et sur quelle base. S'ils donnent la préférence à leurs propres services, cela doit être précisé. Il faut également mettre en œuvre de meilleurs mécanismes pour la résolution des plaintes. La radiation peut être fatale aux entreprises, alors les règles du jeu doivent être claires.

**Philippe Wahl**

PDG, Groupe La Poste



Amazon est notre client numéro un et il devient notre concurrent numéro un. Cela a des impacts très positifs : la commodité pour les clients, la stimulation à améliorer la qualité du service et une fantastique capacité à innover. Dans le même temps, Amazon paie très peu d'impôts et cela nuit à une concurrence loyale.

Il y a un besoin évident de réglementation en raison du pouvoir de marché de ces plateformes. Grâce à Jean Tirole et TSE, nous travaillons activement sur cette question clé : quelle est la meilleure régulation pour le bien commun ? Les plateformes numériques nous apportent beaucoup de confort. Mais quel est le prix de ces services, en termes de liberté et de partage d'intimité ? Y a-t-il une servitude volontaire dans le monde numérique ?

**Jean Tirole**

Président, TSE



Au vu du nombre croissant de monopoles technologiques, il paraît évident qu'une grande partie de ce que nous croyons savoir sur la réglementation est maintenant obsolète. La contestabilité est une notion très importante, non pour créer une concurrence artificielle, mais pour s'assurer que les participants efficaces ne sont pas bloqués par les opérateurs historiques. Nous devons donc prêter attention aux enchaînements, au regroupement, à la préférence pour les services propres, au multihoming... Les économistes se sont beaucoup intéressés aux garanties de meilleur prix et à la clause de la nation la plus favorisée. Si nous n'intervenons pas, les plateformes continueront d'utiliser leur accès aux clients pour tenir les autres marchands en otage.

La problématique de la vie privée est accablante. Il ne faut pas anéantir l'innovation, mais les services offerts par les plateformes ne devraient pas permettre de faire autant de profit avec si peu d'effort, et pour cela nous avons besoin de l'aide du régulateur. Il y a tellement de choses à faire pour les 50 années à venir. Nous entrons dans un Nouveau Monde et nous n'y sommes pas préparés.

**BUSINESS NETWORKING DAY**

# LE FORUM ENTREPRISES DE TSE

**55 ENTREPRISES**

**VENDREDI 23 NOVEMBRE 2018**

**9H - 17H / TOULOUSE**

**MANUFACTURE DES TABACS**

Métiers, entreprises, stages, insertion professionnelle, emplois, conseils: une journée pour préparer l'avenir de nos futurs diplômés et découvrir vos prochains collaborateurs!

Pour plus d'informations, contactez:

**Lorna BRIOT : 05 67 73 27 79**

**careers@tse-fr.eu**

Vous pouvez dès à présent diffuser vos offres de stage ou d'emploi auprès de nos étudiants et diplômés:

**alumni.tse-fr.eu**

 **Toulouse  
School  
of Economics**

# Le Master sur l'Économie des Marchés et de l'Organisation

**L**es évolutions de ces 15 dernières années ont donné un rôle important à l'économie numérique qui impacte fortement l'organisation des marchés, l'offre et la demande des différents acteurs économiques. Voici comment le master EMO de TSE a intégré ces changements et fait bénéficier ses futurs économistes des derniers éclairages de nos experts en matière d'économie industrielle et numérique.

La compréhension du fonctionnement des marchés et du choix stratégique des entreprises, les facteurs déterminants de la structure de la demande et des coûts d'un marché et du lien entre structure du marché et comportement des entreprises sont des notions essentielles enseignées dans le cadre du master "Economics of Markets and Organizations".

**La plupart des grandes entreprises numériques telles que les GAFAs, sont des plateformes**

À l'issue de cette formation, les étudiants sont en mesure de modéliser les interactions entre entreprises au sein d'un marché et d'identifier les principaux facteurs clés de son fonctionnement, mais aussi d'en effectuer une analyse quantitative et ainsi d'évaluer son efficacité et enfin, d'envisager les outils de politique de concurrence et de régulation si nécessaire ou leur impact s'ils sont mis en œuvre.

Le développement rapide des outils et des normes numériques ne cesse depuis quelques années d'impacter le fonctionnement de tous les secteurs de l'économie que ce soit en affectant le comportement des consommateurs ou la concurrence entre les entreprises parce qu'elles sont prêtes à saisir les nouvelles opportunités qui s'offrent à elles ou que de nouvelles entreprises innovantes pénètrent leur marché. Dans ce contexte, il est naturel que la formation des futurs économistes de TSE prenne en compte les conséquences de cette révolution numérique.

Comme le souligne Doh-Shin Jeon enseignant-chercheur expert dans les domaines de l'économie industrielle et numérique et des technologies de l'information : « la plupart des grandes entreprises numériques telles que les GAFAs, sont des plateformes ». Ce cadre conceptuel est enseigné dès le début pour pouvoir permettre d'analyser lorsque cela est pertinent, les questions de l'économie industrielle sous cet angle.

Ainsi, beaucoup de sujets sont abordés tels que les cas de fusion, de collusion, d'exclusion, de vente liée mais aussi le



concept des marchés bifaces, développé par des chercheurs de TSE il y a une quinzaine d'années et qui a rencontré un fort écho aussi bien au sein de la communauté scientifique qu'auprès des entreprises. Ces notions sont essentielles pour comprendre l'économie digitale.

Ce cours aborde notamment la question des effets réseaux directs (Direct network effects) et indirects (cross-group network effects) qui permettent de mieux comprendre le fonctionnement des plateformes. L'étude des effets réseaux directs (par exemple, le nombre d'utilisateurs de même nature utilisant un certain équipement en réseau) ou des effets indirects (par exemple, le nombre d'applications développées

intimement lié au nombre d'utilisateurs des différents systèmes d'exploitation (Android, iPhone, Windows) permettent de comprendre comment ceux-ci affectent la concurrence. De même, les questions de compatibilité de certains systèmes ou technologies sont également examinées. Cette décision, pouvant être unilatérale ou pas, influence également sur la concurrence, certains acteurs du secteur numérique souhaitant parfois conserver l'avantage établi en ne rendant pas compatible leur système avec ceux de leurs rivaux (par exemple, Apple).

**Les médias ont tendance à exagérer certains aspects du commerce en ligne et d'internet tout en passant à côté d'autres caractéristiques clés**

Daniel Ershov explique ainsi aux étudiants que « les médias ont tendance à exagérer certains aspects du commerce en ligne et d'internet tout en passant à côté d'autres caractéristiques clés, c'est pour cette raison qu'il est important d'analyser ces enjeux à l'aide des modèles économiques. » Les étudiants comprendront les rouages de la révolution numérique, ce qu'elle change mais aussi ce qu'elle ne remet pas en cause. ■



Plus d'informations  
tse-fr.eu/EMO

Êtes-vous inquiets de l'utilisation de vos données personnelles par des entreprises ?

**DONNEZ VOTRE AVIS SUR DEBATE.TSE-FR.EU**



RÉSULTATS DE NOS DERNIERS SONDAGES :

**52 %**

pensent que la blockchain représente le futur de la finance

**88 %**

de nos lecteurs pensent que l'Europe de demain sera fédérale

**80 %**

souhaitent une plus forte régulation de l'industrie agroalimentaire

debate.tse-fr.eu

**28**  
**sept**  
2018

TSE  
**ENERGY  
& CLIMATE**  
FORUM



**AXA FRANCE,**  
**23 AVENUE DE MATIGNON, 75008 PARIS**  
**8H30 - 13H30**

Inscription sur [tse-fr.eu/forum](http://tse-fr.eu/forum)



Toulouse  
School  
of Economics

Energy &  
Climate Center